



VALTER LUIZ DE SOUZA

**ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL EM PULVERIZADORES
AUTOPROPELIDOS: UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA FIELD
CRUISE COMO LIMITADOR DE ROTAÇÃO**

LAVRAS-MG

2023

VALTER LUIZ DE SOUZA

**ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL EM PULVERIZADORES AUTOPROPELIDOS:
UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA FIELD CRUISE COMO LIMITADOR DE
ROTAÇÃO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Bacharel

Prof. Dr. Carlos Eduardo Volpato
Orientador

Fernando Henrique de Souza
Coorientador

**LAVRAS-MG
2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Souza. Valter Luiz de.

Projeto experimental: Uma análise comparativa de cenários planejado e executado / Valter Luiz de Souza. - 2023.

43 p.: il.

Orientador(a): Carlos Eduardo Volpato.

Coorientador(a): Fernando Henrique de Souza

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Economia de combustível. 2. Otimização de máquinas. 3. Field Cruise. I. Volpato, Carlos Eduardo.

VALTER LUIZ DE SOUZA

**ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL EM PULVERIZADORES AUTOPROPELIDOS:
UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA FIELD CRUISE COMO LIMITADOR DE ROTAÇÃO**

**FUEL SAVINGS IN SELF-PROPELLED SPRAYERS: USING FIELD CRUISE
TECHNOLOGY AS A ROTATION LIMITER**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 16 de novembro de 2023

Dr. Carlos Eduardo Volpato

Prof. Dr. Carlos Eduardo Volpato
Orientador

Fernando Henrique de Souza
Coorientador

**LAVRAS-MG
2023**

*Esta dedicação é feita
primeiramente a Deus. Aos meus familiares, em especial aos meus
pais Luiz Antônio e Maria das Dores.
À minha namorada Letícia Vitória. Vocês me proporcionaram a força
necessária para enfrentar esses desafios.*

AGRADECIMENTOS

Com profundo sentimento de gratidão, expresso meus mais sinceros agradecimentos àqueles que deixaram uma marca distintiva em minha trajetória acadêmica e profissional.

Em primeiro lugar, sou imensamente grato aos meus pais por terem proporcionado as condições essenciais para a conclusão da minha graduação. Eles sempre acreditaram em meu potencial e me motivaram a perseguir incansavelmente meus objetivos.

A Empresa Júnior de Engenharia Agrícola (ENAGRI) devo uma grande parte do meu crescimento pessoal e profissional desde o início da minha jornada universitária. Cada membro desse grupo contribuiu significativamente, moldando minha perspectiva e ampliando meus horizontes.

Também é fundamental mencionar o Grupo de Extensão e Pesquisa em Agricultura Digital (GEPAD), cuja influência marcante se fez presente em projetos que desenvolvi durante a graduação. Expresso meu sincero agradecimento pela oportunidade de fazer parte desse grupo extraordinário e pelo privilégio de compartilhar meu tempo de forma excepcional com profissionais notáveis.

Ao Professor Carlos Eduardo Volpato, sou profundamente grato por sua orientação dedicada neste trabalho. Além disso, agradeço pelas inúmeras oportunidades que me foram concedidas ao longo da minha carreira e, acima de tudo, pela amizade e pela postura de professor acessível aos seus alunos.

A todos os colegas que cruzaram meu caminho durante a graduação, enfrentando desafios e compartilhando momentos de alegria, transmito meus sinceros agradecimentos. Vocês foram fundamentais para transformar essa jornada em algo verdadeiramente memorável.

Não posso deixar de mencionar a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

*"O trabalho duro é a chave mestra que abre as portas da recompensa."
(Miguel de Cervantes)*

RESUMO

Este estudo teve como objetivo principal a avaliação da eficácia da tecnologia Field Cruise, cujo propósito é limitar as rotações de máquinas agrícolas. O equipamento específico empregado na pesquisa foi um pulverizador autopropelido da marca John Deere, pertencente à série M4030, utilizado em três talhões de tamanhos e características topográficas similares. O método de pesquisa consistiu em uma comparação do desempenho da máquina, sem a utilização da tecnologia, com a posterior aplicação do Field Cruise. Diversas métricas foram analisadas, incluindo o consumo de combustível em litros por hora, consumo de combustível em litros por hectare, rendimento operacional em hectares por hora e qualidade da aplicação (expressa em porcentagem). Todas essas informações foram obtidas por meio do Operation Center, uma plataforma digital desenvolvida pela John Deere, destinada ao monitoramento das atividades relacionadas ao parque de máquinas dessa marca, além de fornecer informações sobre os talhões e equipamentos. Os resultados da pesquisa revelaram o seguinte desempenho no talhão T1, com uma área de 43,7 hectares, em 14 de abril de 2023. Sem a adoção da tecnologia Field Cruise, a máquina operou a uma média de 2201 RPM, consumindo 22,5 litros por hora e 0,61 litros por hectare, com produtividade média de 34,4 hectares por hora e qualidade de aplicação de 92,04%. Posteriormente, em 05 de maio de 2023, ao utilizar o Field Cruise e limitar a rotação a 2000 RPM, os resultados foram: consumo de 19,50 litros por hora, 0,57 litros por hectare, produtividade média de 36,6 hectares por hora e qualidade de aplicação de 92,35%. No talhão T2, com uma área de 67,6 hectares, declividade e sinuosidade semelhantes ao T1, a primeira aplicação, em 18 de abril de 2023, sem o uso da tecnologia, resultou em uma rotação média de 2200 RPM, consumo de combustível de 21 litros por hora, 0,72 litros por hectare, produtividade média de 29,2 hectares por hora e qualidade de aplicação de 90,18%. Em 23 de maio de 2023, com o uso da tecnologia limitando a rotação a 2000 RPM, os resultados foram: consumo de 18,10 litros por hora, 0,62 litros por hectare, produtividade média de 29,4 hectares por hora e qualidade de aplicação média de 91,04%. No último teste, realizado em 13 de abril de 2023, no talhão T3, com área de 80,2 hectares, semelhante em declividade e sinuosidade aos demais, a primeira aplicação, sem a tecnologia, apresentou uma rotação média de 2200 RPM, consumo de 21,1 litros por hora, 0,75 litros por hectare, produtividade média de 28 hectares por hora e qualidade de aplicação média de 86,36%. Com a tecnologia, na aplicação de 24 de maio de 2023, limitando a rotação a 2000 RPM, os resultados foram: consumo de 18,10 litros por hora, 0,59 litros por hectare, produtividade média de 30,7 hectares por hora e qualidade de aplicação de 90,33%. Os resultados indicaram a eficácia da tecnologia Field Cruise ao reduzir as rotações da máquina em apenas 200 RPM, resultando em ganhos expressivos na economia de combustível, sem afetar negativamente o rendimento operacional da máquina e a qualidade da aplicação. Este estudo demonstrou a viabilidade da adoção dessa tecnologia, que contribui para uma redução nas emissões de gases poluentes, além de fornecer benefícios econômicos substanciais na operação agrícola.

ABSTRACT

In this study, the primary objective was to evaluate the effectiveness of the Field Cruise technology, designed to regulate the rotations of agricultural machinery. The specific equipment used in the research was a self-propelled sprayer manufactured by John Deere, belonging to the M4030 series, employed across three fields of varying sizes and distinct topographic characteristics. The research methodology involved a comparison of the machine's performance, both with and without the utilization of the Field Cruise technology. Several metrics were analyzed, encompassing fuel consumption in liters per hour, fuel consumption per hectare, operational productivity in hectares per hour, and application quality (expressed as a percentage). All data were gathered through the Operation Center, a digital platform developed by John Deere, aimed at monitoring activities related to the brand's machinery park, in addition to providing insights into fields and equipment. The research findings unveiled the following performance in the T1 field, covering an area of 43.7 hectares, on April 14, 2023. Without the adoption of the Field Cruise technology, the machine operated at an average of 2201 RPM, consuming 22.5 liters per hour and 0.61 liters per hectare. The average productivity reached 34.4 hectares per hour, and the application quality stood at 92.04%. Subsequently, on May 5, 2023, when employing Field Cruise and restricting the rotation to 2000 RPM, the results showed a fuel consumption of 19.50 liters per hour, 0.57 liters per hectare, an average productivity of 36.6 hectares per hour, and a quality of application of 92.35%. In the T2 field, covering an area of 67.6 hectares with similar slopes and sinuosity to T1, the initial application on April 18, 2023, without the technology, yielded an average rotation of 2200 RPM and fuel consumption of 21 liters per hour, 0.72 liters per hectare, an average productivity of 29.2 hectares per hour, and a quality of application of 90.18%. On May 23, 2023, with the technology restricting the rotation to 2000 RPM, the results included fuel consumption of 18.10 liters per hour, 0.62 liters per hectare, an average productivity of 29.4 hectares per hour, and a quality of application averaging 91.04%. The final test was conducted on April 13, 2023, in the T3 field, spanning an area of 80.2 hectares, with slopes and sinuosity similar to the previous fields. In the initial application without technology, the average rotation was 2200 RPM, with fuel consumption of 21.1 liters per hour, 0.75 liters per hectare, an average productivity of 28 hectares per hour, and a quality of application averaging 86.36%. With the technology employed in the application on May 24, 2023, limiting the rotation to 2000 RPM, the results showed fuel consumption of 18.10 liters per hour, 0.59 liters per hectare, an average productivity of 30.7 hectares per hour, and a quality of application of 90.33%. The outcomes underscored the effectiveness of the Field Cruise technology in reducing machine rotations by a mere 200 RPM, resulting in significant fuel economy gains, without adversely affecting operational efficiency or application quality. This study demonstrated the feasibility of adopting this technology, which contributes to a reduction in emissions of greenhouse gases and offers substantial economic benefits in agricultural operations.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumo Litros/hora.....	26
Gráfico 2 – Gráfico de produtividade.	33
Gráfico3 – Qualidade de Aplicação.	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - M4030 John Deere.....	14
Figura2– Mapa de localização da área de estudo 1.	18
Figura3 – Mapa de localização da área de estudo 2.....	19
Figura4 – Mapa de localização da área de estudo.....	19
Figura 5 – Imagens do relevo talhão T1.....	21
Figura6 – Imagens do relevo talhão T2.....	21
Figura7 – Imagens do relevo talhão T3.....	22
Figura8 – Talhão T1 14/04/2023.....	27
Figura9 – Talhão T1 05/05/2023.....	28
Figura10 – T2 18/04/2023.....	29
Figura11 – T2 23/05/2023.....	30
Figura12 – T3 13/04/2023.....	31
Figura13 – T3 24/05/2023.....	32
Figura14 – Talhão T1 14/04/2023.....	34
Figura15 – Talhão T1 05/05/2023.....	35
Figura16 – Talhão T2 18/04/2023.....	35
Figura17 – Talhão T2 23/05/2023.....	36
Figura18 – Talhão T3 13/04/2023.....	37
Figura19 – Talhão T3 24/05/2023.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Pulverizadores Autopropelidos	15
2.2 Economia de Combustível	16
2.3 Limitador de Rotação.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Local do Experimento	18
3.2 Teste Experimental.....	20
3.3 Aplicação no Talhão T1 sem a Ativação do Field Cruise	22
3.4 Aplicação no Talhão T1 com a Ativação do Field Cruise.....	23
3.5 Aplicação no Talhão T2 sem a Ativação do Field Cruise	24
3.6 Aplicação no Talhão T2 com a Ativação do Field Cruise.....	24
3.7 Aplicação no Talhão T3 sem a Ativação do Field Cruise	24
3.8 Aplicação no Talhão T3 com a Ativação do Field Cruise.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS.....	43

1. INTRODUÇÃO

No âmbito da agricultura moderna, os avanços tecnológicos desempenham um papel fundamental na revolução da eficiência, produtividade e sustentabilidade das práticas agrícolas. Os maquinários agrícolas, especialmente os equipamentos autopropelidos, testemunharam uma integração significativa de tecnologias de ponta que transcendem abordagens convencionais. Este ensaio explora o campo das inovações tecnológicas no meio agrícola, focando especificamente em equipamentos autopropelidos, como a série M4000 da John Deere. A discussão girará em torno da importância da tecnologia FieldCruise™, elucidando seu papel crucial tanto na preservação ambiental quanto na redução final dos custos de combustível.

No contexto das práticas agrícolas contemporâneas, a integração de tecnologia em máquinas autopropelidas inaugurou uma nova era de precisão e eficácia. A série M4000 da John Deere personifica essa transição, exibindo uma combinação de recursos inovadores projetados para melhorar a produtividade enquanto mitigam impactos ambientais adversos. Central para a eficácia dessa série está a tecnologia Field Cruise, que atua como um limitador de rotação, influenciando significativamente a dinâmica operacional dessas máquinas.

A tecnologia FieldCruise™ está intrinsecamente ligada a preocupações ecológicas, principalmente por meio de seu papel na otimização do consumo de combustível. À medida que o mundo enfrenta os desafios das mudanças climáticas e da escassez de recursos naturais, as práticas agrícolas sustentáveis se tornam cada vez mais essenciais. A tecnologia FieldCruise™ exerce uma influência profunda no ambiente ao facilitar limites de velocidade e rotação ideais durante as operações de campo. Ao minimizar o consumo desnecessário de combustível, a tecnologia não apenas reduz as emissões de gases de efeito estufa, mas também conserva fontes de energia não renováveis. Essa combinação de eficiência e consciência ecológica destaca o papel indispensável da tecnologia na promoção de práticas agrícolas ecologicamente conscientes. Além de suas implicações ambientais, a tecnologia FieldCruise™ contribui significativamente para o cenário econômico da agricultura moderna. Os gastos com combustível representam uma parte substancial dos custos operacionais no campo da maquinaria agrícola autopropelida. A capacidade da tecnologia de otimizar o consumo de combustível se traduz em economias financeiras tangíveis para os agricultores, aumentando sua lucratividade global. Além disso, ao minimizar o uso de combustível, o FieldCruise™ contribui para a redução dos gastos operacionais, tornando as práticas agrícolas mais economicamente viáveis a longo prazo.

No grande panorama das práticas agrícolas contemporâneas, a integração de tecnologia

emergiu como uma força transformadora, com a maquinaria autopropelida exemplificando essa transição. A série M4000 da John Deere, fortalecida pela tecnologia FieldCruise™, representa uma mudança de paradigma em direção a práticas agrícolas sustentáveis e eficientes. O papel duplo dessa tecnologia na preservação ambiental e na viabilidade econômica destaca sua importância não apenas no contexto das operações agrícolas, mas também nos domínios mais amplos da conservação ecológica e da responsabilidade fiscal. À medida que as demandas sobre a produção agrícola continuam a aumentar, a utilização de tecnologias inovadoras como a FieldCruise™ abre caminho para uma coexistência harmoniosa entre a produtividade agrícola e a preservação ambiental. a Figura 1 é uma representação visual do pulverizador autopropelido que será empregado na condução do presente estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Pulverizadores Autopropelidos

A agricultura brasileira tem passado por uma significativa transformação impulsionada pelo constante avanço tecnológico, visando alcançar maior eficiência, produtividade e sustentabilidade nas operações. Nesse contexto, os equipamentos autopropelidos têm desempenhado um papel crucial, proporcionando melhorias substanciais nas práticas agrícolas. A evolução dessas máquinas e a incorporação de tecnologias avançadas têm sido fundamentais para o progresso do setor agrícola.

De acordo com Artioli (2019), os equipamentos autopropelidos são amplamente utilizados na agricultura brasileira, especialmente em atividades como pulverização, adubação e colheita. Essas máquinas destacam-se pela capacidade de movimentar através de uma forma própria de propulsão, aumentando a eficiência das operações e reduzindo os custos de mão-de-obra.

A evolução tecnológica dos equipamentos autopropelidos é notória ao longo dos anos. No início, essas máquinas eram caracterizadas por sua funcionalidade básica, porém, com o progresso tecnológico, houve uma incorporação significativa de recursos avançados. De acordo com, a adoção de sistemas de posicionamento por satélite (GNSS) e sensores de alta precisão permitiu a criação de sistemas de direcionamento automático, resultando em operações mais precisas e redução do desperdício de insumos.

Um exemplo notável da evolução tecnológica na maquinaria autopropelida é a linha M4000 da John Deere. Esta série é equipada com o sistema FieldCruise™, que atua como um limitador de rotação do motor, permite que o produtor configure a rotação máxima do motor, reduzindo assim o consumo de combustível quando as condições de operação não exigirem maior/menor aceleração em ponto morto. Isso resulta em uma distribuição uniforme de insumos, economia de combustível e redução das emissões de gases poluentes.

Portanto, a utilização de equipamentos autopropelidos na agricultura brasileira tem demonstrado ser uma abordagem valiosa para otimizar operações e melhorar a produtividade. A constante evolução tecnológica, como evidenciado pela linha M4000 da John Deere e sua tecnologia FieldCruise™, tem contribuído para o desenvolvimento sustentável do setor, promovendo a eficiência operacional e a preservação ambiental.

As características da máquina utilizada no experimento são as seguintes: potência máxima do motor de 183 kW, equivalente a 245 hp; o motor é do tipo diesel com 4 válvulas e 6 cilindros. A capacidade do tanque de combustível é de 503,5 litros ou 792,5 galões, enquanto o tanque principal tem capacidade para 3000 litros. A lança da máquina tem um comprimento de 27 metros, com uma faixa de velocidade de pulverização variando entre 0 e 30 km/h. A velocidade máxima durante o transporte atinge 50 km/h, e a distância entre a cultura e o pneu padrão é de 170 cm.

Figura 1 - M4030 John Deere.



Fonte: John Deere (2023).

2.2 Economia de Combustível

A economia de combustível em pulverizadores é um tema relevante, pois a redução no consumo de combustível não apenas beneficia os agricultores em termos de custos, mas também contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Para alcançar essa economia, diversas tecnologias podem ser aplicadas, como motores mais eficientes e sistemas de injeção de combustível avançados.

Vários fatores afetam a economia de combustível em pulverizadores, incluindo a velocidade de operação, o tipo de terreno e o estado dos equipamentos. Estudos de caso e

pesquisas anteriores revelam insights importantes sobre como esses fatores influenciam a eficiência energética.

A avaliação da economia de combustível envolve métricas específicas, como o consumo de combustível por hectare pulverizado. Além disso, normas e regulamentações estão em vigor para garantir a conformidade com padrões de eficiência energética em máquinas agrícolas.

Segundo Machado *et al.* (2015), os benefícios da economia de combustível são significativos, tanto do ponto de vista econômico, pela economia de custos, quanto ambiental, pela redução das emissões. No entanto, a indústria enfrenta desafios na busca por maior eficiência energética, como a necessidade de investimentos em tecnologias inovadoras.

2.3 Limitador de Rotação

Os limitadores de rotação operam por meio de um constante monitoramento da velocidade do motor. Quando a rotação do motor se desvia dos parâmetros pré-estabelecidos, esses dispositivos intervêm, ajustando o funcionamento do motor. Isso pode ser realizado de diversas maneiras, como a redução da alimentação de combustível, o corte temporário da ignição ou a alteração da relação de transmissão. Essas ações têm como finalidade principal manter a rotação do motor dentro de uma faixa ideal, o que, por sua vez, garante uma aplicação precisa dos agroquímicos.

Os benefícios dos limitadores de rotação em pulverizadores autopropelidos são consideráveis. Em primeiro lugar, eles contribuem significativamente para a economia de insumos. Ao manter a rotação do motor estável, evita-se a sobre aplicação de produtos químicos, o que não apenas economiza recursos financeiros para os agricultores, mas também reduz o impacto ambiental associado ao uso excessivo de agroquímicos.

Outro benefício notável é a melhoria na eficiência operacional dos pulverizadores. Com a otimização da rotação do motor, a produtividade é aumentada e o tempo de operação é reduzido, permitindo que os agricultores realizem suas tarefas de forma mais eficaz.

Por fim, segundo Souza (2018), não se pode ignorar o benefício ambiental dos limitadores de rotação. Ao evitar oscilações desnecessárias na rotação do motor, esses dispositivos contribuem para a redução das emissões de gases poluentes, alinhando-se com os princípios de uma agricultura mais sustentável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Experimento

A escolha do talhão localizado na localidade de Luminárias, no sul do estado de Minas Gerais, Brasil, para condução de estudos de pesquisa é fundamentada em critérios específicos que garantem a relevância e a eficácia da pesquisa. Este talhão abrange uma superfície de 43,7 hectares.

A representatividade geográfica desempenha um papel importante na escolha do talhão e em estudos científicos. Este talhão em Luminárias se encontra no sul de Minas Gerais, apresentando características geográficas específicas que são relevantes para a pesquisa em questão. Isso possibilita a investigação de fenômenos relacionados a essa região geográfica, como variações climáticas e biodiversidade local, contribuindo para a compreensão de fenômenos regionais.

A escolha do talhão em Luminárias se baseia na combinação de acessibilidade, representatividade geográfica e disponibilidade de recursos, garantindo que a pesquisa seja conduzida em condições ideais e que os resultados obtidos contribuam significativamente para o avanço do conhecimento na área de estudo específica.

Figura 2– Mapa de localização da área de estudo 1.



Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Seguindo os mesmos critérios do primeiro talhão, porém com diferenças em relação ao relevo, a segunda área compreendendo uma superfície de 67,6 hectares, situada na localidade

de Luminárias, situada ao sul do estado de Minas Gerais, Brasil.

Figura 3 – Mapa de localização da área de estudo 2.



Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Por fim a terceira área compreendendo uma superfície de 80,2 hectares, situada também na localidade de Luminárias, ao sul do estado de Minas Gerais, Brasil.

Figura 4 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

3.2 Teste Experimental

No contexto do presente estudo, a delimitação estratégica para a empregabilidade do procedimento de FieldCruise™ nos referidos lotes territoriais adotou uma abordagem criteriosa. Esta estratégia consistiu em uma modulação adequada dos giros por minuto (RPM) do equipamento em questão. O escopo subjacente a tal abordagem residiu na análise da validade do experimento em cenários onde o índice de carga da mencionada máquina se apresenta diminuto, em 40% do fator de carga média do motor em trabalho enquanto os RPM exibem-se em um patamar elevado com média de 2200 RPM. Por conseguinte, foi instituída uma normatização concernente a um limiar específico de rotação. Ressalte-se que o equipamento empregado para a condução dos procedimentos foi identificado como um modelo M4030, pertencente à série M4000, de fabricação John Deere.

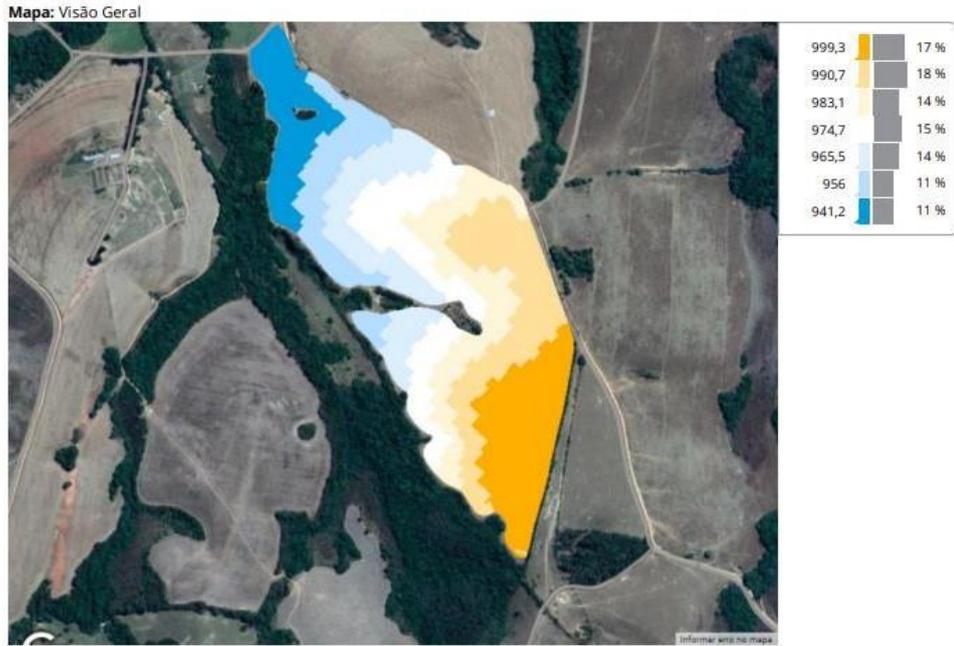
Para estabelecer o contexto do estudo, é fundamental destacar que o teste de ativação do FieldCruise™ é uma avaliação de campo projetada para testar a eficácia de um sistema que limita a rotação do motor. Este sistema utiliza tecnologia de ponta, incluindo sensores e algoritmos avançados.

No caso dos talhões T1, T2 e T3, as condições topográficas específicas da área foram levadas em consideração antes e durante o teste. A topografia do terreno, incluindo a presença de elevações, depressões, declives e inclinações, desempenhou um papel fundamental na definição da trajetória e no desempenho geral do Field Cruise.

Adicionalmente, é importante ressaltar que a análise das condições topográficas do local foi realizada com base em levantamentos detalhados do terreno, incluindo o mapeamento topográfico e a medição de gradientes. Esses dados foram utilizados para planejar a rota do autopropelido e ajustar os parâmetros do sistema, visando otimizar seu desempenho na área específica dos talhões.

Uma representação cartográfica do relevo, Figura 5, Figura 6 e Figura 7 será apresentada com a finalidade de determinar a orientação na qual o pulverizador autopropelido realizará a sua trajetória de aplicação nos talhões T1, T2 e T3.

Figura 5 – Imagens do relevo talhão T1



Fonte: Jonh Deere Operations Center™ (2023).

Figura 6 – Imagens do relevo talhão T2



Fonte: Jonh Deere Operations Center™ (2023)

Figura 7 – Imagens do relevo talhão T3



Fonte: Jonh Deere Operations Center™ (2023).

3.3 Aplicação no Talhão T1 sem a Ativação do Field Cruise

O primeiro talhão a ser trabalhado foi realizado no 14 de abril de 2023. Neste experimento, foi realizada uma aplicação sem a ativação da tecnologia em questão. Foram mensurados três parâmetros principais durante o experimento, a saber: consumo de combustível em litros por hora, e em litros por hectare, produtividade expressa em hectares por hora e qualidade de aplicação, no qual se baseia em uma média de aplicação em todo talhão, esta média é realizada de acordo com as configurações da máquina.

Esses parâmetros foram avaliados e registrados em relação aos três talhões previamente selecionados para a pesquisa. A análise e comparação desses parâmetros em cada talhão constituíram parte fundamental do estudo, visando fornecer informações significativas sobre o desempenho da aplicação sob diferentes condições. As medidas detalhadas desses parâmetros são cruciais para a avaliação da eficácia e eficiência da tecnologia estudada e para a obtenção de insights relevantes para a pesquisa em questão.

No contexto deste estudo, um experimento inicial foi conduzido no talhão T1, sem a ativação da tecnologia Field Cruise. Este experimento visava estabelecer uma linha de base para as avaliações subsequentes. Durante o experimento, a máquina operou com uma rotação média de 2201 RPM no talhão T1. Os resultados detalhados desta avaliação meticulosa foram

registrados através da plataforma Operation Center, que proporcionou informações relevantes para a análise comparativa e a avaliação do impacto da tecnologia Field Cruise na otimização dos indicadores de desempenho em questão.

Os resultados do experimento inicial, sem a intervenção da tecnologia Field Cruise, revelaram os seguintes parâmetros operacionais: consumo médio de combustível: 22,3 litros por hora; Consumo médio de combustível por hectare: 0,7 litros por hectare; Produtividade média: 34,4 hectares por hora; Taxa de qualidade de aplicação estimada: 92,04%.

Esses dados forneceram uma base sólida para a análise comparativa que se seguirá, permitindo-nos entender melhor o impacto da tecnologia Field Cruise na eficiência e na qualidade das operações agrícolas. Portanto, esses resultados iniciais são essenciais para avaliar o potencial da tecnologia em otimizar os indicadores de desempenho e, conseqüentemente, melhorar a produtividade e a eficiência das práticas agrícolas no contexto do talhão T1.

3.4 Aplicação no Talhão T1 com a Ativação do Field Cruise

A fase inaugural do projeto T1 envolveu a implementação da tecnologia Field Cruise, com uma decisão deliberada de estabelecer um limitador de rotação da máquina a 2000 RPM. Esta determinação baseou-se em recomendações do manual de operações específico para a máquina em questão, denominado "Manuais-Pulverizadores Autopropelidos M4030 e M4040 (Número de série 180000 - 189999) - Edição Mundial". O manual explicitamente estipula que o desempenho máximo da máquina é alcançado a 2400 RPM para o Motor de Camada II e a 2200 RPM para o Motor de Camada III. Qualquer redução na velocidade de trabalho a rotação mínima recomendada do motor é de 1800 RPM.

A primeira aplicação da tecnologia Field Cruise no talhão T1 ocorreu em 05 de maio de 2023, e os resultados obtidos merecem uma análise minuciosa. Durante essa aplicação inaugural, o consumo médio de combustível foi registrado em 19,5 litros por hora, com um consumo médio de 0,5 litros por hectare. A produtividade média atingiu 36,6 hectares por hora. Além disso, é importante salientar que a taxa de qualidade de aplicação estimada alcançou um notável patamar de 92,35%.

É relevante observar que o talhão T1, objeto desta aplicação tecnológica, apresenta a menor área de aplicação entre os talhões avaliados. Esses resultados iniciais fornecem uma base sólida para a subseqüente análise comparativa, permitindo a avaliação do impacto da tecnologia Field Cruise na otimização dos indicadores de desempenho em operações agrícolas,

especialmente em áreas de menor extensão como o talhão T1.

3.5 Aplicação no Talhão T2 sem a Ativação do Field Cruise

Neste estudo, examinamos a aplicação em um campo maior, conhecido como talhão T2, que possui uma extensão considerável de 67,6 hectares. Embora o terreno desse talhão não difere muito em relação ao talhão T1, é importante mencionar que sua forma é um pouco mais sinuosa, o que exige uma atenção adicional nas operações agrícolas, principalmente no que diz respeito às bordaduras. Neste trabalho, iremos analisar os resultados obtidos em 18 de abril de 2023, quando foram aplicadas técnicas de agricultura em larga escala no talhão T2.

A aplicação no talhão T2 ocorreu no dia mencionado com uma máquina operando a uma rotação média de 2200 RPM. Durante essa operação, coletamos os seguintes dados: Consumo médio de combustível: 21 litros por hora; Consumo médio de combustível por hectare: 0,7 litros por hectare; Produtividade: 29,2 hectares por hora; Taxa de qualidade de aplicação estimada: 90,18%.

Em resumo, se destaca as técnicas de aplicação no talhão T2, enfatizando a importância de considerar a topografia do terreno ao planejar operações agrícolas em larga escala. A análise dos resultados aponta para a necessidade de atenção especial às bordaduras devido à forma sinuosa do campo.

3.6 Aplicação no Talhão T2 com a Ativação do Field Cruise

A aplicação realizada no talhão T2 ocorreu no dia 23 de maio de 2023, seguindo o padrão pré-estabelecido de rotação de trabalho fixada em 2000 RPM. Essa escolha de manter a rotação em 2000 RPM foi tomada devido à similaridade das condições topográficas com o talhão T1, onde essa configuração já havia sido utilizada. Os resultados obtidos nesta aplicação no talhão T2 foram os seguintes: Consumo médio de combustível: 18,1 litros por hora; Consumo médio de combustível por hectare: 0,6 litros por hectare; Produtividade média: 29,4 hectares por hora; Qualidade de aplicação média: 91,04%.

Esses resultados fornecem informações importantes para a análise comparativa no talhão T2, que permitiram a avaliação da eficácia das configurações operacionais escolhidas, como a rotação de trabalho fixada em 2000 RPM.

3.7 Aplicação no Talhão T3 sem a Ativação do Field Cruise

O talhão T3, o maior entre os talhões avaliados, abrangendo uma área de 80,2 hectares, apresenta condições topográficas e sinuosidade semelhantes às observadas nos talhões T1 e T2. Neste contexto, procedeu-se à primeira aplicação no talhão T3, sem a incorporação da tecnologia, em 13 de abril de 2023. Durante esta aplicação, a máquina operou com uma rotação média de trabalho de 2200 RPM, resultando nos seguintes dados registrados: Consumo médio de combustível: 21,1 litros por hora; Consumo médio de combustível por hectare: 0,8 litros por hectare; Produtividade média: 28 hectares por hora; Qualidade de aplicação média: 86,36%.

Os resultados obtidos nesta aplicação inicial, sem o uso da tecnologia, servirão como ponto de partida para análises comparativas e para a subsequente avaliação do impacto da adoção da tecnologia nas operações agrícolas neste talhão específico.

3.8 Aplicação no Talhão T3 com a Ativação do Field Cruise

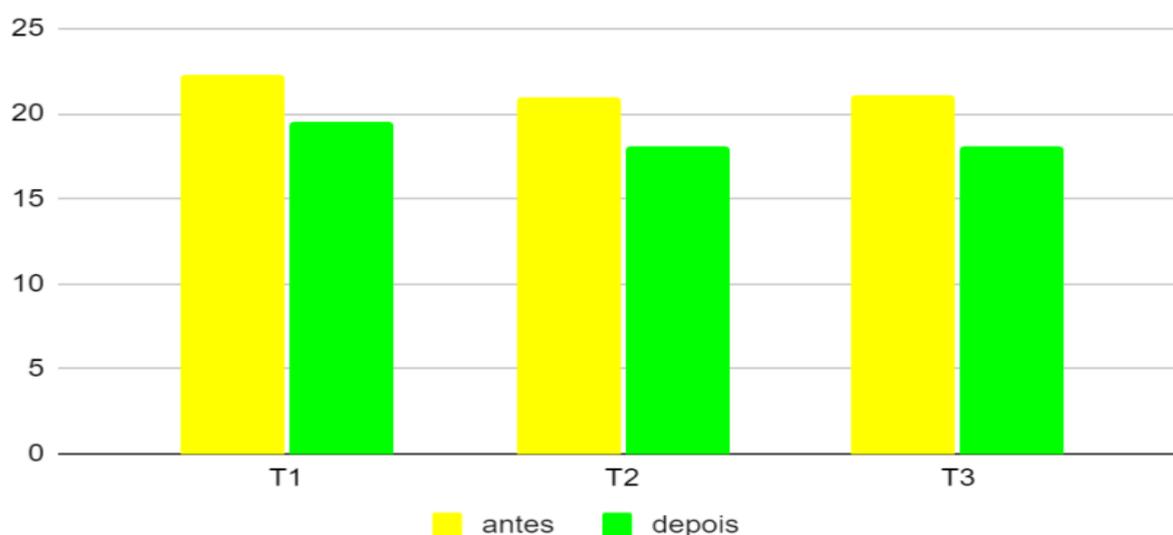
De acordo com os critérios previamente estabelecidos, que levaram em consideração a semelhança topográfica e a sinuosidade do terreno em relação aos talhões anteriores, foi mantido o mesmo valor de rotação da máquina em 2000 RPM para a aplicação no talhão T3. A implementação da tecnologia ocorreu em 24 de maio de 2023, e os resultados obtidos foram os seguintes: Consumo médio de combustível: 18,1 litros por hora; Consumo médio de combustível por hectare: 0,6 litros por hectare; Produtividade média: 30,7 hectares por hora; Qualidade de aplicação média: 90,33%.

Essa abordagem padronizada na rotação de trabalho, devido às semelhanças topográficas, permitiu uma comparação direta com os resultados obtidos na aplicação anterior sem o uso da tecnologia. Os resultados evidenciam a eficácia da tecnologia, mostrando melhorias notáveis em termos de consumo de combustível, produtividade e qualidade de aplicação em relação à aplicação convencional no talhão T3. Essas conclusões constituem uma parte crucial da análise comparativa no contexto deste estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo resultou em resultados altamente satisfatórios, conforme evidenciado pela análise dos dados coletados. Em todos os talhões submetidos ao experimento, observou-se uma redução significativa no consumo de combustível, sem que isso tivesse qualquer influência negativa na qualidade da aplicação ou na produtividade do pulverizador autopropelido. É possível constatar uma diminuição média de 200 rotações por minuto (RPM) em todos os talhões analisados. Para uma apresentação mais elucidativa das variações de desempenho, o Gráfico 1 representa de forma detalhada a economia obtida antes e depois da implementação do sistema Field Cruise.

Gráfico 1 – Consumo Litros/hora



Com o intuito de aprofundar a análise, serão apresentadas imagens dos talhões, obtidas por meio do software Operation Center, para proporcionar uma compreensão mais abrangente do processo. Essas imagens destacam os estágios "antes" e "depois" de cada aplicação, detalhando informações cruciais, tais como velocidade, tempo de operação, consumo de combustível por hectare, produtividade, consumo total de combustível e consumo de combustível por hora. Ao examinarmos o gráfico resultante, seremos capazes de identificar os pontos nos talhões onde o consumo de combustível apresentou maior ou menor variação. Essa abordagem visual enriquecerá nossa análise e contribuirá para uma compreensão mais profunda dos resultados.

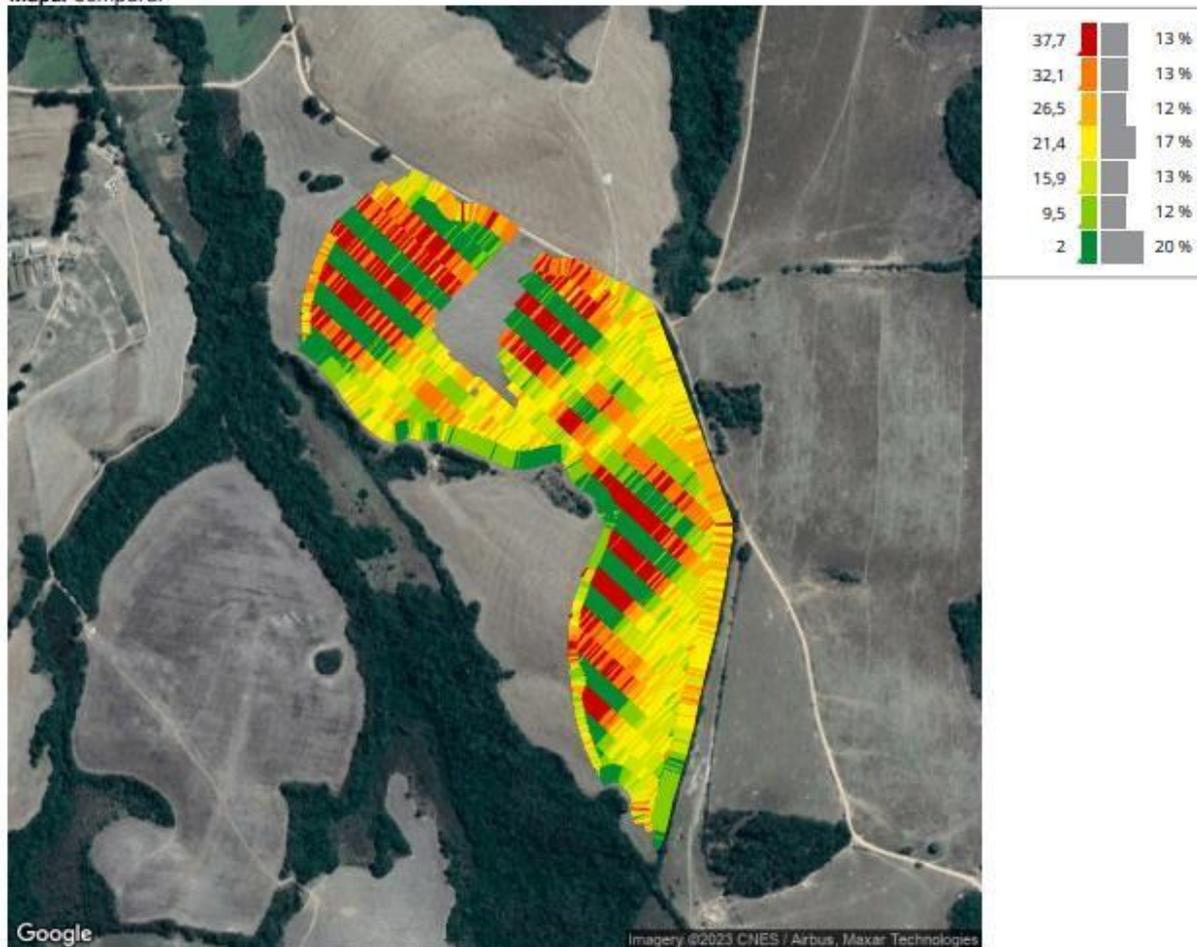
Figura 8 – Talhão T1, sem o uso da tecnologia, consumo de combustível l/h.

Desempenho

Velocidade: 13,3 km/h
Tempo de Trabalho: 52 min
Combustível: 0,7 l/ha

Produtividade: 34,4 ha/hr
Combustível Total: 19,4 l
Combustível: 22,3 l/h

Mapa: Comparar



Fonte: Jonh Deere Operations Center™ (2023).

Figura 9 – Talhão T1 depois do uso da tecnologia, consumo de combustível l/h.

Desempenho

Velocidade: 13,6 km/h

Tempo de Trabalho: 1 hr 36 min

Combustível: 0,5 l/ha

Produtividade: 36,6 ha/hr

Combustível Total: 31,3 l

Combustível: 19,5 l/h

Mapa: Comparar



Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Figura 10 – Talhão T2, sem o uso da tecnologia, consumo de combustível l/h.

Desempenho

Velocidade: 12,4 km/h

Tempo de Trabalho: 2 h 27 min

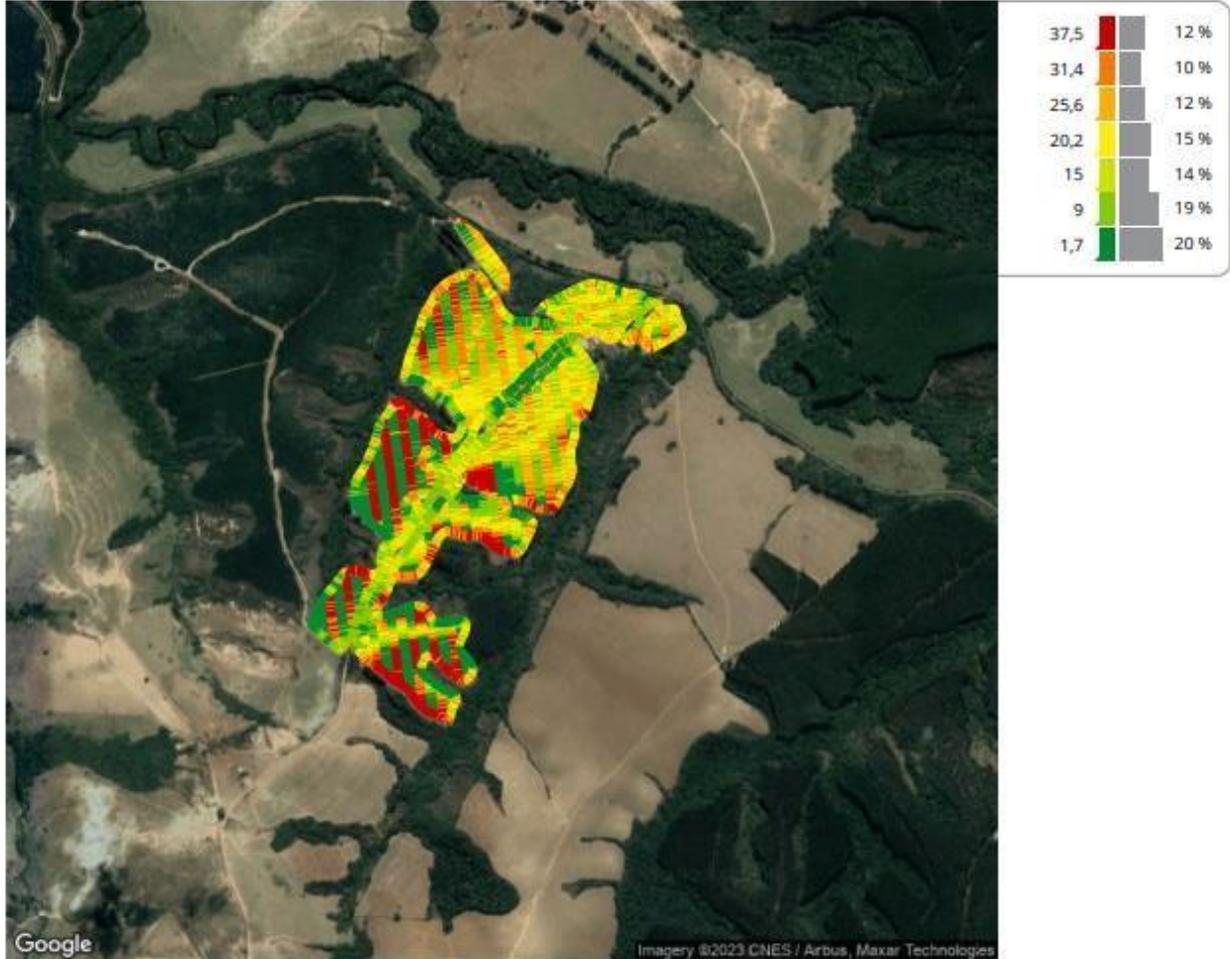
Combustível: 0,7 l/ha

Produtividade: 29,2 ha/hr

Combustível Total: 51,6 l

Combustível: 21 l/h

Mapa: Comparar



Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Figura 11 – Talhão T2, com o uso da tecnologia, consumo de combustível l/h.

Desempenho

Velocidade: 12,8 km/h

Tempo de Trabalho: 2 h 21 min

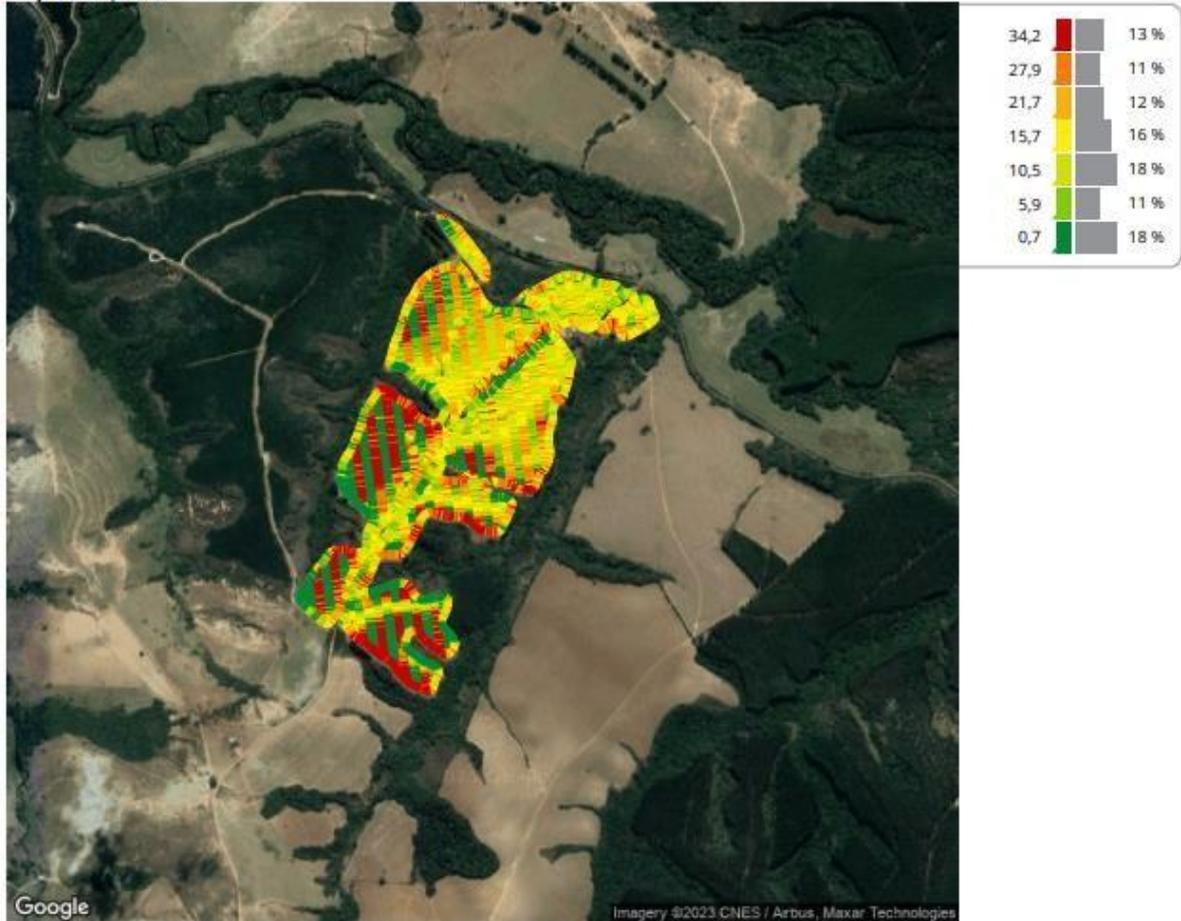
Combustível: 0,6 l/ha

Produtividade: 29,4 ha/hr

Combustível Total: 42,5 l

Combustível: 18,1 l/h

Mapa: Comparar



Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Figura 12 – Talhão T3, sem o uso da tecnologia, consumo de combustível l/h.

Desempenho

Velocidade: 10,9 km/h

Tempo de Trabalho: 2 h 58 min

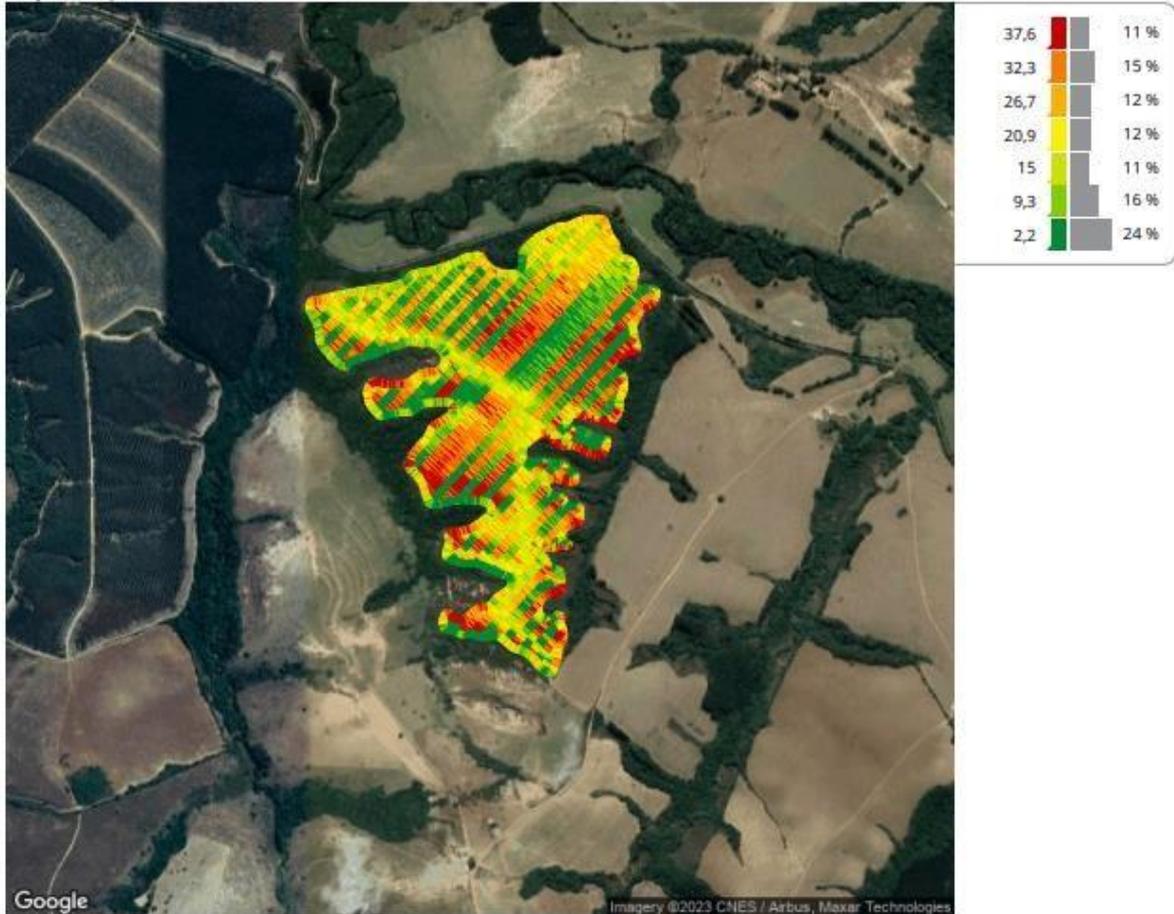
Combustível: 0,8 l/ha

Produtividade: 28 ha/hr

Combustível Total: 62,8 l

Combustível: 21,1 l/h

Mapa: Comparar



Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Figura 12 – Talhão T3, com o uso da tecnologia, consumo de combustível l/h.



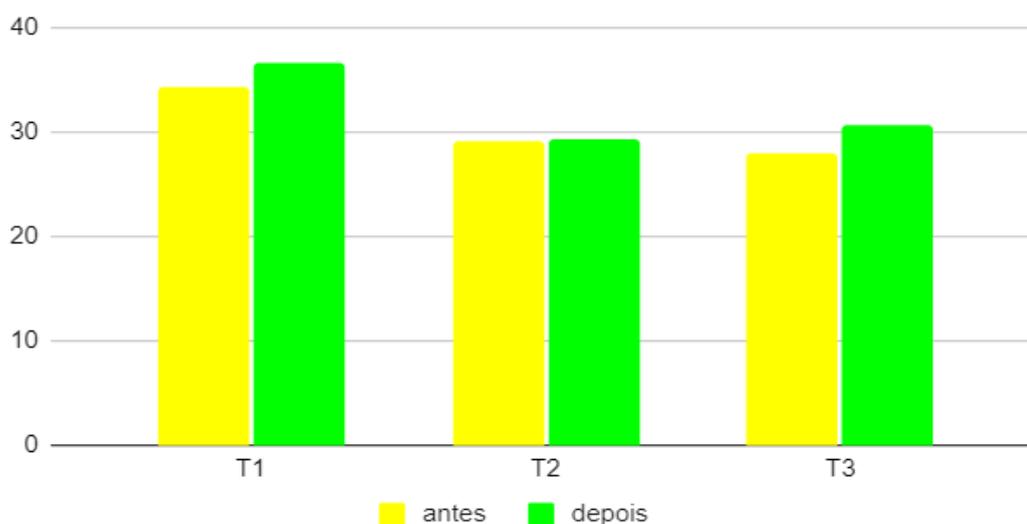
Fonte: Jonh Deere Operations Center™ (2023).

Conforme ilustrado nas representações gráficas anteriormente apresentadas, a redução da rotação do equipamento de 2200 para 2000 rotações por minuto (RPM) proporcionou economias notáveis de combustível nos talhões. No talhão T1, essa otimização resultou em uma economia de 3 litros de combustível por hora e 0,04 litros por hectare. No talhão T2, a economia atingiu a cifra de 2,79 litros por hora e 0,1 litros por hectare, demonstrando sua eficácia. Por fim, no terceiro talhão, T3, a máquina alcançou uma economia de 3 litros de combustível por hora e 0,16 litros por hectare, reforçando a tendência positiva observada com a redução das RPM. Estes resultados indicam claramente os benefícios dessa intervenção na operação da máquina.

Um dos principais focos de investigação deste estudo estava centrado na avaliação do

impacto nas taxas de produtividade do pulverizador. Havia uma preocupação legítima de que ao restringir a rotação da máquina, pudéssemos comprometer a capacidade de executar operações em um maior número de talhões. No entanto, os resultados obtidos demonstram de maneira inequívoca que não houve qualquer alteração significativa na produtividade, o Gráfico 2 será mostrado a seguir em relação à produtividade que é expressa em hectares por hora, mostra uma significativa melhoria sem comprometer o rendimento operacional.

Gráfico 2 – Gráfico de Produtividade.



Conforme claramente demonstrado pelas representações gráficas e imagens obtidas no software Operation Center, é possível identificar variações não significativas na produtividade dos talhões sob investigação. Os resultados indicam um pequeno aumento médio na produtividade expressa em hectares por hora, com um acréscimo de 2,2 hectares no talhão T1, 0,2 hectares por hora no talhão T2 e 2,7 hectares por hora no talhão T3. Esses dados mostram a eficácia da tecnologia utilizada na otimização da máquina pulverizador autopropelelido utilizada para o trabalho, resultando em pequenos ganhos de produtividade nos talhões analisados, não afetando de maneira negativa o trabalho da máquina.

Por último, é importante destacar que, como etapa conclusiva deste estudo, será apresentada uma análise minuciosa da qualidade da aplicação nos três talhões em questão. Para tal fim, será elaborado um gráfico comparativo que permitirá visualizar de forma clara as variações de desempenho antes e depois da implementação da tecnologia. Adicionalmente, as imagens obtidas serão dispostas de maneira a fornecer evidências concretas que embasam as conclusões deste estudo, assegurando a robustez e confiabilidade dos dados coletados. Este enfoque metodológico detalhado e aprofundado contribui para a solidez das constatações e a

validade dos resultados obtidos neste contexto de pesquisa, conforme o Gráfico 3. Este gráfico mostra uma em forma de comparação a qualidade de aplicação antes e depois da utilização da tecnologia, percebe-se notadamente que com a limitação da rotação obteve-se uma melhor qualidade de trabalho, esta qualidade em porcentagem é medida de acordo com a aproximação da taxa aplicada em relação a taxa alvo, quanto mais próximo de 100% maior a qualidade de aplicação do pulverizador autopropelido. Além do gráfico imagens dos relatórios do Operation Center serão mostradas abaixo fazendo um comparativo de antes e depois da utilização da tecnologia.

Gráfico 3 – Gráfico qualidade de aplicação.

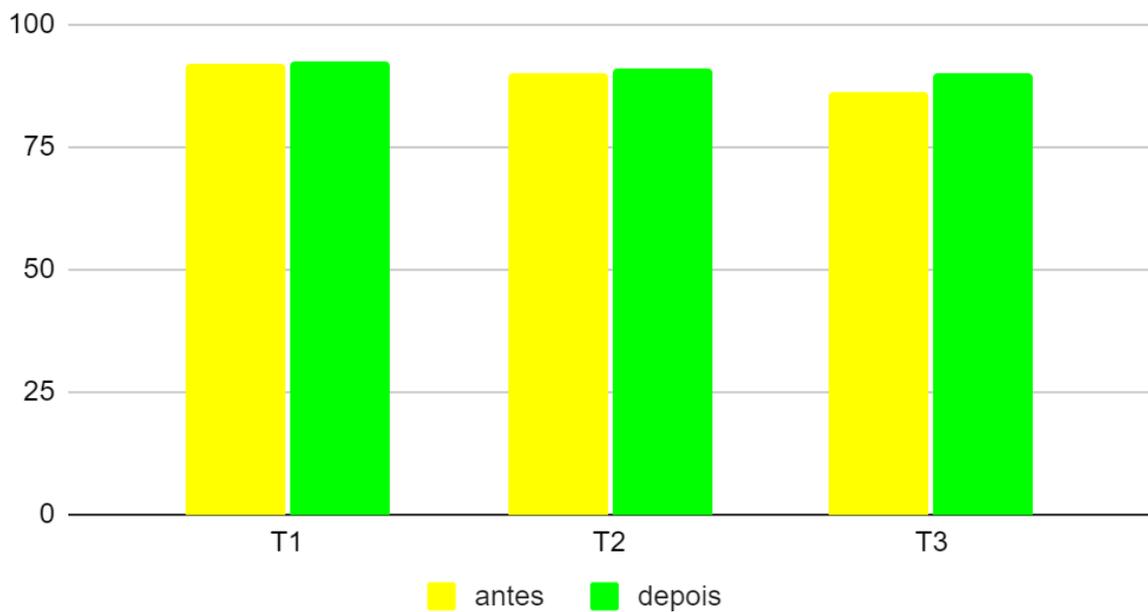
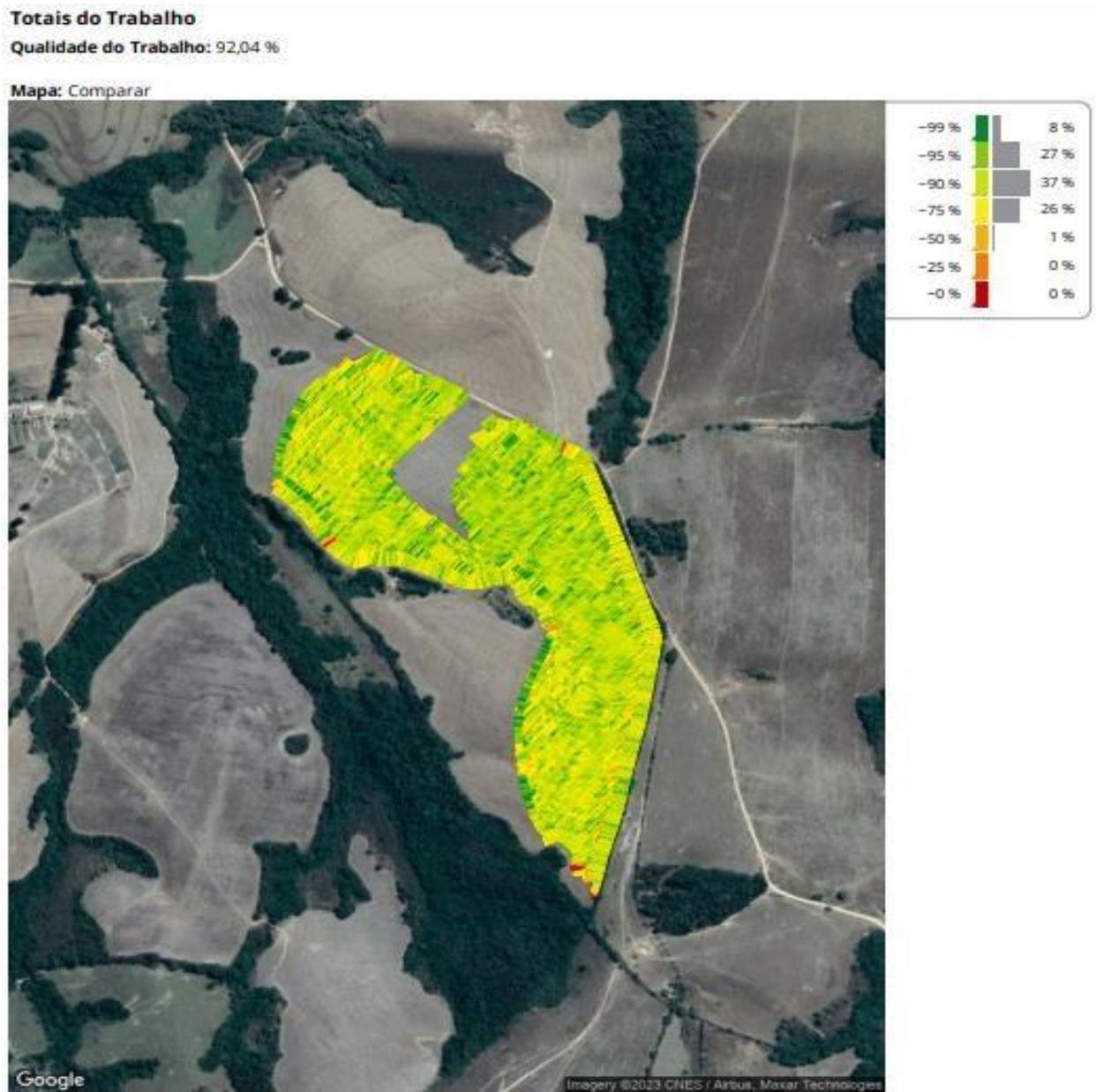
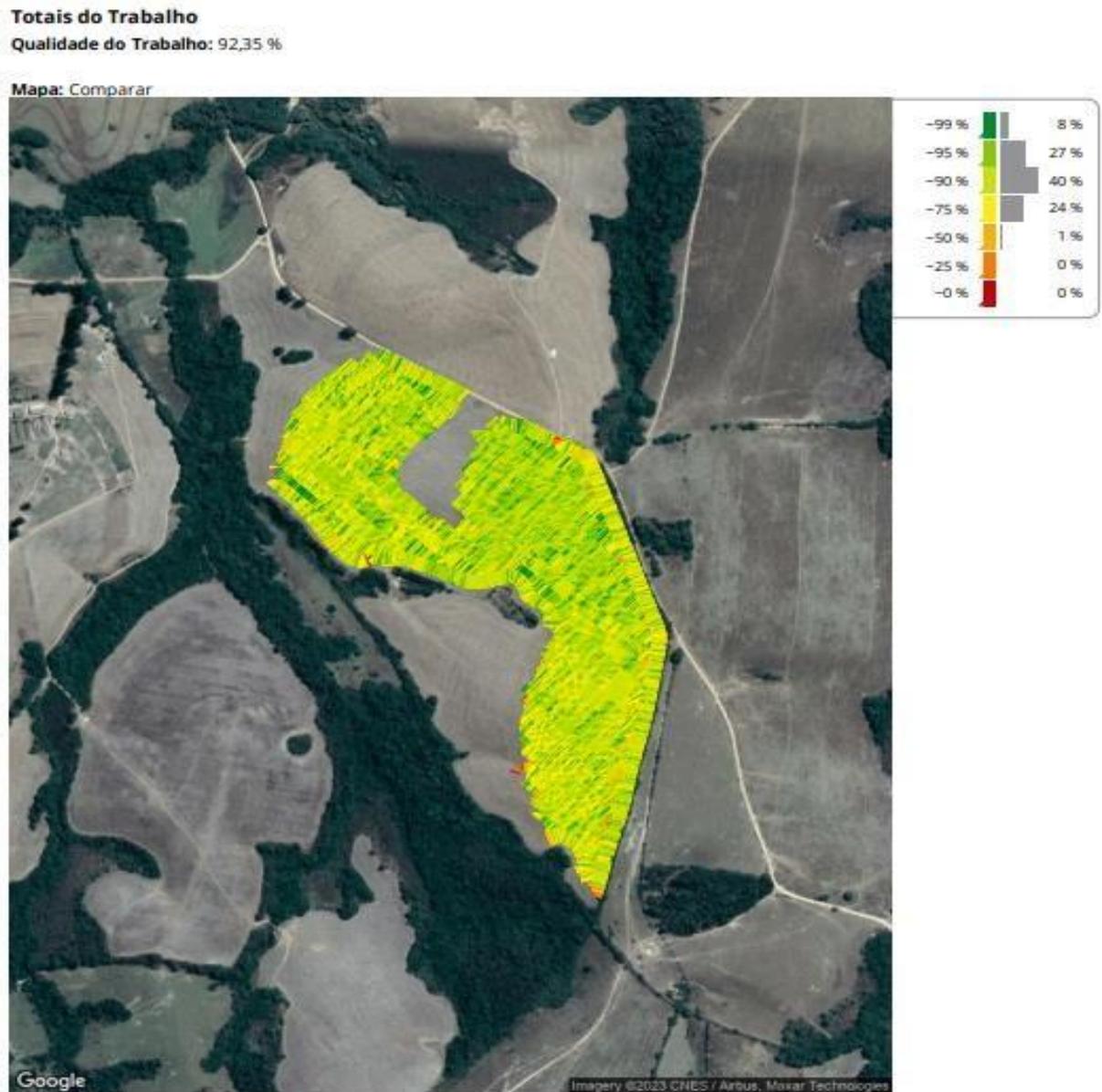


Figura 14 – Talhão T1 qualidade de aplicação antes da utilização da tecnologia



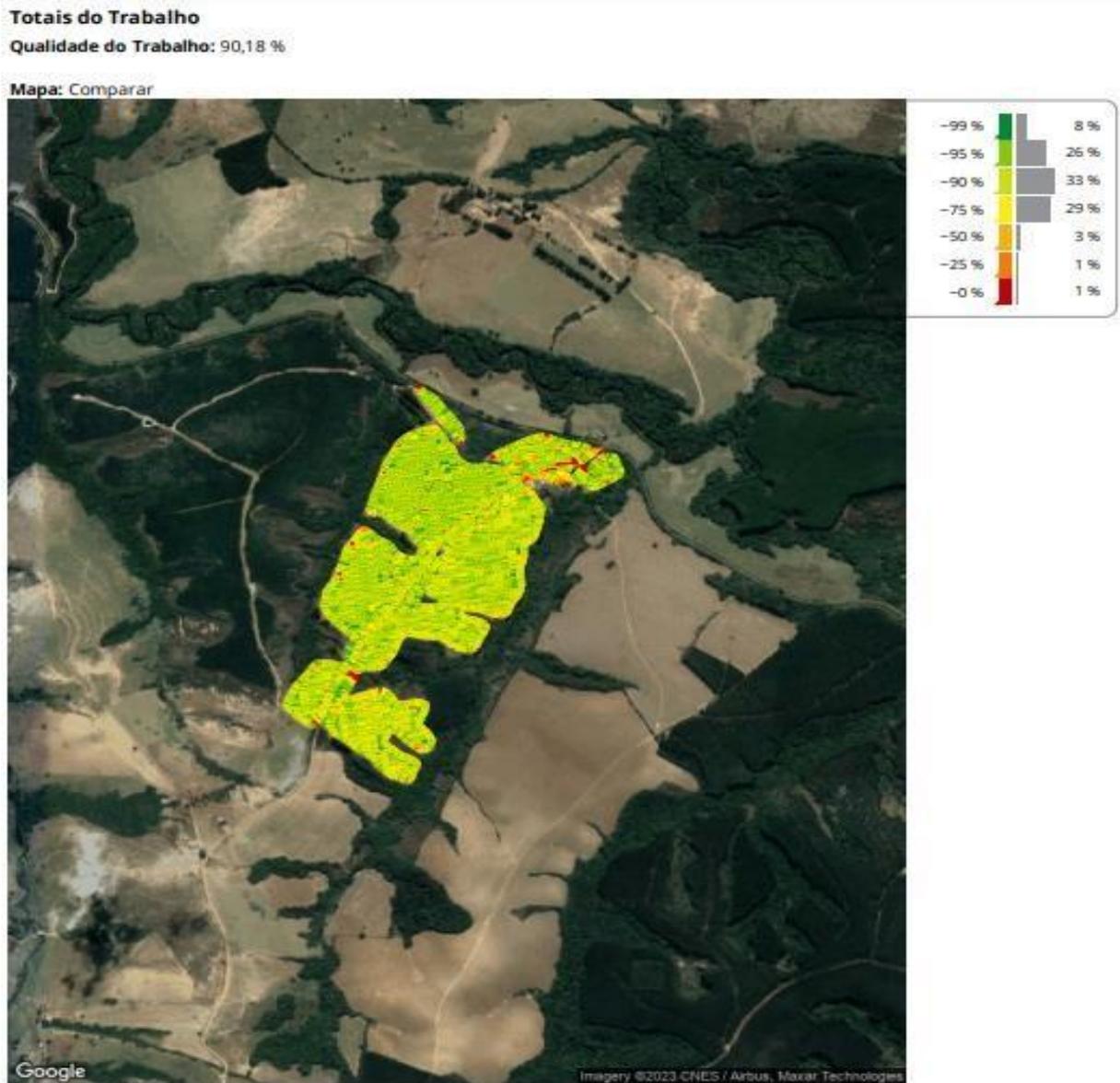
Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Figura 15 – Talhão T1, qualidade de aplicação depois da utilização da tecnologia



Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Figura 16 – Talhão T2 qualidade de aplicação antes da utilização da tecnologia



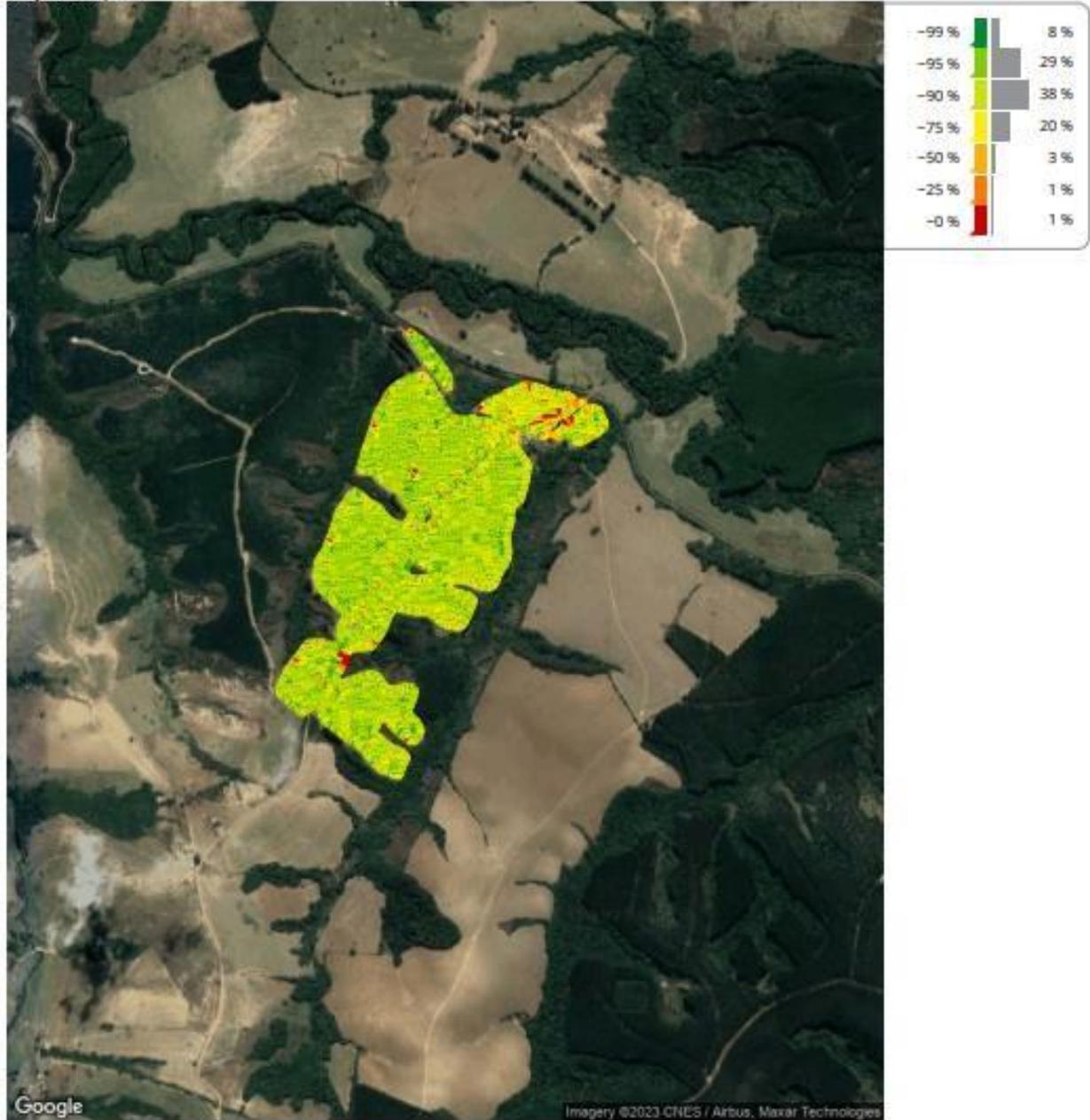
Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Figura 16 – Talhão T2 qualidade de aplicação depois da utilização da tecnologia

Totais do Trabalho

Qualidade do Trabalho: 91,04 %

Mapa: Comparar



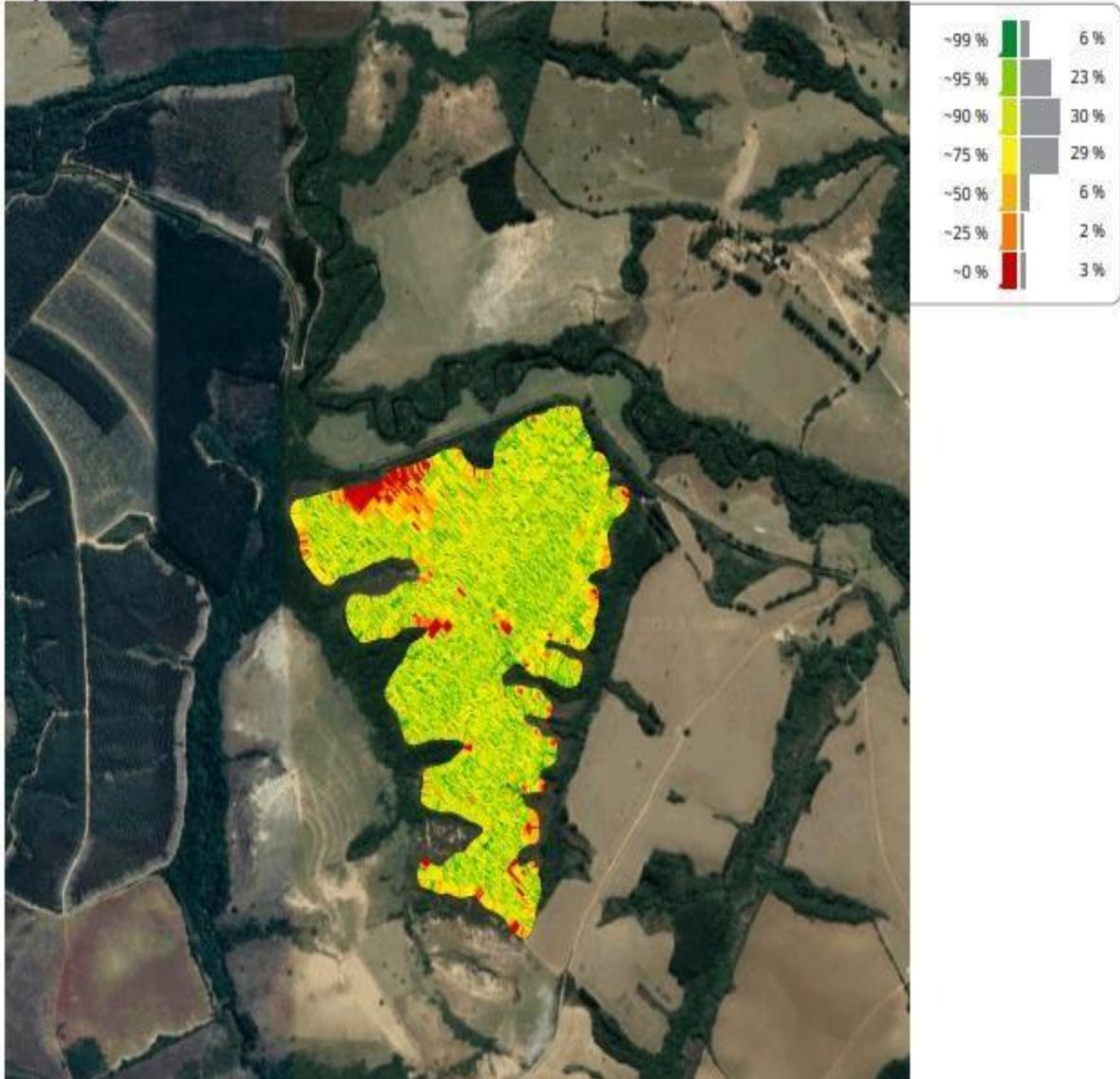
Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Figura 17 – Talhão T3 qualidade de aplicação antes da utilização da tecnologia

Totais do Trabalho

Qualidade do Trabalho: 86,36 %

Mapa: Comparar



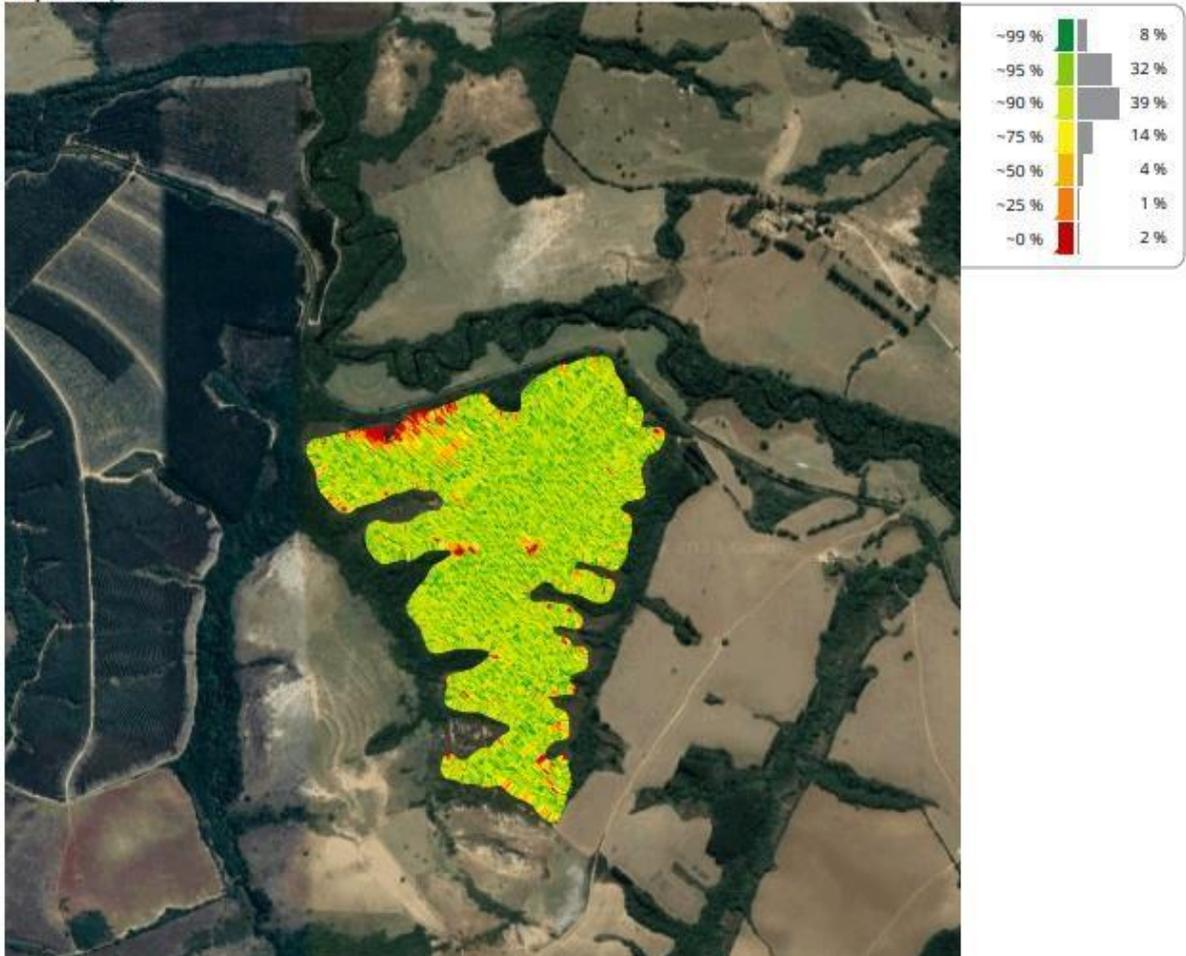
Fonte: John Deere Operations Center™ (2023).

Figura 18 – Talhão T3 qualidade de aplicação depois da utilização da tecnologia

Totais do Trabalho

Qualidade do Trabalho: 90,33 %

Mapa: Comparar



Fonte: Jonh Deere Operations Center™ (2023).

Observa-se, mediante a análise dos resultados, que a aplicação da tecnologia resultou em melhorias discretas, porém mensuráveis, na qualidade do processo de pulverização. Especificamente, constatou-se um aumento de 0,31% na qualidade de aplicação no talhão T1, um incremento de 0,86% no talhão T2 e um notável aumento de 3,97% no talhão T3. Tais resultados evidenciam o êxito da tecnologia empregada no pulverizador autopropelido, respaldando a conclusão de que sua implementação não apenas não prejudica a qualidade da aplicação, mas, de fato, contribui para o seu aprimoramento. Este resultado é de significativa importância no contexto desta pesquisa, demonstrando a capacidade da tecnologia em aprimorar os resultados sem comprometer a qualidade da aplicação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No âmbito das considerações finais deste estudo, é possível afirmar que os resultados obtidos por meio de uma meticolosa análise comparativa, que abarcou a comparação entre os estágios anteriores e posteriores à implementação da tecnologia Field Cruise nos três talhões em questão, apresentam evidências substanciais e promissoras. Estes achados indicam que a adoção desta tecnologia não somente resultou em economias significativas no consumo de combustível, mas também permitiu que o pulverizador autopropelido mantivesse sua eficiência operacional. Vale ressaltar que tais melhorias ocorreram sem provocar impactos adversos no desempenho das tarefas de pulverização.

Desta forma, este estudo oferece uma base sólida para a recomendação da utilização da tecnologia Field Cruise como uma estratégia viável e vantajosa para otimizar a eficiência operacional dos pulverizadores autopropelidos nas operações agrícolas. A economia de combustível e a manutenção da qualidade da aplicação, sem comprometer a produtividade, destacam o potencial desta abordagem como um instrumento eficaz na redução dos custos associados à operação destes equipamentos. Portanto, este trabalho contribui significativamente para a tomada de decisão em prol do aperfeiçoamento das práticas agrícolas e da sustentabilidade operacional em sistemas de pulverização.

Em síntese, como conclusão deste trabalho, é possível destacar uma série de conquistas significativas resultantes da implementação da tecnologia Field Cruise. Observou-se uma notável economia de combustível nos três talhões estudados, com a redução de apenas 200 RPM, mantendo a qualidade da aplicação em níveis praticamente inalterados e, inclusive, ligeiramente aprimorados. A produtividade manteve-se estável ao longo do processo.

No entanto, durante a realização deste estudo, deparamo-nos com alguns desafios notáveis. A questão crítica foi a adequação do RPM padronizado para operações em talhões caracterizados por declives acentuados e contornos sinuosos. Além disso, a disposição dos operadores em adotar a tecnologia Field Cruise desempenhou um papel crucial no êxito deste teste. A economia média de combustível alcançada nos três talhões foi de aproximadamente 0,1666667 litros por hectare. Essa economia terá um impacto financeiro positivo, reduzindo os custos globais das operações. Por exemplo, um cliente hipotético com 1000 hectares que conduz oito aplicações ao longo do ciclo da cultura alcançará uma economia de 1.333,33 litros de combustível, colocando a média do valor do diesel em 2023 em 6,24 R\$ esta economia chegaria há 8.319,97 R\$. Obteríamos também em prol do meio ambiente uma redução de 3,46 toneladas

de Co₂, segundo pesquisas recentes do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), um litro de diesel equivale a 2,6 kg de Co₂.

Esses resultados refletem a importância do Field Cruise não apenas na otimização das operações agrícolas, mas também na promoção da eficiência e na redução do impacto ambiental, reforçando sua relevância no contexto da agricultura moderna.

REFERÊNCIAS

Artioli, T.A. **Técnicas de Controle Estatístico Aplicadas ao Consumo de Combustível das Máquinas para Colheita de Cana.** Repositório Unicamp, 88, 2019. (<https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=552738>).

Machado, T.; Queiroz, D.; Reynaldo, Étore. **DESEMPENHO OPERACIONAL DE PULVERIZADOR AUTOPROPELIDO DE BARRAS NO MUNICÍPIO DE SINOP- MT.** ENCICLOPEDIA BIOSFERA, 11(22), 2015. Recuperado de (<https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1513>).

Sousa, G. N. **Relatório de estágio das atividades desenvolvidas na Fazenda Palmares do Grupo SLC, no município de Barreiras-BA, durante o primeiro semestre de 2018.** 2018. 58 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2018. (<https://bdm.unb.br/handle/10483/21204>).

Manual de Vendas John Deere - ([M4030 | Pulverizadores Autopropelidos | John Deere BR](#))

IPEA - (https://portalantigo.ipea.gog.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1606.pdf).