

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA**

**AGR99006 - DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO**

**ESTUDO DE FERRAMENTA PARA MELHORAR O PROCESSO DE  
REGULAGEM DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS**

**Vagner Luiz Paul Wendt**

**Porto Alegre, julho de 2022.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA**

**AGR99006 - DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO**

**Vagner Luiz Paul Wendt  
00260699**

***“Estudo de ferramenta para melhorar o processo de regulagem de pulverizadores agrícolas”***

**Supervisor do Estágio: Guilherme Argenta, Eng° Agrícola**

**Orientador do Estágio: Michael Mazurana, Eng° Agrônomo**

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:**

**Prof° Dr° Pedro Selbach – Dept° de Solos**

**Prof° Dr° Clésio Gianello – Dept° de Solos**

**Prof° Dr° Alexandre Kessler – Dept° de Zootecnia**

**Profª Drª Carine Simione – Dept° de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia**

**Prof° Dr° José Antônio Martinelli – Dept° de Fitossanidade**

**Profª Drª Renata Pereira da Cruz – Dept° de Plantas de Lavoura**

**Prof° Dr° Sérgio Tomasini – Dept° de Horticultura e Silvicultura**

**Porto Alegre, julho de 2022.**

## RESUMO

O estágio curricular obrigatório foi realizado na empresa SLC Agrícola, mais precisamente na Matriz, localizada em Porto Alegre/RS. Diversas atividades de cunho administrativo foram desenvolvidas durante o período de Estágio, além de ter sido iniciado o desenvolvimento de um estudo de impacto da adoção da ferramenta NewFluxin® nas unidades produtivas da empresa. A proposta da tecnologia é agilizar o processo de aferição de bicos de pulverização, permitindo uma medição rápida e precisa da vazão realizada. Como uma proposta inicial de mensuração do potencial de impacto, considera-se satisfatório o resultado obtido, tendo como destaque o desenvolvimento de um método de cálculo para o acompanhamento da evolução do desgaste das pontas de pulverização.

Palavras-chave: Tecnologia - Pulverização - Vazão - Desgaste.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estimaco considerando 1 procedimento de medio.....	15
Tabela 2. Estimaco considerando 3 procedimentos de medio.....	15

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa do Brasil com a localizao das fazendas.....	7
Figura 2. Relatrio obtido na primeira medio realizada em janeiro.....	17
Figura 3. Relatrio obtido na segunda medio realizada em janeiro.....	18
Figura 4. Relatrio obtido na medio realizada em maio.....	19
Figura 5. rea operacional durante parte do perodo analisado.....	19
Figura 6. <i>Dashboard</i> do Power BI.....	22
Figura 7. Matriz SWOT (FOFA).....	23

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 INSTITUIÇÃO	7
3 REFERENCIAL TEÓRICO	8
3.1 Manutenção de pulverizadores	8
3.2 Manutenção de bicos de pulverização	10
4 ATIVIDADES REALIZADAS	11
4.1 Melhoria na regulagem de pulverizadores	11
4.1.1 Tempo de trabalho	11
4.1.2 Volume de produtos	15
4.2 SAP	21
5 DISCUSSÃO	23
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

## 1 INTRODUÇÃO

O estágio curricular obrigatório foi realizado na empresa SLC Agrícola, mais precisamente na Matriz, localizada em Porto Alegre/RS. Os trabalhos foram desenvolvidos junto ao setor de Mecanização sob supervisão do Eng. Agrícola Guilherme Argenta (Gerente de Mecanização) e sob orientação do prof. Eng. Agr. Michael Mazurana.

Diversas atividades de cunho administrativo foram desenvolvidas durante o período de Estágio, tendo participação direta na gestão dos ativos (máquinas, implementos, veículos e equipamentos) junto ao SAP - sistema de gestão empresarial (ERP)-, no apoio junto às fazendas para utilização correta do sistema, no acompanhamento dos dados obtidos através de ferramenta de telemetria, na elaboração de relatórios de rendimento operacional de conjuntos mecanizados e de custos de manutenção. Além disso, foi iniciado o desenvolvimento de um estudo de impacto da adoção da ferramenta NewFluxin® nas unidades produtivas da empresa, que é o objeto de maior enfoque para a elaboração deste relatório.

A empresa busca a melhoria constante em todas as etapas da produção e, a partir disso, estabelece parcerias com empresas do ramo de tecnologia que oferecem soluções para os problemas inerentes ao processo produtivo. Sendo assim, em função do interesse pessoal no assunto e da área de formação, foi dada a oportunidade de trabalhar no estudo de impacto da aquisição da ferramenta NewFluxin®, da empresa nacional Agroflux®.

A empresa oferece uma ferramenta cuja proposta é agilizar o processo de aferição de bicos de pulverização, permitindo uma medição rápida e precisa da vazão realizada. Isso, por sua vez, tem potencial de proporcionar diversos benefícios diretos e indiretos, como por exemplo a redução no tempo total de regulagem de pulverizadores, a potencial economia de produtos e a maior eficiência nas aplicações (evitando sub e super dosagens) - aspectos que podem resultar em maior rentabilidade e sustentabilidade da atividade produtiva.

É um estudo relativamente complexo e que foi uma atividade secundária durante a realização do Estágio. Sendo assim, ressalta-se que o estudo continua em andamento e, portanto, ainda serão realizadas mais amostragens a fim de se obterem resultados mais sólidos. Contudo, apesar de não estar finalizado, já foi possível obter

alguns indicadores que permitiram a elaboração do presente trabalho e avanços significativos para posicionamento da ferramenta a nível de campo.

## 2 INSTITUIÇÃO

A SLC Agrícola pertence ao Grupo SLC e foi fundada no Estado do Rio Grande do Sul em 1977, tendo como principal atividade produtiva atualmente a produção de grãos, fibras, sementes e, mais recentemente, proteína animal (bovinos de corte). Como culturas agrícolas de maior relevância, destacam-se o algodão, a soja e o milho. Além da rotação de culturas e do plantio direto, a empresa realiza diversos manejos conservacionistas como o terraceamento, utilização de plantas de cobertura, monitoramento de pragas e doenças, aplicação de fertilizantes e corretivos em taxa variável e pulverização seletiva - manejos que convergem para uma agricultura de mitigação de impactos.

Na safra 21/22, a empresa somou uma área plantada de aproximadamente 672,4 mil hectares, distribuídos em 22 unidades produtivas inseridas no bioma Cerrado. As fazendas estão distribuídas em seis Unidades Federativas, mais especificamente nos Estados do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Bahia, Piauí e Maranhão, conforme pode ser visto na Figura 1. A Matriz da empresa é localizada em Porto Alegre/RS.



Figura 1. Mapa do Brasil com a localização das fazendas

A empresa possui um modelo de negócios híbrido, de forma que realiza operações agrícolas em terras próprias e em terras arrendadas, além de realizar também aquisição de terras atualmente tidas como de baixo potencial agropecuário para transformação (implementações de processos de recuperação das condições físico-químicas e biológicas) e venda futura, com um viés mais voltado ao setor imobiliário.

Diversas premiações já foram concedidas para a empresa, através do reconhecimento obtido pelo bom desempenho tanto no setor produtivo em aspectos de produtividade e de sustentabilidade, quanto no âmbito da Gestão de Pessoas e de Processos. Atualmente, a empresa conta com quase quatro mil pessoas em seu quadro de funcionários. Além disso, um marco histórico da empresa foi a abertura de capital, tendo sido uma das primeiras empresas do setor agropecuário a negociar ações na Bolsa de Valores (Ibovespa), no ano de 2007.

A Matriz possui diversos setores, dentre eles o setor de Mecanização, no qual foi realizado o Estágio. Essa área caracteriza-se pelo gerenciamento das máquinas e implementos agrícolas, além dos veículos de uso em geral. Entende-se como parte do gerenciamento as atividades de dimensionamento de frota, planos de renovação do parque de máquinas, políticas de uso e de manutenção, acompanhamento das atividades e do desempenho à campo, além da prospecção de novas tecnologias que agreguem eficiência aos processos produtivos.

Atualmente, a empresa possui em seu parque de máquinas a quantidade de 213 tratores, 179 colhedoras de grãos, 92 colhedoras de algodão, 211 semeadoras e 163 pulverizadores autopropelidos.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Manutenção de pulverizadores**

Para que os produtos fitossanitários possam cumprir seu objetivo é imprescindível que a aplicação seja feita de maneira adequada, e são diversos os fatores envolvidos para que se realize uma pulverização eficiente: manutenção dos equipamentos de pulverização, condições meteorológicas, escolha dos produtos e ordem de preparo das misturas, características da praga-alvo (estádio de desenvolvimento, densidade e dinâmica populacional, nível de infestação),



parâmetros operacionais e condições de funcionamento do equipamento (DORNELLES et al., 2009).

Tendo em vista os diversos componentes que um equipamento de pulverização possui, é fundamental que seja feita a manutenção de todos os elementos presentes para que se tenha um funcionamento pleno, de acordo com o que foi projetado. Destacam-se como componentes principais os depósitos de calda e de água limpa, a bomba, os filtros, o comando hidráulico, as mangueiras, o manômetro, o fluxômetro, o barramento, os porta bicos e os bicos (também chamados de pontas).

Uma das operações básicas é a limpeza do tanque de calda e do equipamento como um todo, que deve ser realizada sempre após as operações. Esta limpeza deve ser realizada sempre sobre uma superfície adequada para tal, com revestimento de cimento e com captação da água resultante para evitar contaminações ao meio-ambiente. É importante ressaltar que essa limpeza deve ser realizada tanto no tanque quanto nas tubulações do circuito hidráulico, visto que a permanência de resíduos de produto pode ocasionar fitotoxidez em uma aplicação subsequente (SILVA et al., 2016).

Como medidas de manutenção preventiva, destaca-se a importância de se conhecer o tipo da bomba instalada no pulverizador e de se realizar periodicamente verificações nas condições dos elementos deste equipamento, mais especificamente nos elementos móveis como rolamentos, anéis de vedação, abraçadeiras, além das trocas de óleo lubrificante do sistema hidráulico de transmissão e bombeamento.

Um elemento mais comum, presente em todos os pulverizadores e que também requer atenção é o manômetro, que mede a pressão do sistema e que interfere diretamente no tamanho da gota e na vazão. Outro elemento que também existe em todos os pulverizadores, apesar de existirem sistemas diferentes que executam a mesma função, é o misturador de calda. Esses componentes precisam estar plenamente ativos, sendo alvo de inspeções periódicas, pois erros provenientes nestes locais são propagáveis em escala de lavoura (DORNELLES et al., 2012).

### 3.2 Manutenção de bicos de pulverização

De acordo com Antuniassi e Baio (2008), além dos elementos do pulverizador em si, é de fundamental relevância a manutenção das pontas de pulverização, pois elas vão gerar as gotas que serão depositadas no alvo, proporcionando ou não a eficiência da aplicação. Afinal, são estes elementos que realizam a interface entre o pulverizador e o alvo da aplicação; ou seja, ainda que todo o sistema do pulverizador em si (bombas, manômetro) esteja adequado e bem regulado, se as pontas não estiverem em bom estado de conservação, a eficiência e a qualidade da pulverização podem ser comprometidas pela desuniformidade na aplicação do produto.

Antes de realizar a manutenção propriamente dita deve ser realizada a verificação da vazão de cada ponta. Essa verificação deve ser realizada em todas as pontas do barramento e, ainda que seja feita apenas com uso de água (sem produtos fitossanitários misturados), o EPI não pode ser dispensado devido à possibilidade de presença de resíduos no sistema de pulverização.

A partir da verificação da vazão das pontas de pulverização é possível inferir sobre o estado de conservação individual, permitindo um levantamento de quais e quantas pontas se encontram em mau estado e qual o procedimento a ser feito. Indicadores como vazão excessiva (acima do recomendado pelo fabricante para determinada pressão) indica desgaste, sendo recomendada a troca da ponta; vazão insuficiente indica entupimento de ponta, filtros ou baixa pressão hidráulica, o qual pode ser resolvido com uma limpeza e/ou troca de filtros e checagem da pressão hidráulica. A recomendação técnica é de troca de todas as pontas do barramento quando mais de 10% das pontas do barramento apresentarem vazão com mais de 10% de erro em relação à vazão nominal indicada pelo fabricante (pontas novas), independentemente do percentual total de erro apresentado pelo equipamento (SILVA et al., 2016).

O desgaste de pontas ocorre basicamente em função de fatores físicos e químicos: a erosão ocorre pela ação abrasiva do líquido e a corrosão ocorre pelas características químicas da calda de pulverização, que podem oxidar ou ressecar o material da ponta. Cabe destacar que a erosão é influenciada pela pressão de trabalho do sistema, aumentando de forma diretamente proporcional.

Além da pressão e dos produtos misturados na calda, a vida útil de uma ponta de aplicação depende também do material construtivo. Estudos de Silva et al. (2016)

indicam que pontas em material do tipo latão apresentam desgaste mais acelerado em relação aos bicos de poliacetal e de cerâmica. Considerando como parâmetro o de aumento de 10% da vazão em relação à original, testes laboratoriais apontaram que pontas em material do tipo de latão apresentam desgaste com 100 horas de trabalho, ao passo que bicos de poliacetal e de cerâmica apresentam desgaste semelhante somente a partir de 400 horas. Cabe ressaltar que, conforme afirmam os autores, as caldas utilizadas em laboratório geralmente são mais abrasivas do que as caldas formuladas à campo, o que por sua vez implica que provavelmente a vida útil das pontas pode ser maior do que indicam os testes.

## **4 ATIVIDADES REALIZADAS**

### **4.1 Melhoria na regulagem de pulverizadores**

#### 4.1.1 Tempo de trabalho

Inicialmente foi projetado em se trabalhar os aspectos relacionados diretamente à qualidade de aplicação. Porém, considerando que o estágio foi realizado integralmente na Matriz, em Porto Alegre/RS, foi inviável operacionalmente a realização de obtenção de dados e de análises in loco nas fazendas. Sendo assim, o trabalho foi direcionado ao processo de calibração e regulagem em si, sobre dados obtidos em campo, de máquinas que estavam e estão em operação. Assim, com os dados repassados e com análise de processos envolvidos, foram elaboradas melhorias nos protocolos de calibração e regulagem, a fim de que o operacional em campo pudesse não apenas ganhar tempo, mas ser efetivo ainda mais no posicionamento de produtos. É neste sentido que foi inserido a ferramenta NewFluxin®.

Para se fazer a comparação entre o processo de regulagem e calibração convencional e o processo a partir do uso do NewFluxin®, foi necessário levantar alguns dados de cada um dos procedimentos. Assim, foram realizados contatos com diversos Coordenadores de Manutenção das fazendas da empresa para levantamento de informações a respeito do tempo demandado para realização via protocolo convencional de verificação da vazão das pontas de pulverização.

O protocolo convencional consiste basicamente na pesagem de baldes que captam o líquido pulverizado por um período específico. Assim, por meio da relação da densidade do fluido, determina-se a vazão de cada ponta. De acordo com os relatos, a medição em cada ponta é feita durante um minuto. A partir da massa obtida, desconta-se o peso do próprio balde e se obtém de forma indireta a vazão (volume por tempo). Ressalta-se que o procedimento é feito com água e, como a densidade da água é de 1 kg/L, o peso medido é equivalente ao volume captado.

Em relação ao tempo demandado para a atividade houve algumas divergências de valores, mas se considerou como tempo mínimo necessário para calibração e regulagem de cada equipamento o período de 2,5 horas. Sabe-se que esse é um valor estimado a partir do empirismo de cada pessoa, mas considerando a experiência prática dos Coordenadores, é um valor confiável - ainda que "otimista", visto que houve quem relatou até 4 horas, fato plenamente possível quando se considera que são 64 a 72 pontas de pulverização por equipamento e a necessidade de se pesar recipiente por recipiente, checar os dados e repetir o processo, caso ocorra algum erro. Considerando que os operadores possuem uma capacitação suficiente para realizar a tarefa de forma mais eficiente possível, optou-se pelo uso do valor mais diminuto para evitar uma superestimação dos potenciais benefícios que a ferramenta NewFluxin® poderia proporcionar ao processo, caso incorporada.

Não houve divergências quanto ao número de funcionários demandados para a atividade, sendo apontados como necessários no mínimo dois - um no controle do cronômetro e registrando os dados e outro manejando o enchimento dos recipientes tanto na coleta de fluido como na pesagem.

A tecnologia NewFluxin® tem como objetivo facilitar e agilizar o processo de regulagem de pulverizadores a partir da utilização de um fluxômetro digital, de um aplicativo para celular e de uma plataforma de gestão e análise de dados na web. A tecnologia aplicada como ferramenta é composta por duas partes: o fluxômetro que é um componente físico que captura a vazão de cada ponta e o software que proporciona conexão e sincronização com *smartphones* apresentando em um *display* multifuncional a leitura dos valores auferidos pelo fluxômetro, realizando procedimentos matemáticos e estatísticos que resultam em novos dados que podem então ser interpretados pelo operador ou equipe.

De forma complementar, através da tecnologia Bluetooth® o fluxômetro se comunica com o aplicativo de celular e a plataforma web. A principal função do app é

permitir que o usuário insira os parâmetros necessários previamente à realização da leitura, que por sua vez podem ser informados de duas formas: podem ser inseridos os dados básicos como por exemplo o número de pontas, espaçamento, modelo da ponta, pressão hidráulica de trabalho e velocidade do pulverizador, para que o sistema calcule a taxa de aplicação. Outra forma, disponível para pulverizadores mais modernos, é a possibilidade de obter a informação “pronta” da taxa de aplicação através do próprio monitor da máquina, e inserir o dado diretamente.

A partir da inserção dos parâmetros, o operador pode inicializar a medição ponta a ponta. É necessário fazer o encaixe correto do bocal do equipamento junto à ponta para que seja realizada a medição. Caso o encaixe não seja adequado, a vazão não será constante em função do vazamento e o equipamento solicita o reinício da medição. Quando a medição é bem-sucedida, o equipamento emite um sinal sonoro que indica a conclusão da medição e o envio dos dados ao *smartphone*, permitindo ao operador a continuação do procedimento na ponta seguinte. Quando realizada corretamente, o tempo de medição de cada ponta é de 5 segundos.

A fim de se quantificar o potencial benefício pelo uso da ferramenta, foram realizados cálculos utilizando dados de rendimento operacional de pulverizadores, fatores operacionais da ferramenta, e informações coletadas diretamente com os coordenadores de manutenção das fazendas.

O valor de rendimento operacional dos pulverizadores foi verificado a partir dos dados obtidos pelo sistema de telemetria das máquinas, que faz o levantamento de área trabalhada, tempo em trabalho, tempo de parada (limpeza, refeição, fim de turno, por exemplo), entre outros parâmetros relativos à eficiência. Esses dados são atualizados constantemente e podem ser vistos, em tempo real, pelo site da plataforma, uma vez que todas as fazendas operam com tecnologia 4G.

Por meio de sistema de filtragem de dados presentes na plataforma, foi buscado o valor relativo aos pulverizadores que possuem 36 m de barramento, visto que a maioria dos pulverizadores atualmente utilizados na empresa possuem esse comprimento de barra e que, no futuro próximo, provavelmente os novos pulverizadores deverão ter essa mesma dimensão. Não foi feita distinção entre fazendas e entre culturas, e os dados representam a média do rendimento operacional durante a safra 21/22 (dados de setembro de 2021 até junho de 2022). Sendo assim, obteve-se o valor médio de rendimento operacional de 68,16 ha/h.

Em relação à ferramenta NewFluxin®, anteriormente foi explicado que o tempo médio necessário para medição de cada ponta de pulverização é de 5 segundos. Tomando por base que os equipamentos possuem 72 pontas no barramento e multiplicando-se o valor por 72, que representa o número de bicos instalados em um pulverizador com 36 metros de barra (espaçamento de 50 cm entre bicos), obtém-se um tempo de 360 segundos, ou seja, 6 minutos para verificação da condição de cada equipamento quanto à vazão das pontas.

Porém, sabe-se que esse tempo não é o resultado final praticado, pois esse é o tempo somente de medição efetiva dos bicos. Deve-se considerar o tempo total, que envolve também o deslocamento do operador entre um bico e outro, a transferência dos dados do fluxômetro para o *smartphone*, além de possíveis retrabalhos (medições que devem ser refeitas em função de leituras mal feitas, que acabam não sendo contabilizadas pelo equipamento).

Sendo assim, foram realizadas reuniões por vídeo chamadas com o coordenador de manutenção e com o auxiliar de lavoura da fazenda envolvida no projeto a fim de refinar os dados e retrabalhar as informações obtidas.

A partir dessas conversas, foi relatado que o tempo médio necessário para medição da vazão de todos os 72 bicos utilizando-se o fluxômetro é de 20 minutos, representando uma média de 16,67 segundos por ponta, ou seja, aproximadamente três vezes mais do que o valor calculado em escritório, mas ainda assim muito abaixo do tempo gasto no protocolo convencional, que corresponde a 125 segundos por ponta.

Com todos os valores determinados, foi realizado o cálculo para verificação da diferença de área que deixaria de ser aplicada quando utilizado cada um dos métodos abordados, uma vez que quanto maior o tempo de parada para calibração, menor é a área efetiva aplicada. Ressalta-se que o fator tempo considerado nos cálculos refere-se somente à verificação da vazão, pois o tempo total de regulagem é maior, pois envolve limpeza e/ou troca dos bicos; mas como esse processo se mantém igual independentemente do método utilizado para verificação da vazão, foi desconsiderado.

Para determinação da área, primeiro foi calculada a diferença de tempo entre os métodos e então multiplicou-se essa diferença pelo rendimento operacional. Considerando a realização de um procedimento de medição feito com um único pulverizador, a diferença de área representada pela adoção da ferramenta é de 113,8

hectares. Considerando um total de 49.711 hectares aplicados por esse pulverizador desde o início da safra (01 de setembro de 2021) até o dia 31 de maio de 2022, a diferença de área corresponde a 0,23%.

Quando multiplicada essa área pela quantidade de pulverizadores que possuem essa dimensão de barramento e esse mesmo número de pontas, obtém-se uma área de cerca de 15.140 hectares, conforme representado na Tabela 1.

1 medição/safra	Tradicional	Agroflux	Diferença	133 PVs
RO [ha/h]	68,16	68,16	-	-
Tempo [h]	2	0,33	1,67	222,11
Área [ha]	136,32	22,49	113,83	15.139,02

Tabela 1. Estimação considerando um procedimento de medição

Conforme pode ser visualizado na Tabela 2, quando considerados os três procedimentos preconizados pela política de manutenção, a área é multiplicada pelo número de medições resultando em uma área total de aproximadamente 45.410 hectares. Em relação ao total de 3.099.370 hectares aplicados entre 01 de setembro de 2021 até 31 de maio de 2022, esse valor corresponde a 1,46%.

3 medições/safra	Tradicional	Agroflux	Diferença	133 PVs
RO [ha/h]	68,16	68,16	-	-
Tempo [h]	6	0,99	5,01	666,33
Área [ha]	408,96	67,48	341,48	45.417,05

Tabela 2. Estimação considerando três procedimentos de medição

#### 4.1.2 Volume de produtos

Além da análise sobre o tempo envolvido no processo de regulagem, buscou-se avaliar os possíveis impactos no volume de calda aplicado. Utilizou-se como base as medições realizadas em uma Fazenda em um pulverizador marca John Deere modelo M4040®, que possui as características citadas anteriormente - 36m de barra e 72 bicos.

O sistema gera relatórios automáticos a partir das medições realizadas, apresentando os parâmetros básicos inseridos e os resultados de maior e menor vazão medidas, vazão total real e coeficiente de variação. Importante ressaltar que são fornecidos resultados em relação à vazão nominal (de fábrica) e à vazão média (média de todos bicos do pulverizador), o que permite avaliar de mais formas a situação do equipamento. Por exemplo, de acordo com a norma ABNT NBR ISO 16119 é permitido 5% de variação na vazão nominal de pontas novas - por isso é recomendado pela fabricante do equipamento NewFluxin® a utilização de 10% de tolerância na vazão nominal. Em relação aos valores de vazão média, é possível inferir se o estado de conservação das pontas do pulverizador está uniforme ou desuniforme. Além disso, esses valores podem influenciar na possibilidade de se fazerem pequenos ajustes na pressão hidráulica do sistema ou na velocidade de deslocamento, quando se identificar inconformidade da vazão média em relação à vazão nominal.

As primeiras medições foram realizadas no dia 27/01/2022. Antes de realizar a medição, o operador calibrou o equipamento seguindo as orientações do fabricante e inseriu no *smartphone* os parâmetros básicos, como a tolerância para vazão nominal de 10% (relativa às pontas novas, de fábrica), tolerância para vazão média de 5% (relativa à média de todas as pontas do pulverizador), pressão hidráulica de 500 kPa, modelo do bico (Teejet AI-11002-VS), número de pontas e a vazão total desejada (72,0 L/min).

Na primeira medição, o pulverizador apresentou uma vazão total de 66,3 L/min, o que corresponde a 8% a menos da vazão total desejada. Como a vazão nominal de cada ponta é de 1,02 L/min e a tolerância é de 10%, a vazão mínima é de 0,91 L/min; das 72 pontas, oito estavam com vazão abaixo desse valor: pontas nº 6, 15, 16, 38, 44, 51, 64 e 69. O coeficiente de variação geral foi de 10,32%. A menor vazão medida foi de 0,70 L/min, o que corresponde a uma variação de 31,37% em relação à vazão nominal.

Em relação à vazão média, cinco pontas apresentaram valores divergentes, sendo três abaixo da média e duas acima da média. O coeficiente geral de variação foi de 3,75%, o que aponta a uniformidade entre as pontas no barramento. A vazão média por ponta do pulverizador foi de 0,92 L/min – valor muito próximo à vazão nominal mínima das pontas na pressão de 500 kPa. As informações fornecidas no



relatório podem ser visualizadas na Figura 2, e o relatório completo consta no anexo A.

Parâmetros de vazão nominal			Parâmetros de vazão média		
Vazão nominal	Vazão mínima	Vazão máxima	Vazão média	Vazão mínima	Vazão máxima
1,02 L/min	0,91 L/min	1,12 L/min	0,92 L/min	0,87 L/min	0,96 L/min
Resultado			Resultado		
Abaixo do permitido		Acima do permitido		Abaixo do permitido	
11,11% da área (8 pontas)		0,00% da área (0 pontas)		4,17% da área (3 pontas)	
16,18% do volume		0,00% do volume		14,13% do volume	
Total fora da faixa		Coeficiente de Variação geral		Total fora da faixa	
11,11% da área (8 pontas)		10,32%		6,94% da área (5 pontas)	
				3,75%	

Figura 2. Relatório obtido na primeira medição realizada em janeiro

De acordo com o que foi relatado pelo auxiliar de campo, logo após a primeira medição foi efetuada a limpeza das oito pontas que apresentaram inconformidade, e então foi realizada uma nova medição em todo o barramento. Nesta segunda verificação, a vazão total mensurada foi de 70,55 L/min, o que corresponde a um erro de 2% em relação à vazão desejada. Ainda assim, não houve nenhuma ponta que apresentou vazão abaixo ou acima da tolerância nominal de 10%. As oito pontas que apresentavam valores inconformes apresentaram valores adequados após o desentupimento e limpeza dos filtros. O coeficiente de variação foi de 4,46%, representando uma redução de 5,86% em relação à primeira medição.

Os valores de vazão média também melhoraram, visto que a vazão média aumentou para 0,97 L/min. Quatro pontas apresentaram vazão acima da média, algo que na prática não representa um problema visto que os valores de vazão média máxima se encontram dentro da tolerância da vazão nominal. O coeficiente de variação foi de 2,44%, representando uma redução de 1,31%, conforme Figura 3.

Parâmetros de vazão nominal			Parâmetros de vazão média		
Vazão nominal 1,02 L/min	Vazão mínima 0,91 L/min	Vazão máxima 1,12 L/min	Vazão média 0,97 L/min	Vazão mínima 0,92 L/min	Vazão máxima 1,01 L/min
Resultado		Resultado			
<b>Abaixo do permitido</b> 0,00% da área (0 pontas) 0,00% do volume	<b>Acima do permitido</b> 0,00% da área (0 pontas) 0,00% do volume	<b>Abaixo do permitido</b> 0,00% da área (0 pontas) 0,00% do volume	<b>Acima do permitido</b> 5,56% da área (4 pontas) 5,67% do volume		
<b>Total fora da faixa</b> 0,00% da área (0 pontas)	<b>Coefficiente de Variação geral</b> 4,46%	<b>Total fora da faixa</b> 5,56% da área (4 pontas)	<b>Coefficiente de Variação geral</b> 2,44%		

Figura 3. Relatório obtido na segunda medição realizada em janeiro

Estas medições realizadas no dia 27/01/2022 foram feitas quase quatro meses após o início da safra 21/22, que teve início no dia 01/09/2021. De acordo com a política da empresa, devem ser feitas regulagens nos pulverizadores a cada quatro meses, o que representa três procedimentos durante a safra. Indo de acordo com esse período, foi solicitado à equipe da fazenda uma nova medição neste mesmo pulverizador, para que pudesse ser feita uma comparação entre os resultados e uma análise acerca do estado de conservação das pontas.

Esta nova medição foi realizada no dia 31/05/2022 utilizando-se os mesmos parâmetros das medições realizadas em janeiro. A vazão total mensurada foi de 75,64 L/min, o que representa um erro de 5% em relação à vazão total desejada. Em relação à vazão nominal, duas pontas apresentaram vazão abaixo do desejado (pontas nº 48 e 53) e duas apresentaram vazão acima do desejado (pontas nº 12 e 21). A vazão mínima medida foi de 0,86 L/min (15,68% de variação) e a máxima foi de 1,28 L/min (25,49% de variação). O coeficiente de variação foi de 5,62%.

A vazão média total das pontas foi de 1,05 L/min, valor ligeiramente superior à vazão nominal. Seis pontas apresentaram inconformidade, sendo três com vazão abaixo da média e três acima da média. Ainda assim, não representam problemas na aplicação pois os valores se encontram na faixa de tolerância da vazão nominal. O coeficiente de variação foi de 4,62%. Os resultados podem ser vistos na Figura 4.

Parâmetros de vazão nominal			Parâmetros de vazão média		
Vazão nominal	Vazão mínima	Vazão máxima	Vazão média	Vazão mínima	Vazão máxima
1,02 L/min	0,91 L/min	1,12 L/min	1,05 L/min	0,99 L/min	1,10 L/min
Resultado			Resultado		
<b>Abaixo do permitido</b>		<b>Acima do permitido</b>		<b>Abaixo do permitido</b>	
2,78% da área (2 pontas)		2,78% da área (2 pontas)		4,17% da área (3 pontas)	
14,22% do volume (8,70 L/Ha)		18,14% do volume (11,10 L/Ha)		15,56% do volume (9,80 L/Ha)	
<b>Total fora da faixa</b>		<b>Coefficiente de Variação geral</b>		<b>Total fora da faixa</b>	
5,56% da área (4 pontas)		5,62%		8,33% da área (6 pontas)	
				<b>Coefficiente de Variação geral</b>	
				4,62%	

Figura 4. Relatório obtido na medição realizada em maio

Passaram-se 124 dias entre as duas regulagens - 27 de janeiro e 31 de maio. Conforme pode ser visualizado na Figura 5, através dos dados obtidos pelo sistema de telemetria verificou-se que somente no dia 29 de janeiro o pulverizador não realizou aplicação. Isso denota a necessidade de intensificação na aferição dos mesmos, pois a área aplicada é significativamente elevada e pequenos desvios para mais ou para menos tomam proporções muito grandes.

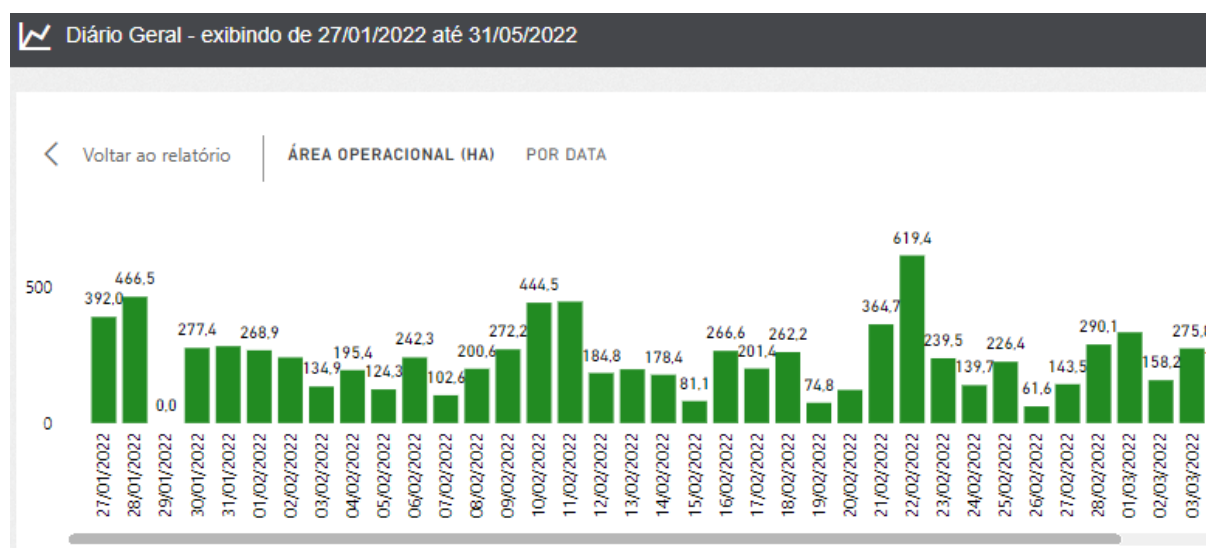


Figura 5. Área operacional durante parte do período analisado

A medição feita no final de maio apontou 75,64 L/min de vazão total real, o que representa 3,64 L/min a mais do que a vazão total desejada de 72,00 L/min a cada minuto de aplicação. Em relação à medição realizada no dia 27 de janeiro após o

ajuste dos bicos, onde mediu-se a vazão de 70,55 L/min, a diferença total do período foi de 5,09 L/min.

Através dos dados de telemetria, verificou-se que durante este período o pulverizador em questão teve rendimento operacional médio de 62,3 ha/h, tendo como tempo efetivo de pulverização o total de 467 horas. Multiplicando-se os fatores, conclui-se que o pulverizador efetuou aplicação em uma área total de 29.492,5 ha.

Para fazer uma determinação mais condizente com a realidade no que tange ao possível impacto do desgaste das pontas na quantidade aplicada em excesso, foi elaborado um cálculo para estimar a evolução do desgaste ao longo do período. Além do rendimento operacional, obteve-se através do sistema de telemetria a quantidade de horas e de área trabalhadas em cada dia durante o período analisado.

Através de planilha do software Microsoft Excel® os dados da telemetria e os resultados das medições feitas pelo NewFluxin® foram organizados de maneira a permitir a inclusão de fórmulas de cálculo para obtenção dos resultados desejados.

Primeiramente foi calculado qual a proporção de horas trabalhadas por dia sobre o total do período, obtendo-se assim um índice de eficiência diário de uso. Utilizou-se esse fator como um multiplicador para a diferença de vazão, a fim de se obter um valor que represente de forma diretamente proporcional a evolução do desgaste das pontas; ou seja, quanto maior o tempo de trabalho em determinado dia, maior será o desgaste. O somatório desses desgastes diários equivale à diferença total de vazão entre o período analisado (5,09 L/min).

Esse valor de desgaste diário foi sendo somado à vazão do dia anterior, ou seja, foi obtendo-se um somatório de forma que, ao final do período, chegou-se à vazão de 75,64 L/min medida pela ferramenta. Visto que a proposta foi de se analisar o excesso de vazão, considerou-se como ponto de corte a vazão nominal desejada de 72,00 L/min. Sendo assim, verificou-se que no dia 08 de março esse valor foi ultrapassado, considerando-se então que a vazão excessiva foi praticada deste dia em diante.

É importante ressaltar que esse valor considerado como “excessivo” ainda se encontra dentro da faixa da tolerância de 10% da vazão nominal. Dividindo-se o valor de 75,64 L/min, obtém-se uma média de 1,05 L/min; ou seja, 0,05 L/min abaixo do limite máximo. Considerando a recomendação técnica de troca de pontas, a troca só seria necessária se mais de 10% das pontas apresentassem vazão acima do limite máximo, o que não foi observado.

Para cálculo da quantidade aplicada em excesso, foi subtraído do valor de vazão estimada o valor da vazão nominal, para se isolar somente a quantidade “excessiva”, Visto que a unidade de vazão considera o tempo em minutos, multiplicou-se esse valor pela quantidade de minutos trabalhados em cada dia. Somando-se as quantidades a partir do dia 08 de março, estima-se que aproximadamente 37.000 litros de calda podem ter sido aplicados de maneira “excessiva”. A tabela completa consta no Apêndice A.

## **4.2 Sistema de Gestão SAP**

Conforme citado na introdução, foram realizadas diversas outras atividades durante o período de estágio, atividades estas com maior demanda de tempo frente à análise da ferramenta NewFluxin®. Tendo em vista que o Estágio foi realizado integralmente na Matriz, em Porto Alegre/RS, as atividades de maneira geral foram de cunho administrativo, servindo de suporte para a equipe de gestão do setor de Mecanização.

Dentre as atividades realizadas, destacam-se os trabalhos realizados no sistema SAP, sistema de gestão empresarial implementado na empresa em novembro de 2021. A mudança do sistema de gestão acarretou diversos desafios, alterando a dinâmica de vários processos administrativos realizados tanto na matriz quanto nas fazendas.

No setor de Mecanização, foram desenvolvidas atividades relacionadas à gestão dos ativos das fazendas, mais especificamente máquinas e implementos agrícolas e veículos de uso em geral. Foram realizadas tarefas de cadastro de novos ativos, atualização de ativos terceirizados, transferência de ativos entre unidades, levantamento de combustível consumido, entre outras demandas.

Além disso, outro processo envolvendo o sistema de gestão foi a elaboração do relatório de custos de manutenção. No sistema utilizado anteriormente, já havia um processo definido para levantamento dos custos, porém, a partir da transição se apresentaram diversas dificuldades na obtenção dos dados. Juntamente aos colegas do setor de Mecanização e do setor de Custos, foram realizadas diversas reuniões para alinhamento geral e para redefinições dos processos atuais e futuros a serem executados a partir da próxima safra, a iniciar em setembro de 2022.

No decorrer do entendimento, o processo de elaboração dos relatórios mensais de custos de manutenção foi sendo aprimorado. Aos poucos, o conhecimento foi sendo compartilhado com os funcionários administrativos que trabalham nas fazendas para que o processo fosse realizado internamente em cada unidade. Pelo detalhamento exigido na execução da tarefa e pela alta demanda diária de trabalho, esse levantamento periódico acabou sendo realizado integralmente na matriz, de forma que era repassado aos coordenadores de cada fazenda. Uma vez que os relatórios eram elaborados para todas as unidades produtivas, gerava um grande volume de trabalho e demandava diversas horas de serviço somente para esse procedimento.

Sendo assim, foi dado início na construção de um Power BI® para que todo o processo seja agilizado e automatizado, a partir do download automático dos relatórios do sistema SAP e das transformações de dados previamente configuradas no arquivo de origem do Power BI®. Além disso, pela dinâmica que o *software* oferece, com seus diversos dashboards e interações, é possível se ter uma visualização muito mais ampla do panorama geral, o que é extremamente relevante para a gestão da manutenção. Na Figura 6 é possível se visualizar o dashboard contendo o custo previsto versus o realizado de cada fazenda, assim como os valores absolutos e percentuais. Os valores foram ocultados por questões de sigilo empresarial.



Figura 6. *Dashboard* do Power BI

## 5 DISCUSSÃO

Como forma de representar graficamente as vantagens e desvantagens na aquisição e uso da tecnologia, foi elaborada uma matriz “SWOT” (do inglês *Strength, Weakness, Opportunities and Threats*), também conhecida na língua portuguesa como “FOFA” (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças). A matriz está representada na Figura 7.

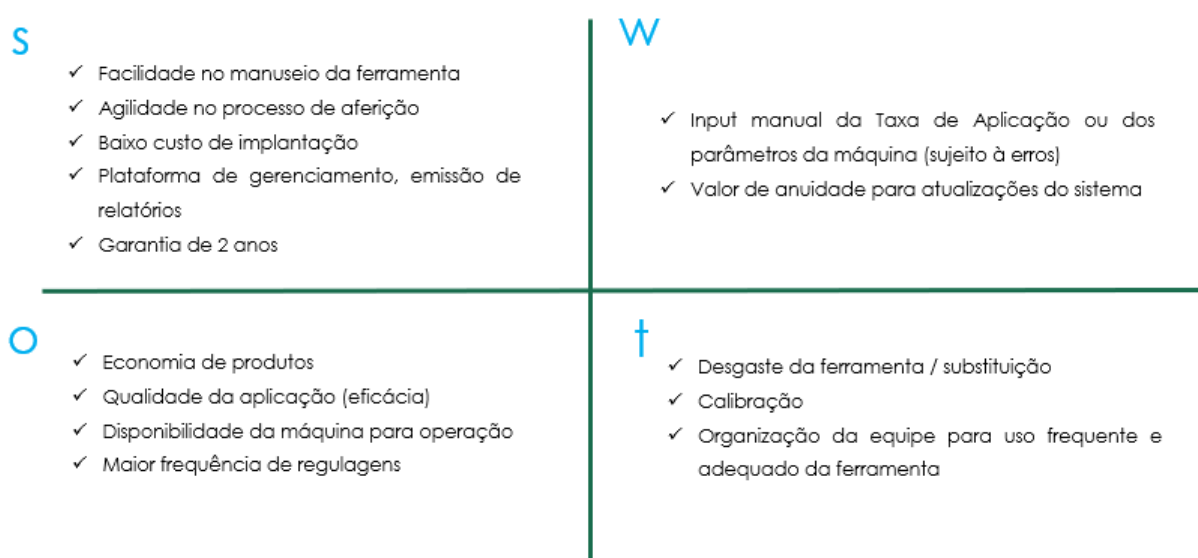


Figura 7. Matriz SWOT (FOFA)

Dentre os aspectos positivos, destacam-se como forças a maior agilidade e facilidade no processo de regulagem como um todo - desde preparo do material, execução, até a análise dos resultados - e a redução da mão-de-obra. Como oportunidades, tem-se o potencial de melhoria na qualidade das aplicações - visto que pela agilidade do processo o número de aferições pode ser maior no decorrer da safra-, de economia de produtos - ao evitar o uso contínuo de bicos desgastados, com vazão excessiva-, e de disponibilidade da máquina para operação.

Em relação aos aspectos negativos, como fraquezas destaca-se a necessidade de se inserir manualmente os dados prévios no aplicativo, o que por sua vez deixa o processo sujeito a erros humanos que, caso ocorram, comprometem o relatório a ser gerado após a leitura.

As ameaças têm relação com a integridade do equipamento, no sentido de não se saber por quanto tempo o fluxômetro funcionará plenamente e em quanto tempo

será necessária a substituição do equipamento. Além disso, com o engajamento dos colaboradores das fazendas, antes mesmo da inserção correta dos dados prévios é necessário fazer a calibração do equipamento. Portanto, em função da alta demanda de atividades rotineiras nas fazendas e da variabilidade das condições climáticas que nem sempre permitem a realização das pulverizações, é imprescindível que a equipe se organize e reserve o tempo necessário para a realização das regulagens nos pulverizadores.

É importante ressaltar que as métricas obtidas pelos cálculos têm viés de estimativas; ou seja, são valores estimados a partir dos dados obtidos pelas tecnologias utilizadas atualmente dentro da empresa. Os dados em si são confiáveis e validados, porém sabe-se que a amostragem é baixa e, portanto, se faz necessária a realização de um maior número de medições para que se obtenha um levantamento mais preciso. Além disso, conforme foi comentado anteriormente, a vazão considerada excessiva na análise encontra-se dentro do limite máximo de tolerância.

Ainda assim, como uma proposta inicial de mensuração do potencial de impacto positivo que a ferramenta pode proporcionar à empresa, considera-se satisfatório o resultado obtido até o momento. Os resultados envolvendo tempo e quantidade de calda devem ser relativizados, mas um fato importante foi o desenvolvimento de um método de cálculo para o acompanhamento da evolução do desgaste.

Considerando a implementação de um padrão de medições, com maior frequência e com periodicidade definida, acredita-se que esse método pode ser precursor de um novo procedimento no setor de Mecanização, visto que através de uma base maior de dados se torna possível uma tomada de decisão a respeito da substituição de pontas com maior embasamento e com maior agilidade, precisão e acurácia.

A economia de produtos, o menor impacto ambiental, a maior eficiência na aplicação e a maior disponibilidade do maquinário para as operações são alguns dos potenciais benefícios oriundos da utilização da ferramenta. Fatores como qualidade da aplicação, diminuindo-se a possibilidade de pulverização em sub e/ou superdosagens também são impactados, ainda que sua avaliação na prática seja complexa. Além disso, considerando que a empresa utiliza sistemas de pulverização seletiva em alguns pulverizadores, se torna ainda mais relevante o acompanhamento



constante do estado de conservação das pontas de pulverização, para que o sistema de seletividade cumpra sua função de forma plena.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foram diversas atividades realizadas durante o Estágio, mas a opção em focar o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso em cima do estudo envolvendo a ferramenta NewFluxin® se deu principalmente pelo fato de ser um novo projeto na empresa, o que por sua vez tem maior consonância com a proposta de um Trabalho de Conclusão de Curso. Além disso pelo viés mais agrônomo, tendo relação direta com o conteúdo estudado na Graduação, este trabalho soma-se aos esforços de profissionais das áreas de herbologia e fitossanidade, uma vez que, com um equipamento com menos erros de calibração, reduz-se a pressão de seleção de biótipos resistentes (OVEJERO; CHRISTOFFOLETI; VARGAS, 2008).

Não foi possível até o momento obter um resultado sólido a respeito da ferramenta, mas como essa análise é uma atividade secundária, representando um projeto paralelo às atividades de rotina junto à equipe, considera-se satisfatório o que foi realizado até então. Ainda assim, sabe-se que é necessária a intensificação das medições e das análises para que se tenha um estudo de impacto mais significativo.

De maneira geral, conclui-se que a experiência obtida através do Estágio foi extraordinária, pois além de gerar novos conhecimentos, proporcionou o estabelecimento de novas conexões com pessoas de diferentes áreas de atuação e de formação, o que agrega substancialmente para questões pessoais e profissionais. Como resultado do trabalho realizado foi possível ainda obter a efetivação profissional, sendo que, de agora em diante, as atividades continuam ocorrendo na empresa através do cargo de Assistente de Mecanização.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U.R.; BAIO, F.H.R. Tecnologia de Aplicação de Defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2008. v. 1, cap. 7, p. 173-212.

SILVA, S.M. et al. Inspeção de pulverizadores e qualidade na aplicação de produtos fitossanitários. **Engenharia Na Agricultura**, CAPES, v. 24, ed. 5, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 30 jun. 2022.

DORNELLES, M.E. et al. Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas: histórico e importância. **Ciência Rural**, CAPES, v. 39, ed. 5, 2009. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 27 jun. 2022.

DORNELLES, M.E. et al. Conformidade de manômetros utilizados em pulverizadores agrícolas. **Engenharia Na Agricultura**, CAPES, v. 20, ed. 3, 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 6 jul. 2022.

OVEJERO, R.F.L.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; VARGAS, L. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2008. v. 1, cap. 8, p. 214-242.

QUEM Somos. [S. l.], 10 jan. 2022. Disponível em: <https://slcagricola.com.br/>. Acesso em: 5 jul. 2022.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Planilha para cálculo da evolução do desgaste ao longo do tempo

Data	RO [ha/h]	área [ha]	horas	minutos	percentual	desgaste [L/min]	vazão [L/min]	vazão exc. [L/min]	litros exc.
27/jan	72,81108	392	5,383796	323,0278	1,15181%	0,058626977	70,60862698	-	-
28/jan	72,00529	466,49	6,478552	388,7131	1,38602%	0,070548345	70,67917532	-	-
29/jan	0	0	0	0	0,00000%	0	70,67917532	-	-
30/jan	70,0916	277,38	3,957393	237,4436	0,84664%	0,043094128	70,72226945	-	-
31/jan	66,73643	283,92	4,254348	255,2609	0,91017%	0,046327823	70,76859727	-	-
01/fev	61,25572	268,91	4,389957	263,3974	0,93919%	0,047804549	70,81640182	-	-
02/fev	67,23408	242,43	3,605761	216,3456	0,77141%	0,039265019	70,85566684	-	-
03/fev	59,22969	134,86	2,276899	136,6139	0,48712%	0,024794342	70,88046118	-	-
04/fev	70,13699	195,42	2,786261	167,1757	0,59609%	0,030341062	70,91080224	-	-
05/fev	64,7194	124,29	1,920444	115,2267	0,41086%	0,020912726	70,93171497	-	-
06/fev	62,09604	242,31	3,902181	234,1309	0,83483%	0,042492895	70,97420787	-	-
07/fev	63,51232	102,64	1,616064	96,96386	0,34574%	0,017598172	70,99180604	-	-
08/fev	67,73719	200,61	2,961593	177,6956	0,63360%	0,03225034	71,02405638	-	-
09/fev	70,99687	272,22	3,834253	230,0552	0,82030%	0,041753194	71,06580957	-	-
10/fev	73,50624	444,5	6,047106	362,8264	1,29372%	0,065850106	71,13165968	-	-
11/fev	73,15495	448,67	6,133146	367,9888	1,31212%	0,066787047	71,19844672	-	-
12/fev	68,02897	184,77	2,716049	162,9629	0,58107%	0,02957648	71,2280232	-	-
13/fev	68,85561	198,54	2,883425	173,0055	0,61688%	0,031399128	71,25942233	-	-
14/fev	57,06964	178,38	3,125655	187,5393	0,66870%	0,034036892	71,29345922	-	-
15/fev	62,62711	81,08	1,294647	77,67882	0,27698%	0,014098089	71,30755731	-	-
16/fev	64,12051	266,64	4,15842	249,5052	0,88965%	0,045283216	71,35284053	-	-
17/fev	73,0176	201,36	2,757691	165,4615	0,58998%	0,030029948	71,38287048	-	-
18/fev	61,71903	262,19	4,248122	254,8873	0,90884%	0,046260031	71,42913051	-	-
19/fev	56,6393	74,82	1,320991	79,25945	0,28261%	0,014384962	71,44351547	-	-
20/fev	70,41174	122,32	1,73721	104,2326	0,37166%	0,018917395	71,46243286	-	-
21/fev	68,5762	364,74	5,318755	319,1253	1,13789%	0,057918713	71,52035158	-	-
22/fev	69,7337	619,4	8,882363	532,9418	1,90029%	0,096724703	71,61707628	-	-
23/fev	50,78056	239,52	4,716765	283,0059	1,00910%	0,05136333	71,66843961	-	-
24/fev	64,59389	139,71	2,162898	129,7739	0,46273%	0,02355293	71,69199254	-	-
25/fev	65,246	226,43	3,470404	208,2242	0,74246%	0,037791049	71,72978359	-	-
26/fev	58,25636	61,58	1,057052	63,42312	0,22615%	0,011510793	71,74129438	-	-
27/fev	51,97128	143,47	2,760563	165,6338	0,59059%	0,030061221	71,7713556	-	-
28/fev	67,19614	290,11	4,317361	259,0417	0,92365%	0,047014008	71,81836961	-	-
01/mar	64,82	335,25	5,172015	310,3209	1,10650%	0,056320783	71,8746904	-	-
02/mar	58,28473	158,17	2,713747	162,8248	0,58058%	0,029551413	71,90424181	-	-
03/mar	71,86518	275,76	3,837185	230,2311	0,82093%	0,041785121	71,94602693	-	-
04/mar	71,05244	176,51	2,484221	149,0533	0,53147%	0,02705199	71,97307892	-	-
07/mar	61,73377	63,79	1,033308	61,99849	0,22107%	0,011252234	71,98433115	-	-
08/mar	67,70008	415,11	6,131603	367,8962	1,31179%	0,06677024	72,05110139	0,051101395	18,80001
09/mar	67,78635	597,77	8,818443	529,1066	1,88661%	0,096028644	72,14713004	0,147130039	77,84747
10/mar	67,90785	610,93	8,996456	539,7874	1,92470%	0,097967129	72,24509717	0,245097168	132,3004
11/mar	65,81802	411,65	6,254366	375,262	1,33806%	0,068107076	72,31320424	0,313204243	117,5336
12/mar	71,28261	65,58	0,92	55,2	0,19682%	0,010018362	72,32322261	0,323222606	17,84189
14/mar	64,94081	392,35	6,041655	362,4993	1,29255%	0,065790754	72,38901336	0,38901336	141,0171
15/mar	62,39851	407,1	6,524195	391,4517	1,39578%	0,071045375	72,46005874	0,460058735	180,0908
16/mar	61,77329	192,83	3,121576	187,2946	0,66783%	0,033992476	72,49405121	0,494051211	92,5331
17/mar	65,78846	487,64	7,412242	444,7345	1,58577%	0,080715794	72,574767	0,574767005	255,6187
18/mar	61,23749	281,33	4,594081	275,6449	0,98286%	0,050027361	72,62479437	0,624794366	172,2214
19/mar	69,29268	128,17	1,84969	110,9814	0,39572%	0,020142248	72,64493661	0,644936614	71,57598
21/mar	62,83596	308,58	4,910882	294,6529	1,05063%	0,05347717	72,69841378	0,698413784	205,7897
22/mar	62,96644	333,29	5,293137	317,5882	1,13241%	0,057639745	72,75605353	0,756053529	240,1137
23/mar	63,68989	377,16	5,921819	355,3091	1,26691%	0,06448579	72,82053932	0,820539319	291,5451
24/mar	63,58744	308,76	4,855676	291,3406	1,03882%	0,052876001	72,87341532	0,873415319	254,4613
25/mar	63,57304	499,57	7,858206	471,4923	1,68118%	0,08557212	72,95898744	0,958987439	452,1552

26/mar	64,34548	137,35	2,134571	128,0743	0,45667%	0,023244464	72,9822319	0,982231904	125,7986
28/mar	59,56316	299,81	5,03348	302,0088	1,07686%	0,054812207	73,03704411	1,037044111	313,1965
29/mar	59,68069	419,48	7,028739	421,7243	1,50373%	0,076539625	73,11358374	1,113583736	469,6254
30/mar	63,49024	373,33	5,880117	352,807	1,25799%	0,064031673	73,17761541	1,177615409	415,471
01/abr	59,71995	152,02	2,545548	152,7329	0,54459%	0,027719805	73,20533521	1,205335214	184,0943
02/abr	62,22925	51,83	0,832888	49,97328	0,17819%	0,009069754	73,21440497	1,214404969	60,6878
03/abr	47,99774	91,09	1,897798	113,8679	0,40601%	0,020666115	73,23507108	1,235071084	140,6349
04/abr	60,89463	400,12	6,570694	394,2416	1,40573%	0,071551733	73,30662282	1,306622817	515,1251
05/abr	64,516	469,74	7,280984	436,859	1,55769%	0,079286453	73,38590927	1,38590927	605,447
06/abr	61,633	414,03	6,717668	403,0601	1,43717%	0,073152207	73,45906148	1,459061477	588,0894
07/abr	63,20333	333,19	5,271716	316,303	1,12783%	0,057406483	73,51646796	1,516467959	479,6633
08/abr	64,4433	216,26	3,355818	201,3491	0,71794%	0,036543266	73,55301123	1,553011226	312,6974
09/abr	68,76556	54,23	0,788622	47,31729	0,16872%	0,008587714	73,56159894	1,561598939	73,89064
11/abr	61,23347	388,59	6,346039	380,7624	1,35767%	0,06910535	73,63070429	1,63070429	620,9108
12/abr	59,38728	385,66	6,493983	389,639	1,38932%	0,070716388	73,70142068	1,701420678	662,9398
13/abr	60,78496	446,28	7,341948	440,5169	1,57073%	0,079950319	73,781371	1,781370997	784,724
14/abr	63,94518	198,48	3,103909	186,2345	0,66405%	0,033800091	73,81517109	1,815171088	338,0475
16/abr	63,57034	95,99	1,509981	90,59885	0,32304%	0,016442973	73,83161406	1,831614061	165,9421
17/abr	71,69475	333,07	4,645668	278,7401	0,99389%	0,050589115	73,88220318	1,882203176	524,6455
18/abr	57,67975	293,86	5,094682	305,6809	1,08995%	0,055478663	73,93768184	1,93768184	592,3124
19/abr	58,59814	402,87	6,875132	412,5079	1,47086%	0,074866921	74,01254876	2,012548761	830,1923
20/abr	60,82314	130,08	2,13866	128,3196	0,45754%	0,023288987	74,03583775	2,035837748	261,2379
21/abr	61,71602	126,5	2,049711	122,9827	0,43851%	0,022320377	74,05815812	2,058158125	253,1177
22/abr	66,96173	249,43	3,724964	223,4978	0,79692%	0,040563082	74,09872121	2,098721206	469,0596
23/abr	61,28639	49,77	0,812089	48,72533	0,17374%	0,008843262	74,10756447	2,107564468	102,6918
25/abr	63,88915	312,29	4,887997	293,2798	1,04574%	0,053227963	74,16079243	2,160792431	633,7168
26/abr	62,20381	90,3	1,45168	87,10077	0,31057%	0,0158081	74,17660053	2,176600531	189,5836
27/abr	62,05448	401,38	6,468188	388,0913	1,38380%	0,070435485	74,24703602	2,247036016	582,055
28/abr	64,1124	493,11	7,691336	461,4802	1,64548%	0,083754992	74,33079101	2,330791008	1075,614
29/abr	62,51049	370,79	5,931644	355,8987	1,26901%	0,064592785	74,39538379	2,395383794	852,5139
30/abr	53,36364	11,74	0,22	13,2	0,04707%	0,002395695	74,39777949	2,397779489	31,65069
01/mai	60,15942	41,51	0,69	41,4	0,14762%	0,007513772	74,40529326	2,405293261	99,57914
02/mai	58,67721	211,23	3,599865	215,9919	0,77015%	0,039200814	74,44449407	2,444494074	527,9909
03/mai	63,4504	570,57	8,992378	539,5427	1,92383%	0,097922715	74,54241679	2,542416789	1371,742
04/mai	60,27452	517,95	8,593183	515,591	1,83842%	0,093575678	74,63599247	2,635992467	1359,094
05/mai	61,52012	325,05	5,283637	317,0182	1,13038%	0,057536294	74,69352876	2,693528761	853,8977
06/mai	61,33255	162,68	2,652425	159,1455	0,56746%	0,02888365	74,72241241	2,722412411	433,2597
07/mai	62,23339	68,49	1,100535	66,03208	0,23545%	0,011984299	74,73439671	2,73439671	180,5579
08/mai	53,94886	50,95	0,944413	56,66477	0,20205%	0,010284207	74,74468092	2,744680917	155,5267
09/mai	58,46887	314,15	5,372945	322,3767	1,14949%	0,058508813	74,80318973	2,80318973	903,683
10/mai	61,22714	343,29	5,606827	336,4096	1,19952%	0,061055682	74,86424541	2,864245412	963,5598
11/mai	59,44446	279,46	4,701195	282,0717	1,00577%	0,051193777	74,91543919	2,915439189	822,3629
12/mai	61,39857	355,13	5,784011	347,0407	1,23743%	0,062985128	74,97842432	2,978424317	1033,634
13/mai	43,10136	409,31	9,496452	569,7871	2,03167%	0,103411847	75,08183616	3,081836164	1755,991
14/mai	59,3326	170,97	2,881553	172,8932	0,61648%	0,031378738	75,1132149	3,113214902	538,2536
16/mai	58,77507	438,16	7,454861	447,2917	1,59489%	0,081179891	75,19439479	3,194394793	1428,826
17/mai	57,28263	156,65	2,734686	164,0811	0,58506%	0,029779427	75,22417422	3,22417422	529,0262
19/mai	61,56454	131,8	2,140843	128,4506	0,45801%	0,023312759	75,24748698	3,247486979	417,1415
20/mai	55,07761	295,18	5,359346	321,5608	1,14658%	0,058360731	75,30584771	3,30584771	1063,031
23/mai	61,7145	523,55	8,48342	509,0052	1,81494%	0,092380404	75,39822811	3,398228113	1729,716
24/mai	64,847	301,23	4,645242	278,7145	0,99380%	0,050584475	75,44881259	3,448812589	961,2341
25/mai	63,13025	181,1	2,868672	172,1203	0,61372%	0,031238478	75,48005107	3,480051067	598,9876
26/mai	42,60856	89,67	2,104507	126,2704	0,45024%	0,022917076	75,50296814	3,502968144	442,3212
27/mai	63,53132	171,64	2,70166	162,0996	0,57799%	0,029419788	75,53238793	3,532387932	572,5986
28/mai	56,13915	80,69	1,437321	86,23929	0,30750%	0,015651747	75,54803968	3,548039679	305,9804
29/mai	61,15757	132,11	2,160158	129,6095	0,46214%	0,02352309	75,57156277	3,571562769	462,9083
30/mai	67,2542	201,68	2,998772	179,9263	0,64156%	0,0326552	75,60421797	3,604217969	648,4937
31/mai	59,82203	196,57	3,285913	197,1548	0,70299%	0,035782031	75,64	3,64	717,6434
								<b>TOTAL</b>	<b>37143,86</b>

## ANEXOS

### ANEXO A - Relatório da primeira medição realizada em 27/01/2022

#### Dados do produtor

<b>Produtor:</b>	<b>Município:</b>	<b>Propriedade:</b>	<b>Data/Hora da Leitura:</b>
---	Recursolândia - TO	---	27/01/2022 15:16

#### Dados do pulverizador

<b>Pulverizador/Leitura:</b>	<b>Modelo da ponta:</b>	<b>Pressão:</b>	<b>Velocidade do pulverizador:</b>
M4040	Teejet - AI-11002-VS - AI Teejet	500,00 kpa	---
<b>Espaçamento entre bicos:</b>	<b>Quantidade de pontas:</b>	<b>Menor vazão:</b>	<b>Maior vazão:</b>
---	72	0,70 L/min (ponta 64)	0,97 L/min (ponta 9)
<b>Tolerância para vazão nominal:</b>	<b>Tolerância para vazão média:</b>	<b>Total de litros por minuto informado:</b>	<b>Total de litros por minuto real:</b>
± 10%	± 5%	72,00 L/min	66,28 L/min <span style="color: red;">-8% de erro</span>

**Taxa de aplicação informada:**

---

Parâmetros de vazão nominal			Parâmetros de vazão média		
<b>Vazão nominal</b>	<b>Vazão mínima</b>	<b>Vazão máxima</b>	<b>Vazão média</b>	<b>Vazão mínima</b>	<b>Vazão máxima</b>
1,02 L/min	0,91 L/min	1,12 L/min	0,92 L/min	0,87 L/min	0,96 L/min
Resultado			Resultado		
<b>Abaixo do permitido</b>		<b>Acima do permitido</b>	<b>Abaixo do permitido</b>		<b>Acima do permitido</b>
11,11% da área (8 pontas)		0,00% da área (0 pontas)	4,17% da área (3 pontas)		2,78% da área (2 pontas)
16,18% do volume		0,00% do volume	14,13% do volume		5,43% do volume
<b>Total fora da faixa</b>		<b>Coefficiente de Variação geral</b>	<b>Total fora da faixa</b>		<b>Coefficiente de Variação geral</b>
11,11% da área (8 pontas)		10,32%	6,94% da área (5 pontas)		3,75%

- ✓ Ponta ótima
- ⚠ Ponta com vazão aceitável
- ✗ Ponta com defeito

- Quantidade de insumo ótima
- ↑ Excesso de insumo
- ↓ Falta de insumo

Resultado individual por ponta			Resultado individual por ponta		
Ponta	Vazão	Erro	Ponta	Vazão	Erro
⚠ 1	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 1	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 2	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 2	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 3	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 3	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 4	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 4	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 5	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 5	0,91 L/min	↓ 1,08%
✗ 6	0,89 L/min	↓ 12,74%	⚠ 6	0,89 L/min	↓ 3,26%
⚠ 7	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 7	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 8	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 8	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 9	0,97 L/min	↓ 4,90%	✗ 9	0,97 L/min	↑ 5,43%
⚠ 10	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 10	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 11	0,92 L/min	↓ 9,80%	✓ 11	0,92 L/min	→ 0,00%
⚠ 12	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 12	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 13	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 13	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 14	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 14	0,93 L/min	↑ 1,08%
✗ 15	0,86 L/min	↓ 15,68%	✗ 15	0,86 L/min	↓ 6,52%
✗ 16	0,89 L/min	↓ 12,74%	⚠ 16	0,89 L/min	↓ 3,26%
⚠ 17	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 17	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 18	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 18	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 19	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 19	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 20	0,92 L/min	↓ 9,80%	✓ 20	0,92 L/min	→ 0,00%
⚠ 21	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 21	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 22	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 22	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 23	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 23	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 24	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 24	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 25	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 25	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 26	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 26	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 27	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 27	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 28	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 28	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 29	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 29	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 30	0,92 L/min	↓ 9,80%	✓ 30	0,92 L/min	→ 0,00%
⚠ 31	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 31	0,91 L/min	↓ 1,08%

⚠ 32	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 32	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 33	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 33	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 34	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 34	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 35	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 35	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 36	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 36	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 37	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 37	0,91 L/min	↓ 1,08%
✖ 38	0,90 L/min	↓ 11,76%	⚠ 38	0,90 L/min	↓ 2,17%
⚠ 39	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 39	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 40	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 40	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 41	0,92 L/min	↓ 9,80%	✓ 41	0,92 L/min	→ 0,00%
⚠ 42	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 42	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 43	0,92 L/min	↓ 9,80%	✓ 43	0,92 L/min	→ 0,00%
✖ 44	0,89 L/min	↓ 12,74%	⚠ 44	0,89 L/min	↓ 3,26%
⚠ 45	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 45	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 46	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 46	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 47	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 47	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 48	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 48	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 49	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 49	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 50	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 50	0,94 L/min	↑ 2,17%
✖ 51	0,81 L/min	↓ 20,58%	✖ 51	0,81 L/min	↓ 11,95%
⚠ 52	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 52	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 53	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 53	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 54	0,96 L/min	↓ 5,88%	⚠ 54	0,96 L/min	↑ 5,00%
⚠ 55	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 55	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 56	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 56	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 57	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 57	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 58	0,92 L/min	↓ 9,80%	✓ 58	0,92 L/min	→ 0,00%
⚠ 59	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 59	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 60	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 60	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 61	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 61	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 62	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 62	0,91 L/min	↓ 1,08%
⚠ 63	0,91 L/min	↓ 10,00%	⚠ 63	0,91 L/min	↓ 1,08%
✖ 64	0,70 L/min	↓ 31,37%	✖ 64	0,70 L/min	↓ 23,91%
⚠ 65	0,96 L/min	↓ 5,88%	⚠ 65	0,96 L/min	↑ 5,00%
⚠ 66	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 66	0,93 L/min	↑ 1,08%
⚠ 67	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 67	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 68	0,93 L/min	↓ 8,82%	⚠ 68	0,93 L/min	↑ 1,08%
✖ 69	0,90 L/min	↓ 11,76%	⚠ 69	0,90 L/min	↓ 2,17%
⚠ 70	0,97 L/min	↓ 4,90%	✖ 70	0,97 L/min	↑ 5,43%
⚠ 71	0,94 L/min	↓ 7,84%	⚠ 71	0,94 L/min	↑ 2,17%
⚠ 72	0,92 L/min	↓ 9,80%	✓ 72	0,92 L/min	→ 0,00%