POLITÉCNICO
DE PORTALEGRE
Escola Superior
Agrária de Elvas

Tecnologia ISOBUS em tratores e máquinas agrícolas

João António Avença Ramos

Agronomia

2021

JOÃO ANTÓNIO AVENÇA RAMOS

Tecnologia ISOBUS em tratores e máquinas agrícolas

Relatório de estágio curricular do tipo I - Acompanhamento de processo, apresentado para obtenção do grau de licenciado em Agronomia conferido pelo Instituto Politécnico de Portalegre

Orientador interno: Professor Doutor Luís Alcino da Conceição

Arguente: Engenheiro Mestre Simão Abelho

Presidente do Júri: Professora Doutora Rute Santos

Classificação: 17 valores

Escola Superior Agrária de Elvas

2021

Agradecimentos

Agradecimentos em geral ao Instituto Politécnico de Portalegre, mais pormenorizadamente à Escola Superior Agrária de Elvas, não só pelo conhecimento teórico que me foi passado durante todo o curso mas também pelo acolhimento na Herdade experimental da Comenda do INIAV, em que tive o privilégio de fazer parte do projeto ISOmap Forragem e realizar o estágio em contexto de formação. Agradeço também a todos os professores que me acompanharam durante a licenciatura em Agronomia. Para o ano cá estarei de novo para ingressar no Mestrado em Agricultura Sustentável.

Um agradecimento ao Sr. Cesário Reis que nos disponibilizou as suas máquinas de última geração para que pudéssemos utilizar e desenvolver novas técnicas de agricultura de precisão. E também por parte da New Holland que nos cedeu um trator com tecnologias de agricultura 4.0, para que acoplado com máquinas de aplicação à taxa variável, fosse retirado o melhor proveito da minha formação.

Um agradecimento muito especial ao meu orientador de estágio Sr. Professor Luís Alcino Conceição, que me fez a proposta sobre o estágio em causa e eu aceitei sem pensar duas vezes. Devido a toda a experiência profissional que o Professor tem na parte de mecanização e telemática que foi essencial para este trabalho e o seu grande interesse em fazer ensaios para ajudar no dia a dia no campo.

Também quero agradecer aos meus colegas de turma Pedro Machado, Élio Carapeta e Miguel Martins pela sua disponibilidade em ajudar e pelo apoio que me têm dado. A título pessoal tenho a agradecer aos meus pais, aos meus avós e a toda a minha família que sempre me apoiaram para que fosse possível concluir esta etapa da minha vida. Um agradecimento especial à minha colega e namorada Catarina Manuelito que nunca me deixou desistir nos piores momentos, sempre me apoiou e ajudou quando mais precisava. Por último quero agradecer a todos os meus amigos que de alguma forma contribuíram para que tudo isto fosse possível.

Este trabalho foi financiado pelo FEDER e por Fundos Nacionais, através do Programa Operacional Regional ALENTEJO 2020, Operação ALT20-03-0246-FEDER-000062 – "ISOmap Forragem – Tecnologias Normalizadas na Produção de Forragens".

Resumo

A nova PAC 2030 prevê a necessidade do uso de fatores de produção de forma mais racional pelo que a mecanização assume um papel determinante para o alcance deste objetivo. Assim, no decorrer do ano agrícola de 2021 no âmbito do Projeto ISOmap Forragem ALT20-03-0246-FEDER-000062, realizaram-se um conjunto de trabalhos de aplicação de produtos à taxa variável com tecnologia ISOBUS na comunicação de dados entre tratores e máquinas agrícolas de diferentes fabricantes. Foram utilizadas duas máquinas operadoras previamente calibradas, um distribuidor centrifugo de adubo e um pulverizador de jato projetado que trabalharam ora com o respetivo controlador eletrónico, ora com o terminal virtual de um trator agrícola.

Os dados dos ficheiros para aplicação à taxa varável resultaram das avaliações feitas em campo do projeto ISOmap Forragem, tendo sido testadas uma plataforma digital e um software em linha de acesso aberto na sua operacionalidade.

No final do trabalho pode constatar-se que o uso da tecnologia ISOBUS permitiu a comunicação de informação entre máquinas de diferentes fabricantes para a aplicação de produtos à taxa varável, apesar de se reconhecer a necessidade do treino dos operadores neste tipo de instrumentos e do investimento na atualização dos parques de máquinas das respetivas explorações agrícolas,

Palavras-chaves: ISOBUS; agricultura de precisão; aplicação diferenciada; mapas de prescrição.

Abstract

The new CAP 2030 foresees the need to a rationally use of inputs, so that mechanization plays a decisive role in achieving this objective. Thus, in 2021 agricultural year, within the scope of the ISOmap Forage Project ALT20-03-0246-FEDER-000062, a set of works were carried out considering the application of variable rate products and the use of ISOBUS technology in the communication of data between tractors and agricultural machines from different manufacturers. Two operating machines were used, a fertilizer spreader and a jet sprayer that worked either with the respective electronic controller or with the virtual terminal of an agricultural tractor.

Data files for application at a variable rate resulted from field evaluations of the ISOmap Forragem project, and its operation was carried out using open access online digital software and platforms.

At the end of the work, it can be concluded that the use of ISOBUS technology made it easier the communication between tractor and implements from different manufacturers for the application of products at a variable rate, despite the need for operator training and investment in the update of the respective agricultural machinery.

Keywords: ISOBUS; precision agriculture; differentiated application; prescription maps.

Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

cv- (cavalos);

GNSS- (Global Navigation Satellite System)

GPS- (Global Positioning System);

ISO- (International Organization for Standardization)

Kg- (quilogramas)

kg/ha- (quilogramas por hectare)

km/h- (quilómetros por hora)

KW- (Kilowatts)

L- (litro)

l/ha- (litros por hectare)

NDVI- (normalized difference vegetation index)

PAC- (Política Agrícola Comum)

T/ha- (Toneladas por hectare)

USB- (Universal Serial Bus)

VRA- (Variable Rate Application)

VRT- (Variable Rate Technology)

Índice Geral

Agradecimentos i

Resumo ii

Abstract iii

Abreviaturas, Siglas e Acrónimos iv

Índice Geral v

Índice de Quadros vii

Índice de Figuras viii

1. Introdução e Objetivos 1

1.1. Introdução 1

1.2. Objetivos 2

2. Fundamentos Teóricos 3

2.1. Tecnologia ISOBUS 3

2.2. Aplicação à taxa variável 6

2.2.1. Equipamento necessário para fazer VRT 7

2.2.2 Benefícios da aplicação diferenciada 8

3. Descrição das Atividades Desenvolvidas 9

3.1. Máquinas utilizadas 9

3.1.1. Trator New Holland T5.120 9

3.1.2. Distribuidor centrifugo AMAZONE ZA-V 4200 11

3.1.3. Pulverizador AMAZONE UF 901 12

3.1.4. Amatron 4 (Terminal Virtual) 13

3.2 Programação e Calibração de máquinas à taxa fixa 14

3.2.1. Programação e Calibração do Distribuidor centrifugo AMAZONE ZA-V 4200. 14

3.2.2. Programação e Calibração do Pulverizador AMAZONE UF 901 21

3.3. Criação de um mapa de aplicação à taxa variável 24

3.3.1. Criação de um mapa de aplicação à taxa variável na plataforma OneSoil 24
3.3.2. Criação de um mapa de aplicação à taxa variável na plataforma QGIS 26
3.4. Importação de mapas de prescrição 28
3.4.1. Importação de mapas de prescrição para o controlador AMATRON 4 28
3.4.1.1. Ficheiro Shapefile 29
3.4.1.2. Ficheiro ISO-XML 29
3.4.2. Importação de um mapa de prescrição para o Terminal Virtual INTELLIVIEW™ IV 30
3.4.2.1 Ficheiro Shapefile/ ISO-XML 31
3.4.2.2. Ficheiro CN1 31
4. Análise Crítica e Propostas de Melhoria 32
4.1. Análise crítica 32
5. Considerações Finais e Perspetivas Futuras 34
5.1. Considerações Finais 34
5.2. Perspetivas Futuras 35
6. Bibliografia 36
Anexos 40

Índice de Quadros

Quadro 1 – Cumprimento dos objetivos de estágio previamente estabelecidos..... 33

Índice de Figuras

Figura 1 - Exemplo da distribuição de componentes entre máquinas operadoras com tecnologia ISOBUS 3
Figura 2 - Logotipo da AEF, com funcionalidades disponíveis no terminal virtual ISOBUS 4
Figura 3 - Utilização da linha ISOBUS, (lado esquerdo), cada máquina operadora tem um terminal virtual (lado direito). 5
Figura 4 - Equipamento necessário para fazer VRT. 7
Figura 5 - Máquina VRT de chorume 8
Figura 6 - Trator New Holland T5. 120 (em cima), terminais virtuais do trator (em baixo à esquerda), linha ISOBUS (em baixo à direita). 10
Figura 7 - Distribuidor centrifugo Amazone ZA-V 4200. 11
Figura 8 – Pulverizador de jato projetado AMAZONE UF 901 12
Figura 9 - Terminal Virtual AMATRON 4 13
Figura 10 - Manual técnico (lado esquerdo), mediador granulométrico (lado direito). 14
Figura 11 - Página do manual técnico para o adubo comercial utilizado. 15
Figura 12 – Calibração do fator de calibração, abertura das palhetas, rotação dos discos e ponto de ligação. 16
Figura 13 – Calibração do ponto de desligação, discos de dispersão e largura de trabalho. 17
Figura 14 - Calibração da quantidade a dispersar. 17
Figura 15 - Calibração de dados meteorológicos. 18
Figura 16 - Discos de dispersão com palhetas. 19
Figura 17- Distribuição dos tapetes na parcela (lado esquerdo), aplicação mySpreader (lado direito) 20
Figura 18 - Posto de ensaio móvel no Terminal 21
Figura 19 - Tabela auxiliar para calibração. 22
Figura 20 - Diferentes tipos de bico a utilizar. 22
Figura 21 - Calibração no Terminal Virtual 23
Figura 22 – Descrição dos passos a seguir para a elaboração de um mapa se precisão na plataforma OneSoil. 24
Figura 23 - Plataforma OneSoil com a definição de 3 zonas distintas de aplicação de um adubo de cobertura. 25

Figura 24 – Descrição dos passos a seguir para a elaboração de um mapa de prescrição na plataforma QGIS. 26
Figura 25 – Mapa de prescrição na plataforma QGIS. 27
Figura 26 - Mapa de prescrição importado para o controlador AMATRON 4. 28
Figura 27 – Passos a seguir na importação de um ficheiro Shapefile para o controlador AMATRON 4. 29
Figura 28 – Passos a seguir na importação de um ficheiro ISO-XML para o controlador AMATRON 4. 29
Figura 29 - Importação de um mapa de prescrição para o TV INTELLIEW IV. 30
Figura 30 – Importação de ficheiros cn1 para o TV INTELLIVIEW IV. 31

1. Introdução e Objetivos

1.1. Introdução

A política agrícola comum (PAC) tem três objetivos ambientais claros, cada um dos quais vigora quer no Pacto Ecológico Europeu quer na Estratégia do Prato ao Prado: combater as alterações climáticas, proteger os recursos naturais e promover a biodiversidade.

Cada um destes objetivos é apoiado pela promoção por parte da PAC, da agricultura biológica e da gestão responsável dos fatores de produção, como os pesticidas e os fertilizantes. Para estes objetivos a mecanização e a digitalização com a gestão de dados na nuvem veio pôr em prática um novo conceito de agricultura - Agricultura 4.0, na qual o uso de sensores e protocolos de comunicação facilitam hoje a aplicação de produtos à taxa varável em resposta às reais necessidades das culturas (Palha, 2018; Conceição *et al*., 2021).

Apesar dos parques de máquinas em Portugal estarem a ficar envelhecidos, estão a começar a ser dados incentivos aos agricultores para que possam ser renovados (Barrradas, 2021). De acordo com os dados estatísticos, o mercado de tratores agrícolas em Portugal caiu 7.5 % em 2020 face ao ano anterior, com a venda de 5391 unidades matriculadas, prevalecendo maioritariamente as potências entre 30 e 59 kW, já as unidades na ordem dos 148 a 184 kW mantiveram o seu nível de vendas com um número muito reduzido de unidades (Anónimo, 2021), representam os tratores que são utilizados maioritariamente na prestação de serviços agrícolas, nos quais são equipados mais frequentemente dispositivos para a gestão de cultura com práticas de Agricultura de Precisão. Do ponto de vista instrumental, o uso racional de fatores de produção passa pela sua aplicação à taxa variável pelo que importa o uso de tecnologia compatível entre os diferentes fabricantes de máquinas agrícolas que permita a sua operacionalização. Para isso a Norma ISO 11783 (ISOBUS) em dispositivos eletrónicos em tratores e máquinas operadoras, introduz entre estes equipamentos e os softwares de gestão agrícola uma nova forma e mais fácil de comunicação.

1.2. Objetivos

- Realização de operações de campo na calibração e programação de um distribuidor de adubo VRT com tecnologia ISOBUS.

- Realização de operações de campo na calibração e programação de um pulverizador de jato projetado VRT com tecnologia ISOBUS.

- Elaboração de ficheiros de prescrição, e carregamento dos mesmos nos terminais virtuais das máquinas e tratores utilizados.

2. Fundamentos Teóricos

2.1. Tecnologia ISOBUS

Ao longo do tempo as máquinas agrícolas e florestais (podendo serem montadas, semi-montadas ou rebocáveis) incluem cada vez mais sistemas de informação eletrónica, nomeadamente sensores de velocidade em tempo real - radares, sensores para georreferenciação, transferência de dados à distância e dispositivos para processamento de dados. A necessidade de uniformização da informação eletrónica resultante de cada fabricante fez com que a International Organization for Standardization (ISO) define-se a norma "ISO 11783" para transferência de dados entre máquinas de diferentes marcas (Kvaser, 2021).

O ISOBUS simplifica o processo de transferência de informação pelo uso apenas de um terminal virtual (Figura 1) num número diverso de operações a realizar e a normalização de ficheiros eletrónicos em formato ISO-XML (AEF, 2015).

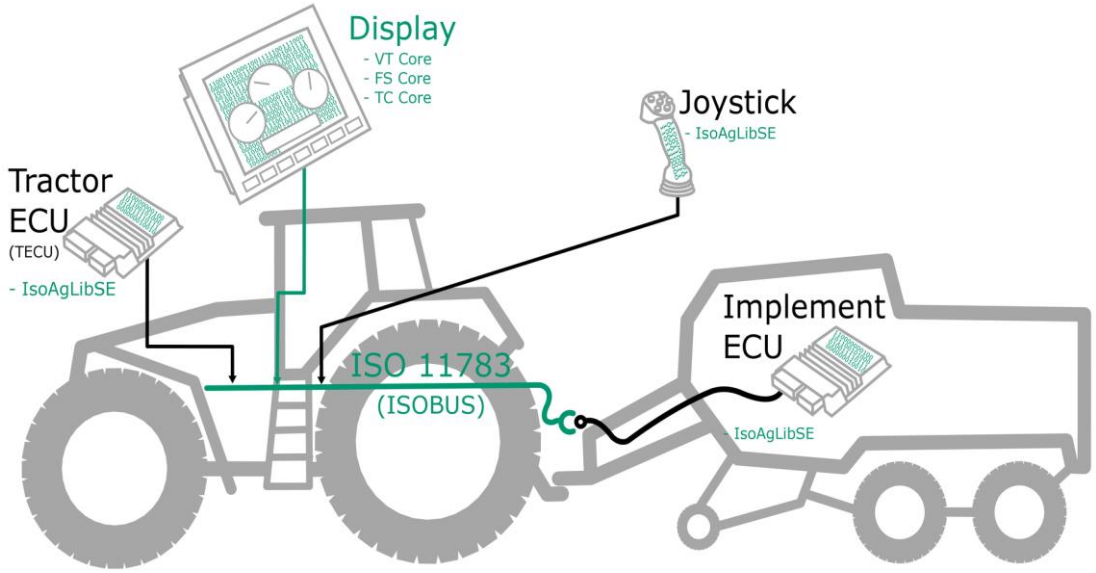


Figura 1 - Exemplo da distribuição de componentes entre máquinas operadoras com tecnologia ISOBUS (Fonte: (The ISOBUS Experts, 2021)).

O sistema ISOBUS tem um diverso número de funcionalidades, em que o terminal virtual a utilizar tem um pack standard de definições, podendo ser aumentado com o desbloqueio de determinadas licenças de utilização (AEF, 2015; Van der Vlugt, 2021), em que estão disponíveis várias funcionalidades dependendo do trabalho a executar (Figura 2).

Figura 2 - Logotipo da AEF, com funcionalidades disponíveis no terminal virtual ISOBUS (Fonte: (AEF, 2015)).

Alguns exemplos dessas funcionalidades, são:

- UT (Terminal Universal) - É a versão standard, que pode ser utlizado no controle de qualquer máquina operadora de marcas distintas;
- AUX (Controlo Auxiliar) - Equipamentos auxiliares para facilitar o controlo de máquinas operadoras, tal como a utilização de um joystick para facilitar as operações;
- TC-BAC (Controlo de Tarefas-Básico) - O controlo de tarefas básico gere a documentação dos valores totais que são importantes para o trabalho a executar. A troca de dados do sistema de gestão agrícola e o controlador de tarefas é feito através de ficheiro em formato ISO-XML;
- TC-GEO (Controlo de tarefas- Baseado em Georreferenciação) - Tem a capacidade de fazer uma conexão entre os dados de prescrições e a localização geográfica, aplicando produtos à taxa variável;

- TS-SC (Controlo de Tarefas – Corte de secções) - Faz automaticamente o corte de secções e quantidade de sobreposição na aplicação de calda, sementeira ou distribuição de adubo, estando localizado por uma antena GNSS.

Com estas funcionalidades a adoção do ISOBUS pretende trazer um elevado número de vantagens para o agricultor, mas também para os próprios fabricantes de máquinas pela simplificação de comunicação dos diferentes sistemas eletrónicos que compõem hoje as máquinas agrícolas, garantindo melhores resultados sobre os trabalhos realizados.

Algumas das vantagens identificadas com esta tecnologia são (Conceição & Esturrica, 2018):

- Compatibilidade de informação eletrónica entre tratores e máquinas operadoras, independentemente da marca ou modelo;

- Utilização simples do terminal virtual, tendo todas as informações disponíveis no mesmo local;

- Capacidade de gravação dos dados de trabalhos realizados, assim como calibrações e programação de tarefas guardadas no sistema ISOBUS;

- Elimina a necessidade de presença de um terminal eletrónico por cada máquina operadora instalado na cabina do trator, sendo substituídos por um terminal virtual do trator (Figura 3).

Figura 3 - Utilização da linha ISOBUS, (lado esquerdo), cada máquina operadora tem um terminal virtual (lado direito) (Fonte: (DEERE & COMPANY, 2013)).

2.2. Aplicação à taxa variável

A aplicação à taxa variável - tradução do acrónimo VRT (Variable Rate Technology) é definida como um conjunto de tecnologias utilizadas para distribuir sementes, produtos fitofarmacêuticos e corretivos orgânicos numa parcela assente na variação espacial da necessidade do uso desses produtos e de forma contrária ao uso de uma taxa fixa. Para que essa aplicação seja feita, a máquina operadora terá de estar monitorizada em tempo real por uma antena GNSS (Coelho & Silva, 2009).

A recolha de informações num determinado instante e numa determinada parcela para a aplicação de produtos à taxa variável – fertilizantes ou produtos para proteção de culturas, pode ser feita através de sensores óticos de forma mais expedita requerendo apenas a calibração do equipamento, ou de forma mais complexa através da análise de múltiplos dados para a criação de mapas de prescrição (Santos, 2016).

Entre outros dados podem utilizar-se dados da cultura originários do mapa de produtividade e índices vegetativos, e ou dados da parcela como condutividade elétrica do solo.

Com esta metodologia pretende-se uma gestão das culturas mais personalizada em função das suas necessidades e características da parcela reduzindo-a sobre e sub dotação de doses de aplicação com o que isso significa tanto de ganhos na conta da cultura como na sustentabilidade da cadeia de produção.

2.2.1. Equipamento necessário para fazer VRT

Para a aplicação de produtos à taxa variável, é necessário um conjunto de equipamentos para esse efeito, nomeadamente mapa de prescrição, um GPS para fornecer a georreferenciação da máquina operadora, um controlador VRT, um variador de fluxo e um sensor de velocidade, (Figura 4) (Coelho & Silva, 2009).

O recetor de GPS fornece a georreferenciação da máquina no campo ao controlador VRT, por sua vez já com a localização determinada, o controlador dispersa a quantidade de produto pretendido heterogeneamente com base no mapa de prescrição fornecido (Santos, 2020).

Para que a distribuição seja bem executada, tem de se fornecer a velocidade de trabalho da máquina e a largura de trabalho. No qual a velocidade de trabalho deve ser proveniente de sensores radar ou ultrassónicos, em que os mesmos permitem obter a velocidade real em relação ao solo (Santos, 2019).

Quando se encontra o valor de aplicação a distribuir, o controlador VRT dá informação ao variador de fluxo, para que esse possa fazer a distribuição VRT. A função do variador de fluxo pode ser definida como a rotação de um eixo, abertura ou fecho da adufa, alterar a pressão da bomba de membranas, ou altear a velocidade de trabalho. Em que os variadores de fluxo podem ser comandados por sinal elétrico, pneumático ou hidráulico, preveniente do controlador VRT (Coelho & Silva, 2009). Os controladores VRT possuem um microprocessador, no qual podem ser utilizados para a comunicação, armazenar e gerir dados.

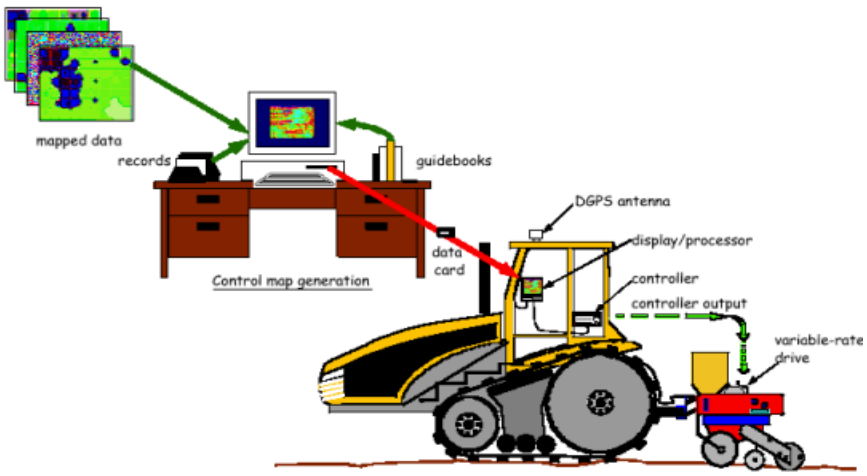


Figura 4 - Equipamento necessário para fazer VRT (Fonte: (Santos, 2020)).

2.2.2 Benefícios da aplicação diferenciada

A aplicação diferenciada pode ser posta em prática em diversas máquinas operadoras, nomeadamente em distribuidores centrífugos, pulverizadores, semeadores, distribuidores de estrume, distribuidores de chorume, entre outros. Em que vão fazer a distribuição variável assim como o corte de sessões na aplicação de sólidos, líquidos e sementes (Figura 5), (Hydac, 2021). A máquina tem de estar conectada com o terminal virtual do trator através da linha ISOBUS, permitindo ao operador um fácil acesso as configurações da mesma.

Segundo (Coelho & Silva, 2009) a fertilidade do solo varia significativamente no espaço de uma parcela, em que também é intuitivo variar a densidade de sementeira, assim como todos os tratamentos e fertilizações a fazer ao longo do ciclo vegetativo.

Os objetivos principais da VRT são:

- Tirar o máximo potencial das diferentes zonas da parcela;
- Redução dos custos de produção;
- Controlo de prescrições;
- Poupança de fertilizantes, sementes e PFF;
- Melhora as caraterísticas do solo;
- Combater a eutrofização das águas.

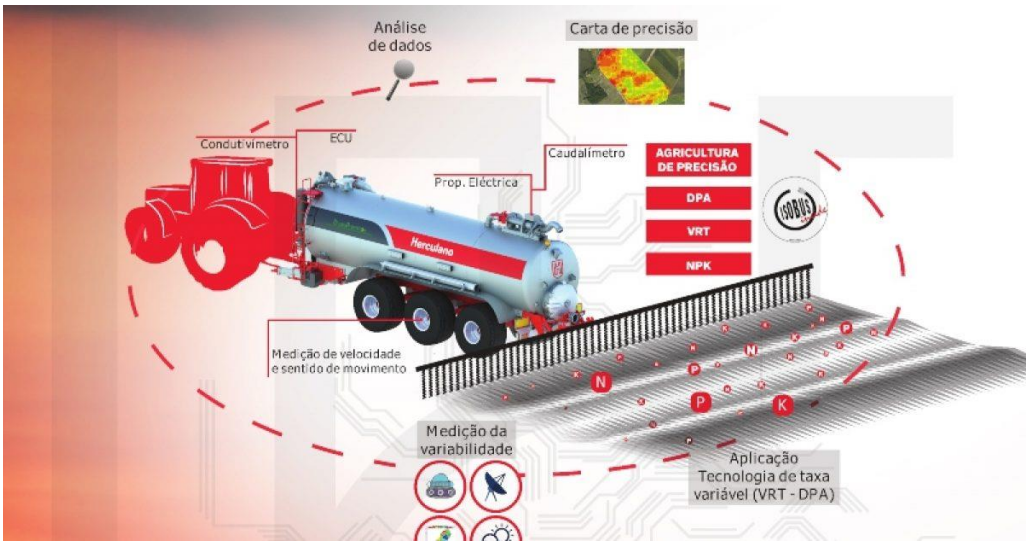


Figura 5 - Máquina VRT de chorume (Fonte: (Pelicano, 2019)).

3. Descrição das Atividades Desenvolvidas

A formação em contexto prático foi desenvolvida na Escola Superior Agrária de Elvas, no âmbito do projeto ISOmap Forragem cujos campos de ensaio se encontram instalados na Herdade experimental da Comenda do INIAV numa área de 15 ha.

3.1. Máquinas utilizadas

3.1.1. Trator New Holland T5.120

O trator New Holland T5. 120 (Figura 6, em cima), é um trator convencional que está equipado com um motor de 4 cilindros, conferindo-lhe uma potência nominal de 86 KW (117 cv), caixa de velocidades Dynamic Command™ (40 km/h), suspensão na cabine, elevador hidráulico frontal com peso monobloco de 400 kg, tomada de força 1000 rpm, suspensão hidráulica no eixo dianteiro. À retaguarda tem o elevador hidráulico, tomada de força 540, 540E, 1000, e ficha ISOBUS (Figura 6, lado direito) (New Holland Agriculture, 2021a). No que diz respeito aos dispositivos relacionadas com Agricultura de Precisão, o trator possui auto guiamento integrado, telemática, dois terminais virtuais (Figura 6, lado esquerdo), (INTELLIVIEW™ IV) e um recetor de GNSS integrados por uma linha CAN (New Holland Agriculture, 2021b).

Figura 6 - Trator New Holland T5. 120 (em cima), terminais virtuais do trator (em baixo à esquerda), linha ISOBUS (em baixo à direita).

3.1.2. Distribuidor centrifugo AMAZONE ZA-V 4200

O distribuidor centrifugo Amazone ZA-V 4200 (Figura 7), é acoplado da forma montada aos três pontos das barras de engate do trator, com ligação ao veio *cardan* e com a linha ISOBUS conectada. A tremonha tem uma capacidade de carga de 4500 Kg, estando equipada por um conjunto de sensores de massa. No seu interior tem um crivo e dois agitadores, e exteriormente é protegida por uma lona impermeável. A distribuição é realizada por dois discos V-3, fazendo uma largura de trabalho de 24 até 36 metros, cada um deles com duas palhetas ajustáveis em função da largura de trabalho e do fertilizante a distribuir. A palheta tem diferentes tamanhos, em que a mais pequena distribui desde o disco até metade da largura de trabalho e a palheta maior vai desde a metade da largura de trabalho até à largura máxima. Todas estas afinações são auxiliadas por um manual técnico para que a aplicação seja o mais homogéneo possível. Este equipamento ao estar conectado à linha ISOBUS, faz com que a abertura das adufas seja controlada de forma elétrica através do terminal virtual, fazendo aplicação de fertilizantes à taxa variável e corte de secções em que cada adufa pode fechar até quatro posições e fazer débito proporcional ao avanço até uma velocidade de trabalho de 30 km/h (Amazone, 2019).

Figura 7 - Distribuidor centrifugo Amazone ZA-V 4200.

3.1.3. Pulverizador AMAZONE UF 901

O Pulverizador de jato projetado Amazone UF 901 (Figura 8), é acoplado ao trator de forma montada aos 3 pontos das barras de engate com ligação ao veio cardan (540 rpm), é equipado com dois distribuidores hidráulicos e com uma linha ISOBUS. A rampa de pulverização tem abertura hidráulica e nivelamento nos planos horizontal e vertical, compreendendo uma largura de trabalho de 15 metros em que estão dispostos três tipos de bicos com diferentes medidas. A rampa está dividida em cinco setores comandados por electroválvulas independentes. Equipam o pulverizador 3 depósitos: o depósito da calda tem uma capacidade de 900 litros, podendo ser cheio por pressão, gravidade ou por auto enchimento, um depósito de autolimpeza de 150 litros de capacidade e um depósito incorporador de produtos fitofarmacêuticos com chuveiro para facilitar o enxaguamento e lavagem das embalagens.

A bomba de pressão que é movimentada através do veio da tomada de força e controlada no terminal virtual no trator, está equipada com 4 membranas com capacidade para transportar até 116 litros de calda por minuto, comandada por um caudalímetro de pressão e outro de retorno (Amazone, 2021b).

Em trabalho o pulverizador é controlado através do terminal virtual instalado na cabina do trator, conferindo funções de corte de secções, aplicação da calda à taxa variável (VRT) e débito proporcional ao avanço (dpa). Assim torna-se possível variar a pressão da bomba de forma automática consoante o mapa de aplicação ou a velocidade de trabalho assim como a abertura e fecho das electroválvulas autónomas.

Figura 8 – Pulverizador de jato projetado AMAZONE UF 901.

3.1.4. Amatron 4 (Terminal Virtual)

O Amatron 4 (Figura 9), é o terminal virtual ISOBUS de última geração da marca AMAZONE, que pode ser adaptado em qualquer trator através da linha ISOBUS ou da linha CAN, podendo ser conectado a máquinas operadoras ISOBUS de marcas distintas. O mesmo pode ainda receber sinal de uma antena GNSS, para que a informação seja georreferenciada, auxiliando na orientação do trator entre passagens assim como na distribuição de produtos à taxa variável (vra). A sua dimensão é de 8 polegadas (20 cm), com ecrã tátil e botões auxiliares. No mesmo podem ser utilizadas dois dispositivos de armazenamento de memória USB, por exemplo para o carregamento de mapas de prescrição em ficheiros com formato ISO-XML, e Shapefile. Após a tarefa estar concluída pode ser exportado um ficheiro formatado em PDF ou ISO-XML com o relatório e a prescrição da aplicação executada (Amazone, 2021a).

Figura 9 - Terminal Virtual AMATRON 4.

3.2 Programação e Calibração de máquinas à taxa fixa

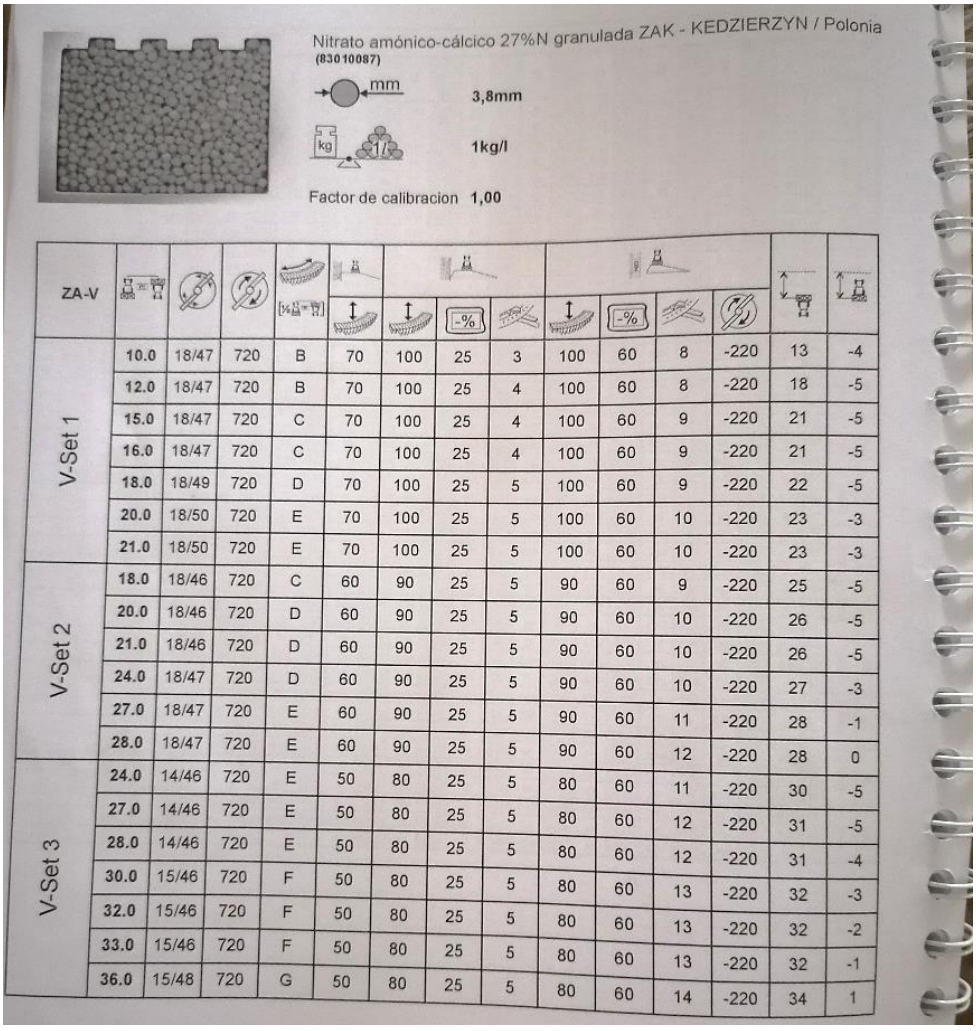
Antes da aplicação de fertilizantes ou tratamentos fitossanitários, importa a calibração dos equipamentos de forma a garantir que não exista algum erro de distribuição devido a falhas mecânicas dos órgãos das máquinas ou de desajuste dos produtos utilizados.

3.2.1. Programação e Calibração do Distribuidor centrifugo AMAZONE ZA-V 4200

A calibração do distribuidor centrifugo é feita de acordo com o manual técnico do seu fabricante (Amazone, 2017), que possui uma vasta lista de adubos comerciais de diferentes marcas para diversos tipos de nutrientes, com o auxílio de um medidor granulométrico, uma balança e uma proveta de 1litro de capacidade (Figura 10).

Figura 10 - Manual técnico (lado esquerdo), mediador granulométrico (lado direito).

Após adquirirmos o adubo comercial consultámos o manual técnico de fertilizantes até encontrarmos o mesmo identificado (Figura 11), verificamos com o auxílio do medidor granulométrico se a maior percentagem corresponde ao que se encontra na tabela, assim como o peso específico de 1 litro de adubo comercial. Com estes dados vamos obter um fator de calibração que introduzimos no terminal virtual do trator e ou da máquina propriamente dita. Regulam-se em seguida as palhetas dos discos para afinação da largura de trabalho desejada.



Nitrato amónico-cálcico 27%N granulada ZAK - KEDZIERZYN / Polonia
(83010087)

mm 3,8mm

kg 1l 1kg/l

Factor de calibracion 1,00

ZA-V														
V-Set 1	10.0	18/47	720	B	70	100	25	3	100	60	8	-220	13	-4
	12.0	18/47	720	B	70	100	25	4	100	60	8	-220	18	-5
	15.0	18/47	720	C	70	100	25	4	100	60	9	-220	21	-5
	16.0	18/47	720	C	70	100	25	4	100	60	9	-220	21	-5
	18.0	18/49	720	D	70	100	25	5	100	60	9	-220	22	-5
	20.0	18/50	720	E	70	100	25	5	100	60	10	-220	23	-3
	21.0	18/50	720	E	70	100	25	5	100	60	10	-220	23	-3
V-Set 2	18.0	18/46	720	C	60	90	25	5	90	60	9	-220	25	-5
	20.0	18/46	720	D	60	90	25	5	90	60	10	-220	26	-5
	21.0	18/46	720	D	60	90	25	5	90	60	10	-220	26	-5
	24.0	18/47	720	D	60	90	25	5	90	60	10	-220	27	-3
	27.0	18/47	720	E	60	90	25	5	90	60	11	-220	28	-1
	28.0	18/47	720	E	60	90	25	5	90	60	12	-220	28	0
V-Set 3	24.0	14/46	720	E	50	80	25	5	80	60	11	-220	30	-5
	27.0	14/46	720	E	50	80	25	5	80	60	12	-220	31	-5
	28.0	14/46	720	E	50	80	25	5	80	60	12	-220	31	-4
	30.0	15/46	720	F	50	80	25	5	80	60	13	-220	32	-3
	32.0	15/46	720	F	50	80	25	5	80	60	13	-220	32	-2
	33.0	15/46	720	F	50	80	25	5	80	60	13	-220	32	-1
	36.0	15/48	720	G	50	80	25	5	80	60	14	-220	34	1

Figura 11 - Página do manual técnico para o adubo comercial utilizado.

No TV tornam-se necessários os seguintes fatores de calibração (Figura 12, 13 e 14):

- Fator de calibração;
- Abertura da palheta menor;
- Abertura da palheta maior;
- Rotação nominal dos discos de dispersão;
- Ponto de ligação;
- Ponto de desligação;
- Discos de dispersão;
- Largura de trabalho;
- Tipo de produto;
- Quantidade a dispersar.

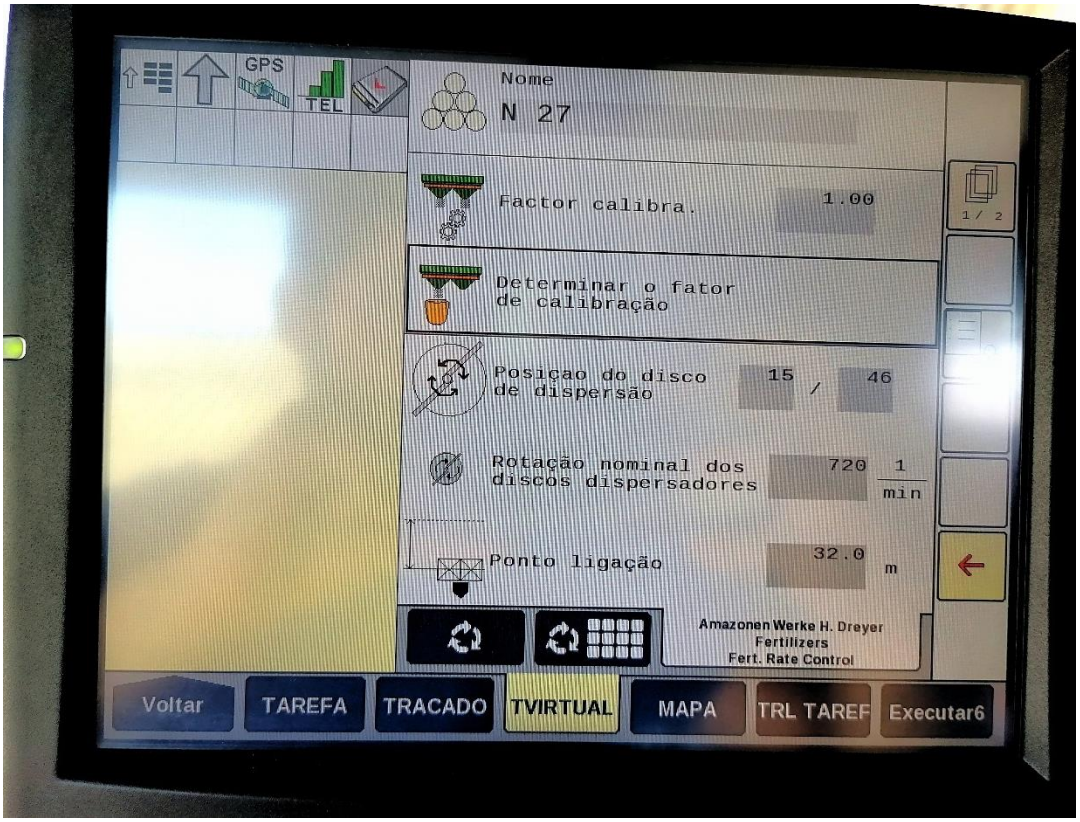


Figura 12 – Calibração do fator de calibração, abertura das palhetas, rotação dos discos e ponto de ligação.

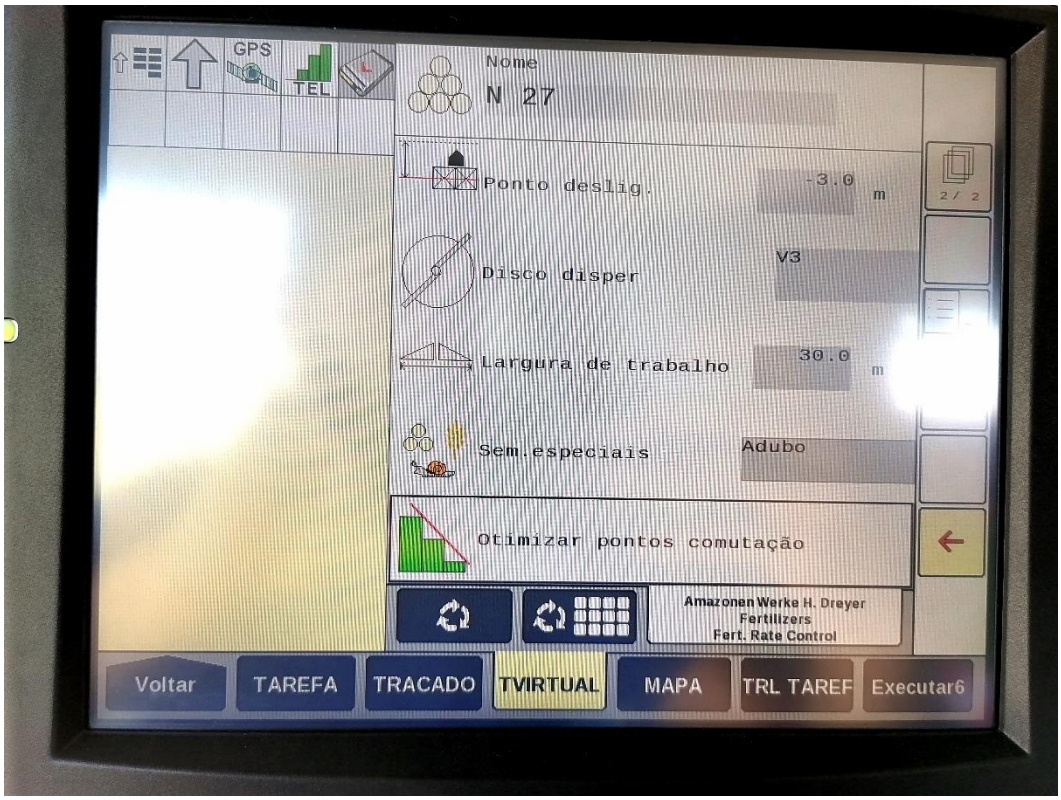


Figura 13 – Calibração do ponto de desligação, discos de dispersão e largura de trabalho.

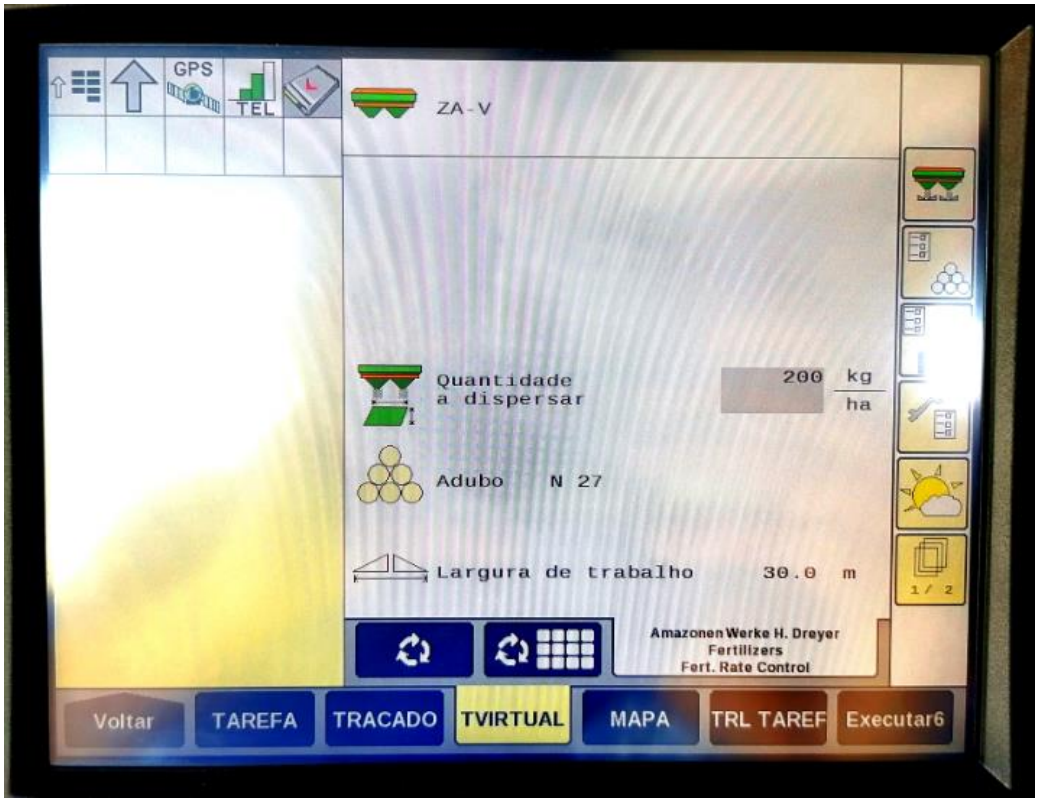


Figura 14 - Calibração da quantidade a dispersar.

Caso seja um material de dispersão com peso específico mais leve ou que possa ser influenciado pelas condições climáticas, este pode ter uma distribuição mais homogénea com a introdução dos dados meteorológico no TV, (velocidade, direção do vento e temperatura ambiente) (Figura 15).

Figura 15 - Calibração de dados meteorológicos.

Parâmetros de calibração no distribuidor (Figura 16):

- Abertura das palhetas menores;
- Abertura das palhetas maiores.

Figura 16 - Discos de dispersão com palhetas.

Para garantir a quantidade que se pretende distribuir e a respetiva largura de trabalho, pode ainda montar-se um ensaio móvel na parcela com recurso a uma aplicação fornecida pelo fabricante – EasyCheck (Amazone, 2020) constituída por 16 tapetes de calibração e um programa de processamento de imagem – mySpreader (Amazone, 2021c)(Figura 17).

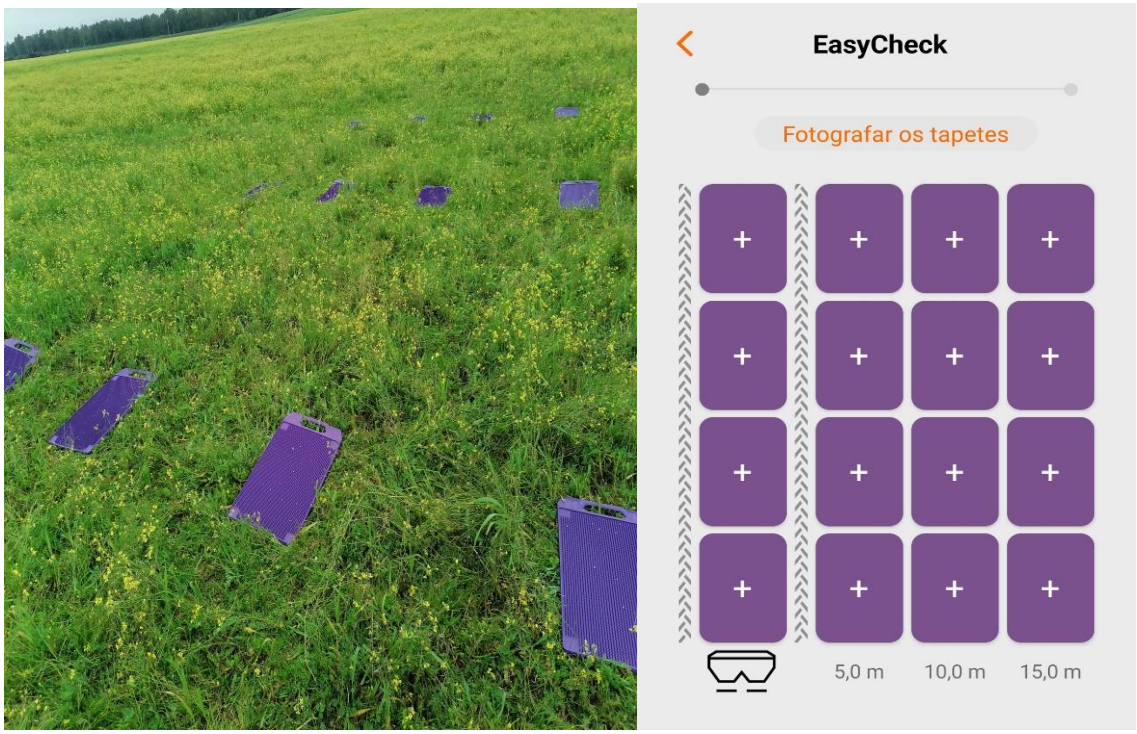


Figura 17- Distribuição dos tapetes na parcela (lado esquerdo), aplicação mySpreader (lado direito) (Fonte: (Amazone, 2021c)).

O ensaio é distribuído em quatro linhas paralelas em que em cada linha existem 4 tapetes a 1metro de distância entre si considerando a largura de trabalho de 30 metros.

O primeiro tapete fica disposto no alinhamento do trator, e os restantes ficam do lado direito, aos 5, 10 e 15 metros. O operador, com a máquina em posição de trabalho, passa na reta inicial onde foram colocados os tapetes, depois do lado direito e esquerdo de modo que a distribuição fique homogénea na área onde estão colocados os tapetes. Com a distribuição já realizada e com o auxílio da aplicação mySpreader, vamos introduzir todos os parâmetros de calibração do distribuidor e fotografar ordenadamente a cada tapete.

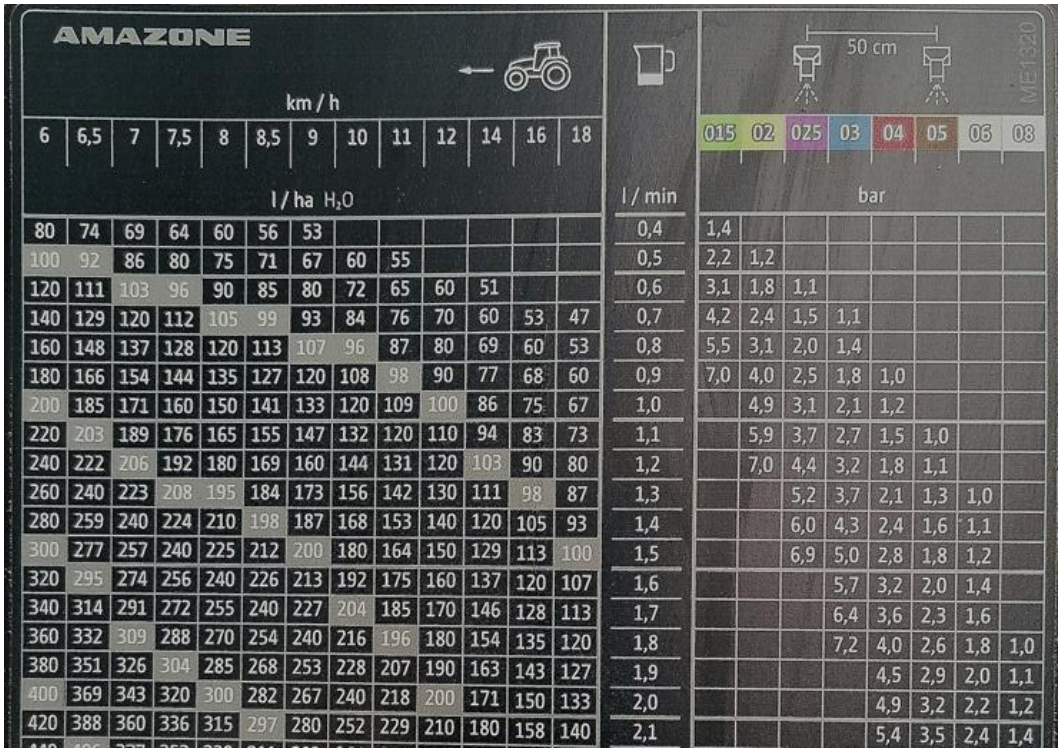
Quando todas as fotografias forem tiradas, a aplicação vai fazer a contagem do grão e dar-nos os valores por tapete e a soma de cada fila, em que nos indica se distribuição está a ficar homogénea ou heterogénea. Os resultados da soma de cada fila vão ser introduzidos no TV (Figura 18), no qual vai fazer os ajustes sobre a abertura das palhetas, e o operador consoante o ajuste, terá de abrir ou fechar as mesmas no distribuidor (Figura 16).

Figura 18 - Posto de ensaio móvel no Terminal Virtual.

3.2.2. Programação e Calibração do Pulverizador AMAZONE UF 901

A calibração e programação do pulverizador de jato projetado, foi feita para uma aplicação de herbicida à taxa fixa. No decorrer da aplicação, e com a utilização do corte de secções ativo, o caudal distribuído sobre cada setor da rampa é sempre igual devido ao facto de existir um caudalímetro que regula a pressão de entrada de calda na rampa e um caudalímetro que controla o retorno da calda em excesso, ou seja, quando um ou mais setores fecham por sobreposição da rampa de distribuição no traçado de trabalho.

Para que a calibração seja executada com sucesso o pulverizador tem uma tabela de pulverização (Figura 19), com os diferentes tipos de bicos que pode equipar, diferentes velocidades de trabalho e pressões de funcionamento da bomba.



AMAZONE												
km / h												
6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10	11	12	14	16	18
l / ha H_2O												
80	74	69	64	60	56	53						
100	92	86	80	75	71	67	60	55				
120	111	103	96	90	85	80	72	65	60	51		
140	129	120	112	105	99	93	84	76	70	60	53	47
160	148	137	128	120	113	107	96	87	80	69	60	53
180	166	154	144	135	127	120	108	98	90	77	68	60
200	185	171	160	150	141	133	120	109	100	86	75	67
220	203	189	176	165	155	147	132	120	110	94	83	73
240	222	206	192	180	169	160	144	131	120	103	90	80
260	240	223	208	195	184	173	156	142	130	111	98	87
280	259	240	224	210	198	187	168	153	140	120	105	93
300	277	257	240	225	212	200	180	164	150	129	113	100
320	295	274	256	240	226	213	192	175	160	137	120	107
340	314	291	272	255	240	227	204	185	170	146	128	113
360	332	309	288	270	254	240	216	196	180	154	135	120
380	351	326	304	285	268	253	228	207	190	163	143	127
400	369	343	320	300	282	267	240	218	200	171	150	133
420	388	360	336	315	297	280	252	229	210	180	158	140

l / min	50 cm							
	015	02	025	03	04	05	06	08
	bar							
0,4	1,4							
0,5	2,2	1,2						
0,6	3,1	1,8	1,1					
0,7	4,2	2,4	1,5	1,1				
0,8	5,5	3,1	2,0	1,4				
0,9	7,0	4,0	2,5	1,8	1,0			
1,0		4,9	3,1	2,1	1,2			
1,1		5,9	3,7	2,7	1,5	1,0		
1,2		7,0	4,4	3,2	1,8	1,1		
1,3			5,2	3,7	2,1	1,3	1,0	
1,4			6,0	4,3	2,4	1,6	1,1	
1,5			6,9	5,0	2,8	1,8	1,2	
1,6				5,7	3,2	2,0	1,4	
1,7				6,4	3,6	2,3	1,6	
1,8				7,2	4,0	2,6	1,8	1,0
1,9					4,5	2,9	2,0	1,1
2,0					4,9	3,2	2,2	1,2
2,1					5,4	3,5	2,4	1,4

Figura 19 - Tabela auxiliar para calibração.

O Pulverizador foi calibrado para uma aplicação de herbicida a 260 litros de calda por hectare, com uma velocidade de trabalho de 6 km/h. Com o auxílio da tabela de pulverização fez-se o cruzamento de dados sobre o volume de calda, velocidade de trabalho e bicos de pulverização (Figura 20), o que nos permite identificar a pressão requerida pela bomba - 3.7 bar.

Figura 20 - Diferentes tipos de bico a utilizar.

Em seguida a calibração é feita no terminal virtual (Figura 21), e na rampa de pulverização com a alteração do tipo de bico a utilizar. No terminal virtual, é introduzida a quantidade de calda a distribuir por hectare, permitindo conhecer a autonomia do número de hectares possíveis de realizar com a calda disponível dentro do depósito.

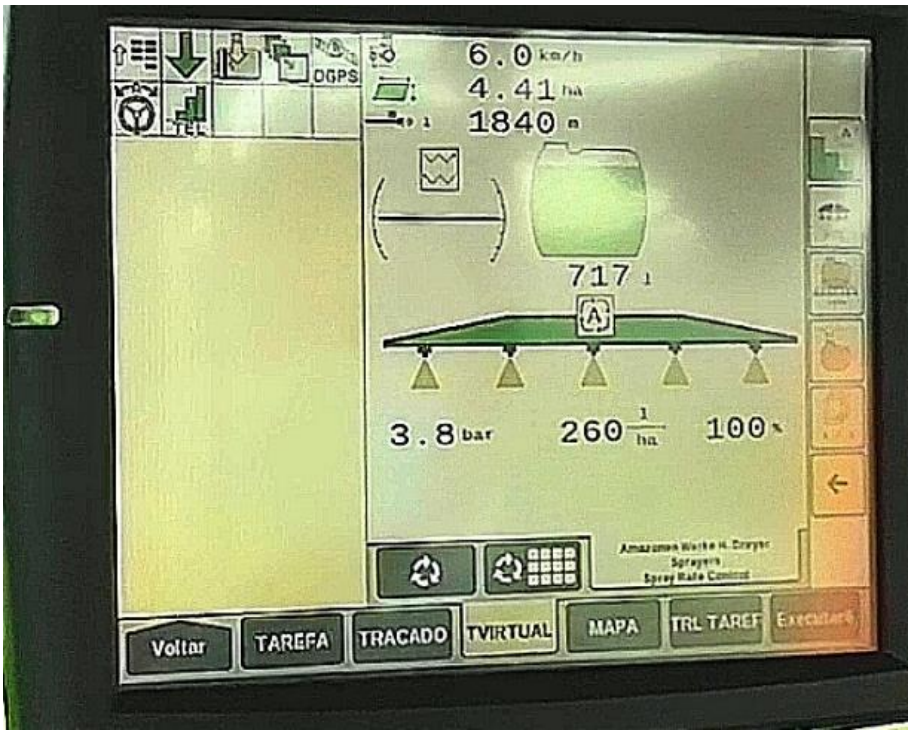


Figura 21 - Calibração no Terminal Virtual.

3.3. Criação de um mapa de aplicação à taxa variável

Para a aplicação à taxa varável (VRT) com este tipo de máquinas torna-se necessário criar um mapa de prescrição. Tanto no caso do uso do pulverizador para simulação de aplicação de um herbicida como no caso da aplicação à taxa varável de um adubo azotado de cobertura, foi utilizado um mapa de prescrição assente em informação obtida a partir do mapa de variação espacial do índice de NDVI da cultura. Foram utilizados dois métodos, criação do mapa de prescrição partir da plataforma OneSoil (One Soil, 2018-2021), e com recurso ao software QGIS (QGIS, 2021).

3.3.1. Criação de um mapa de aplicação à taxa variável na plataforma OneSoil

A plataforma OneSoil é uma aplicação com uma versão gratuita na qual se trabalham os dados em linha provenientes de imagens de satélite e de estações meteorológicas de referência, que permitem o acompanhamento do ciclo das culturas. Os passos necessários à criação de um mapa de prescrição apresentam-se na Figura 22.

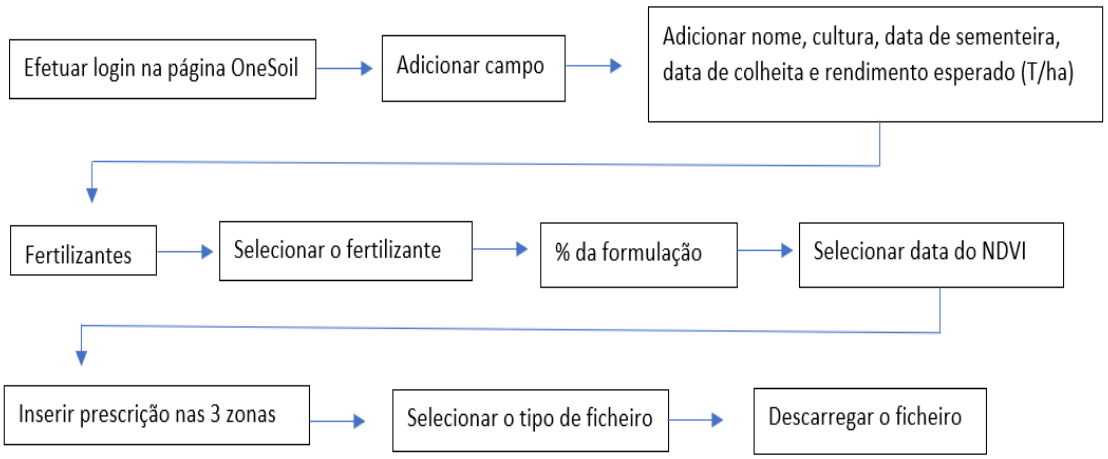


Figura 22 – Descrição dos passos a seguir para a elaboração de um mapa se precisão na plataforma OneSoil.

Quando se cria um campo, a medição da área é feita automaticamente, podendo-se adicionar a cultura em estudo, a data de sementeira, data de colheita e a produção esperada. É ainda possível adicionar os estados fenológicos da cultura, em que os dados meteorológicos nos vão informar da acumulação de graus-dia e precipitação acumulada. Com esta informação e com as imagens de satélite que determinam o NDVI da cultura podem definir-se três zonas com diferentes características, as quais vão ser atribuídas as prescrições mais recomendadas (Figura 23). Após esse processo o ficheiro é formatado e exportado para um dispositivo de armazenamento de dados do tipo Pen Drive para posterior carregamento num terminal virtual.

Figura 23 - Plataforma OneSoil com a definição de 3 zonas distintas de aplicação de um adubo de cobertura.

3.3.2. Criação de um mapa de aplicação à taxa variável na plataforma QGIS

A plataforma QGIS, também de acesso livre constitui um software para gestão de Sistemas de Informação Geográficos que permite a combinação de atributos oriundos de diferentes fontes de informação.

Para a criação de um mapa de aplicação à taxa variável usando o software QGIS foram tidos em conta dois atributos, condutividade elétrica do solo e NDVI da cultura, este a partir de dois levantamentos de informação às datas de 16 e 24 de abril. A Figura 24 e a Figura 25 mostram a sequência de etapas necessárias para a criação do mapa de prescrição e o mapa respetivamente.

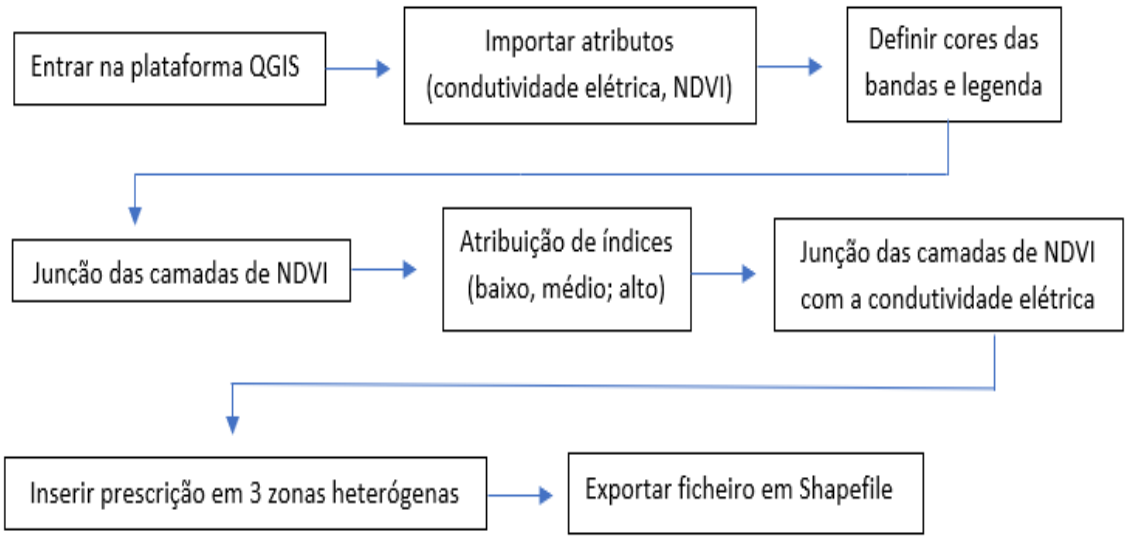


Figura 24 – Descrição dos passos a seguir para a elaboração de um mapa de prescrição na plataforma QGIS.

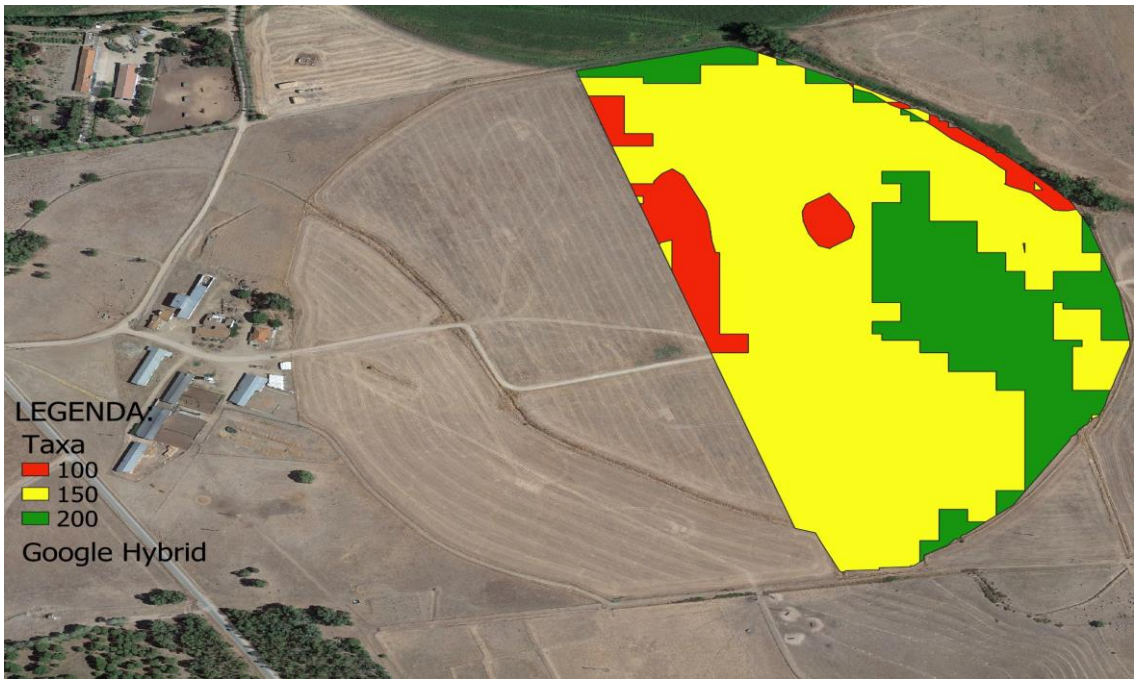


Figura 25 – Mapa de prescrição na plataforma QGIS.

Definidas as camadas de informação, o mapa de prescrição resulta da interseção de zonas comuns depois de definidas o número de zonas distintas que se pretendem para a aplicação do adubo – neste caso 3.

Na etapa seguinte são definidas as doses de aplicação relativamente a cada zona e é gravado e exportado o ficheiro em formato Shapefile.

3.4. Importação de mapas de prescrição

Uma vez criados os mapas de prescrição e exportados para os suporte de memória, torna-se necessário a sua importação nos respetivos controladores das máquinas e ou terminal virtual do trator.

3.4.1. Importação de mapas de prescrição para o controlador AMATRON 4

O controlador AMATRON 4 é o controlador originalmente previsto para trabalhar com as máquinas operadoras (Figura 26), apresentando compatibilidade com os dois tipos de ficheiros criados, Shapefile e ISO-XML, podendo exportar um relatório de informação das tarefas realizadas em versão PDF. O carregamento dos mapas de aplicação à taxa variável pode ser realizado em qualquer lugar, independentemente da localização do trator, bastando apenas que o controlador esteja ligado à máquina operadora.

Figura 26 - Mapa de prescrição importado para o controlador AMATRON 4.

3.4.1.1. Ficheiro Shapefile

A Figura 27 mostra a sequência de procedimentos necessários ao carregamento de um ficheiro no formato Shapefile.

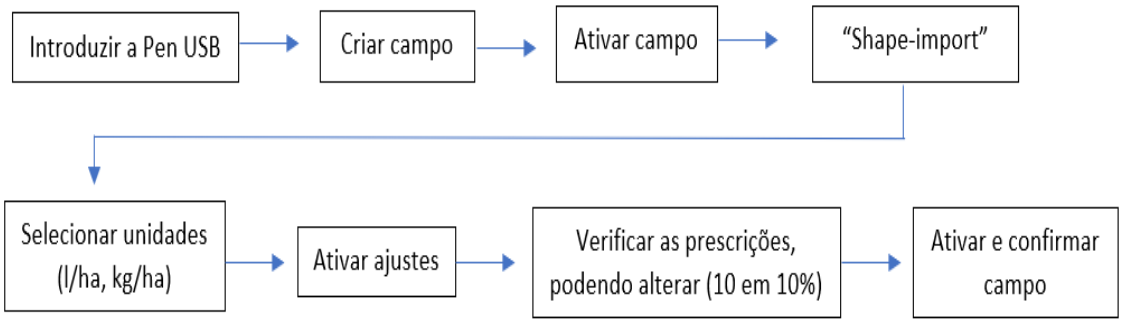


Figura 27 – Passos a seguir na importação de um ficheiro Shapefile para o controlador AMATRON 4.

Para o carregamento do ficheiro Shapefile, este deve estar numa pasta com o nome "Shapefile". Antes da importação do ficheiro para o controlador tem de ser criado e ativado um campo novo que permitirá a importação na função "Shape-import". Selecionam-se em seguida as unidades correspondentes à máquina acoplada (l/ha ou kg/ha), e confirmam-se os valores de aplicação. Terminados estes procedimentos, o campo criado é ativado e confirmado para início da tarefa.

3.4.1.2. Ficheiro ISO-XML

O ficheiro ISO-XML contem o mesmo conteúdo que o Shapefile, mas a sua importação é executada de maneira diferente (Figura 28).

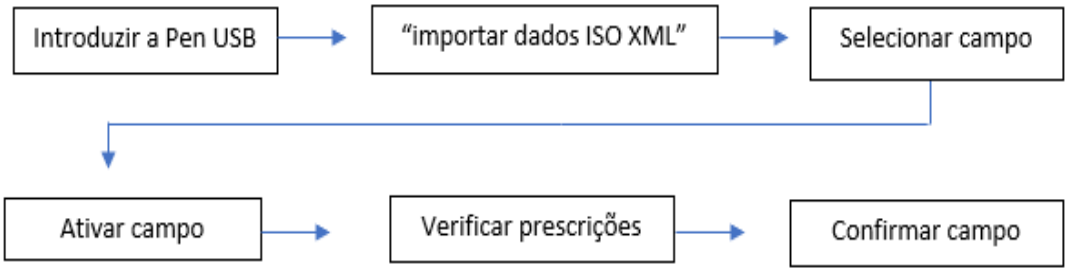


Figura 28 – Passos a seguir na importação de um ficheiro ISO-XML para o controlador AMATRON 4.

O ficheiro colocado numa pasta com o nome "ISO-XML" é carregado pela função "importar dados ISO-XML" selecionando-se e ativando um campo novo. São confirmadas as prescrições não podendo serem alteradas, confirmam-se os valores pretendidos e é iniciada a tarefa.

3.4.2. Importação de um mapa de prescrição para o Terminal Virtual INTELLIVIEW™ IV

Quando se pretende importar um mapa de aplicação diferenciada para o Terminal Virtual INTELLIEW IV (Figura 29), este tem a possibilidade de ser compatível com três tipos de ficheiros: Shapefile, ISO-XML e extensão cn1. A importação em Shapefile ou ISO-XML, requer sempre a conversão para a extensão cn1.

Figura 29 - Importação de um mapa de prescrição para o TV INTELLIEW IV.

3.4.2.1 Ficheiro Shapefile/ ISO-XML

A importação de ficheiros em Shapefile ou ISO-XLM (Figura 30) faz-se de forma idêntica sendo necessário que o mesmo esteja contido numa pasta "Shapefile" ou "ISO-XML" conforme descrito anteriormente. Posto isto no TV é criado um arquivo com um nome do agricultor (cliente), quinta, campo, alfaia, condição de trabalho e tarefa. Define-se o tipo de ficheiro a carregar (ISO-XML ou Shape), tipo de dados, prescrição, forma do produto (Líquido / Granulado), e as unidades (l/ha, kg/ha), dando-se em seguida instrução para importar os dados que são, entretanto, convertidos numa extensão cn1.

3.4.2.2. Ficheiro CN1

A Figura 30 mostra a sequência de procedimentos no carregamento de um ficheiro extensão cn1 no Terminal Virtual Intelliview IV.

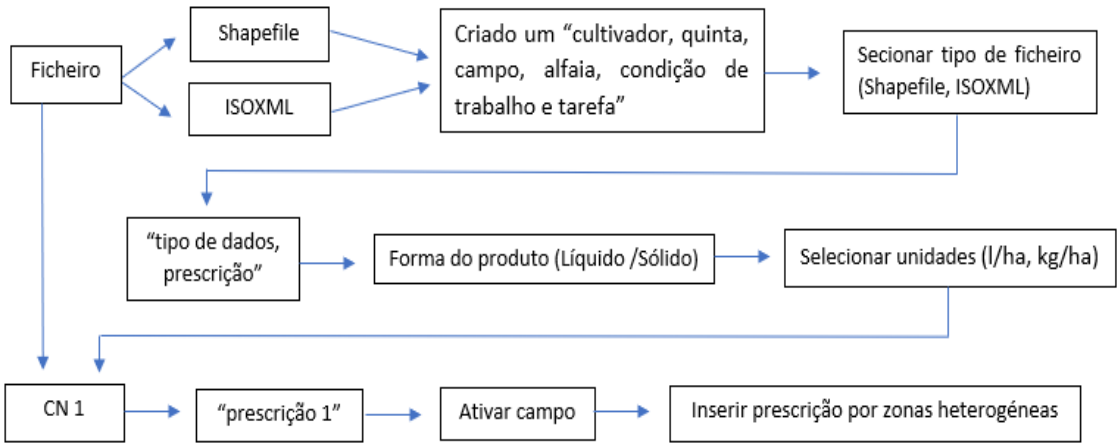


Figura 30 – Importação de ficheiros cn1 para o TV INTELLIVIEW IV.

O ficheiro cn1 pode ser oriundo de uma terceira plataforma para além das mencionadas, neste caso da mesma origem do TV (Plataforma Mynewholland) ou criado a partir de um ficheiro Shapefile ou ISO-XML que tem como primeiro passo a sua conversão em cn1.

É definida em seguida a função "Prescrição 1" em que se escolhe o mapa de prescrição e se ativa, definem-se as zonas de aplicação conforme o mapa de prescrição e é ativada a função de aplicação à taxa variável.

4. Análise Crítica e Propostas de Melhoria

4.1. Análise crítica

A agricultura de precisão atualmente é fundamental na produção de qualquer tipo de alimento, acompanhando a cultura durante todo o seu ciclo vegetativo, em que podem ser utilizados drones, sensores, satélite e bases de dados para que se possa fazer uma monitorização e se defina quais os momentos ótimos a realizar as práticas culturais como a rega, tratamentos fitossanitários ou até mesmo aplicações de fertilizantes.

Tecnologias como as sondas, sensores e outros, já são utilizadas pela maioria dos agricultores. No que diz respeito a tecnologias em máquinas, estas são mais utilizadas por grandes agricultores e prestadores de serviços, em que os pequenos agricultores preferem adquirir estes serviços, no qual vão beneficiar de uma poupança de recursos, obtendo parcelas mais homogéneas com uma maior receita na colheita da cultura.

A distribuição de fertilizantes e a tratamentos fitossanitários, são dois grandes problemas para o meio ambiente, nomeadamente na contaminação do solo e das linhas de água, assim como para o agricultor, em que cada vez os seus valores são mais elevados. Embora tenha sido proibida a venda de uma grande parte das substâncias ativas, continua a ser utilizadas um vasto número, e na aplicação de fertilizantes já estão delimitadas zonas com excesso de nitratos no solo, em que terá de ser feita uma gestão mais rigorosa. Para se minimizar estes problemas, são utilizadas máquinas ISOBUS que fazem aplicações diferenciadas dentro da mesma parcela, consoante as produções dos anos anteriores, características do solo e NDVI da cultura.

Nas máquinas utilizadas, que assentam sobre a Norma ISO11783, foi identificado que além de ser uma norma internacional de comunicação entre máquinas ISOBUS, ainda existe alguns ajustes a serem executados, em que há restrições na passagem de informação entre máquinas.

O estágio foi realizado dentro das datas definidas, assim como a execução de todos os objetivos propostos inicialmente (Quadro 1).

Quadro 1 – Cumprimento dos objetivos de estágio previamente estabelecidos.

Objetivos	**Cumprimento dentro do prazo**	**Cumprimento após o prazo preestabelecido**
Realização de operações de campo na calibração e programação de um distribuidor de adubo VRT com tecnologia ISOBUS.	SIM	----------
- Realização de operações de campo na calibração e programação de um pulverizador de jato projetado VRT com tecnologia ISOBUS.	SIM	----------
- Elaboração de ficheiros de prescrição, e carregamento dos mesmos nos terminais virtuais das máquinas e tratores utilizados.	SIM	----------

4.2. Propostas de melhoria

No decorrer do estágio foram identificados alguns parâmetros que poderão vir a ser melhorados ao longo do tempo, quer a título pessoal com a necessidade de aprofundar mais conhecimentos, e por parte das marcas comerciais de máquinas agrícolas, prestarem um melhor acompanhamento técnico.

No meu próprio desempenho, senti por algumas vezes dificuldades em adquirir conhecimentos por falta de informações disponíveis, nomeadamente para a utilização dos Terminais Virtuais. Quando era encontrada alguma informação, esta estava em linguagem alemã, em que eu não tenho o domínio sobre a mesma.

As marcas comercias deviam ter mais técnicos no campo, formados na área para que possam dar um maior apoio e formações especificas na entrega dos equipamentos agrícolas, de uma vez que se está a trabalhar com máquinas para a prática de agricultura 4.0, estas devem ser programadas e calibradas com a maior precisão.

As máquinas agrícolas ISOBUS deviam ter licenças de utilização com livre acesso, embora o custo inicial do equipamento seja um pouco mais elevado, mas o agricultor faz apenas um investimento em vez de ter custos anuais.

5. Considerações Finais e Perspetivas Futuras

5.1. Considerações Finais

No decorrer da formação em contexto prático todos os objetivos propostos inicialmente foram cumpridos com sucesso dentro dos prazos estabelecidos. Para além destes ainda foi possível realizar outras tarefas como o acompanhamento das aulas da unidade curricular de Mecanização e demostrar os conhecimentos adquiridos durante o estágio em ações de desmonstração realizadas no âmbito do projeto ISOmap Forragem na Herdade experimental da Comenda.

No decorrer da formação prática o conhecimento em tecnologias aplicadas em máquinas agrícolas foi muito alargado, o que é uma mais-valia a nível profissional num futuro próximo. Fiquei mais sensibilizado para a utilização de máquinas ISOBUS, que apesar do seu maior investimento o agricultor pode vir a rentabilizar com facilidade a médio longo prazo na poupança de produtos que utiliza.

Relativamente as oportunidades de melhoria ao longo do estágio, a nível das instalações e parque de máquinas foram disponibilizadas ótimas infraestruturas, assim como máquinas de elevada qualidade que estão no mercado nacional. Em relação à assistência prestada por parte dos técnicos comerciais ainda me parece haver um caminho a percorrer dado o menor nível de conhecimento de algumas das funções possíveis de realizar com este tipo de máquinas.

5.2. Perspetivas Futuras

A nova PAC 2030 requer o uso racional dos fatores de produção e este modelo de gestão só é alcançável se do ponto de vista instrumental, máquinas e operadores o consigam realizar em campo. Neste âmbito a Escola Superior Agrária de Elvas, em parceria com diferentes entidades ligadas à mecanização como pude constatar, cria oportunidades aos alunos e contribui assim para a formação de operadores mais qualificados e aptos a responder aos desafios que se adivinham, principalmente no trabalho prático realizado na Herdade experimental da Comenda do INIAV.

Todos estes trabalhos desenvolvidos são dados a conhecer de uma forma prática em eventos, demostrações, formações e em aulas da unidade curricular de mecanização, assim como em artigos técnicos divulgados sobre os resultados obtidos no trabalho desenvolvido (anexos).

A cada ano que passa existem mais técnicos formados na área agrícola, em que os mesmos poderão vir a gerir explorações agrícolas e implementar novas técnicas, assim como a prática de uma agricultura mais sustentável.

6. Bibliografia

AEF (2015). ISOBUS em Funcionalidades. Obtido em 17 de 06 de 2021, de Agricultural Industry Electronics Foundation: https://www.aef-online.org/fileadmin/user_upload/Content/pdfs/AEF_handfan_PT.pdf

Amazone (2017). Tabla de Abonado (pp. 2-33). Obtido em 04 de 07 de 2021 de AMAZONE: https://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=23480

Amazone (2019). Abonadora suspendida ZA-V. Obtido em 04 de 07 de 2021, de AMAZONE: https://www.mazas.es/archivos/catalogos/Amazone/ZA-V.pdf

Amazone (2020). EasyCheck – Precise spreading made easy! Obtido em 27 de 06 de 2021, de AMAZONE: https://amazone.net/en/service-support/for-farmers-contractors-and-councils/fertiliser-service/easycheck-47354

Amazone (2021)a. AmaTron 4 – Manager for all. Obtido em 15 de 06 de 2021, de AMAZONE: https://amazone.net/en/products-digital-solutions/digitalsolutions/terminals-hardware/isobus-terminals/amatron-4-manager-for-all- 59040

Amazone (2021)b. Mounted crop protection sprayer UF. Obtido em 03 de 07 de 2021, de AMAZONE: https://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=62505

Amazone (2021)c. mySpreader App. Obtido em 11 de 06 de 2021, de AMAZONE: https://amazone.net/en/products-digital-solutions/digitalsolutions/software/agapps/myspreader-app-59098

Anónimo (2021). Estatísticas – Venda de tratores na Europa cai, mas resiste ao coronavírus. Abolsamia, 125 (março/abril 2021): 14-22. Obtido em 12 de 05 de 2021, de ISSUU: https://issuu.com/abolsamia/docs/abolsamia_125

Barradas, R. (2021). Anúncio de abertura de período de apresentação de candidaturas. Renovação do Parque de Tratores Agrícolas – Next Generation, pp. 1-4. Obtido em 22 de 06 de 2021, de https://www.agroportal.pt/wpcontent/uploads/2021/03/10_Anuncio_322_30032021_VF.pdf

Coelho, J. P., & Silva, J. R. (2009). Inovação e tecnologia na formação agrícola – Agricultura de precisão. Obtido em 23 de 06 de 2021, de AJAP: https://agrinov.ajap.pt/images/diapositivos/Diapositivos_Agricultura_de_Precisao.pdf

Conceição, L., & Esturrica, J. (2018). Como criar um mapa de prescrição e utilizar um pulverizador de jato projetado a Taxa Variável numa operação de monda de pré sementeira, Abolsamia 113 (outubro/novembro 2018): 28-34. Obtido em 22 de 06 de 2021, de ISSUU: https://issuu.com/abolsamia/docs/abolsamia_113

Conceição, L.A., Silva, L., Ramos, J., Santos, R., Farinha, N., Dias, S., Loures, L., Barradas, V., Monteiro, P., Carneiro, J.P., Simões, N., Maçãs, B., Carita, T. (2021). ISOBUS, como criar e importar para um terminal eletrónico um mapa de aplicação de adubo a taxa variável (VRA). Abolsamia, 125 (março/abril 2021): 74-77. Obtido em 10 de 07 de 2021, de ISSUU: https://issuu.com/abolsamia/docs/abolsamia_125

Deere & Company (2013). ISOBUS. Obtido em 12 de 05 de 2021, de Deere & Company: https://www.deere.co.uk/common/docs/services_and_support/stellarsupport/en_R2/ag_management_solutions/guidance_and_machine_control/isobus/PFP13080_ISOBUS_User_Guide_EN.pdf

Hydac (2021). Agricultura De Precisão – Tecnologia ISOBUS Hydac. Obtido em 27 de 06 de 2021, de HYDAC: https://www.hydac.com.br/novidades/agricultura-de-precisao-tecnologia-isobus-hydac/

Kvaser (2021). The ISO 11783 Standard. Obtido em 10 de 06 de 2021, de KVASER: https://www.kvaser.com/about-can/higher-layer-protocols/iso-11783/

New Holland Agriculture (2021)a. Tractores agrícolas T5 Electro Command. Obtido em 03 de 07 de 2021, de New Holland Agriculture: https://agriculture.newholland.com/eu/pt-pt/equipamento/produtos/tractoresagricolas/t5-tier-4b

New Holland Agriculture (2021)b. VISOR INTELLIVIEW™ IV. Obtido em 03 de 07 de 2021, de New Holland Agriculture: https://agriculture.newholland.com/eu/pt-pt/agricultura-deprecisao/produtos/visores/visor-intelliview-iv

One Soil (2018-2021). Free Apps for precision farming. Obtido em 01 de 07 de 2021, de One Soil: https://onesoil.ai/en/

Palha, J. (2018). O futuro da Agricultura de Precisão em Portugal. AGROTECH 27. Obtido em 18 de 07 de 2021, de AGROTEC: http://www.agrotec.pt/noticias/o-futuroda-agricultura-de-precisao-em-portugal/

Pelicano, S. (2019). Agricultura 4.0 para os chorumes. Obtido em 16 de 05 de 2021, de Vida Rural: https://www.vidarural.pt/agroindustria/agricultura-4-0-para-os-chorumes/

QGIS. (2021). Um sistema de informação geográfica gratuito e de código aberto. Obtido em 01 de 07 de 2021, de QGIS: https://qgis.org/en/site/

Santos, A.P. (2016). Novas tecnologias operacionais de pulverização. Obtido em 24 de 05 de 2021, de Agronegócio em Foco: http://www.pioneersementes.com.br/blog/98/novas-tecnologias-operacionaisde-pulverizacao

Santos, F. (2020). Equipamentos VRT. Apontamentos de Agricultura de Precisão e Equipamentos, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – Departamento de Agronomia. Obtido em 17 de 06 de 2021, de Página pessoal de Fernando Santos: https://fsantos.utad.pt/pub-fas/Apt_pdf/APE/06AP_VRT.pdf

Santos, P.H. (2019). Mensuração do porte de plantas com sensor proximal baseado em radar de onda contínua modulada em frequência. Dissertação de Mestrado em Ciências – Engenharia de Sistemas Agrícolas, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Obtido em 22 de 06 de 2021, de teses.usp.br: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-22072019- 170910/publico/Pedro_Henrique_Santos_versao_revisada.pdf

The ISOBUS Experts (2021). ISOBUS-Software para seus projetos. Obtido em 17 de 05 de 2021, de The ISOBUS Experts: https://www.isobus-experts.com/pt/isobussoftware.html

Van der Vlugt, P. (2021). A iniciativa da Ag Industry na implementação de normas eletrónicas. Obtido em 17 de 05 de 2021, de Agricultural Industry Electronics Foundation: https://www.aef-online.org/fileadmin/user_upload/Content/pdfs/AEF_Keynote_PT.pdf

Anexos

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/351625564

ISOBUS, COMO CRIAR E IMPORTAR PARA UM TERMINAL ELETRÓNICO UM MAPA DE APLICAÇÃO DE ADUBO A TAXA VARIÁVEL (VRA)

Article · May 2021

CITATIONS
0

READS
19

6 authors, including:

Luis Alcino Conceicao
Instituto Politécnico de Portalegre
85 PUBLICATIONS 29 CITATIONS
SEE PROFILE

Rute Santos
Instituto Politécnico de Portalegre
63 PUBLICATIONS 223 CITATIONS
SEE PROFILE

Noemia Farinha
Instituto Politécnico de Portalegre
26 PUBLICATIONS 44 CITATIONS
SEE PROFILE

Susana Saraiva Dias
Instituto Politécnico de Portalegre
45 PUBLICATIONS 77 CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

PHOENIX Project - EU COST Action View project

Landscape History View project

All content following this page was uploaded by Luis Alcino Conceicao on 17 May 2021.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

ISOBUS, COMO CRIAR E IMPORTAR PARA UM TERMINAL ELETRÓNICO UM MAPA DE APLICAÇÃO DE ADUBO A TAXA VARIÁVEL (VRA)

TEXTO
LUÍS ALCINO CONCEIÇÃO[1,2,3]
LUÍS SILVA[3]
JOÃO RAMOS[1]
RUTE SANTOS[1,2]
NOÉMIA FARINHA[1,2]
SUSANA DIAS[1,2]
LUÍS LOURES[1,2]
VIERA BARRADAS[1,2]
PEDRO MONTEIRO[1]
JOÃO PAULO CARNEIRO[4]
NUNO SIMÕES[1]
BENVINDO MAÇAS[4]
TERESA CARIDA[5]

[1]INSTITUTO POLITÉCNICO DE PORTALEGRE
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA DE ELVAS (ESA-ELVAS)
TERESA CARIDA[4]

[2]VALORIZA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO PARA A VALORIZAÇÃO DE RECURSOS ENDÓGENOS

[3]INOVTECHAGRO
CENTRO NACIONAL DE COMPETÊNCIAS PARA A INOVAÇÃO DO SETOR AGROFLORESTAL

[4]INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRÁRIA E VETERINÁRIA, I.P.
ESTAÇÃO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS (INIAV-ELVAS)

Como criar um mapa de aplicação a taxa variável, que critérios usar e como o importar para um terminal eletrónico são os objetivos deste artigo, escrito com base no trabalho experimental realizado na herdade da Comenda em Caia, no âmbito do projeto ISOmap Forragem ALT20-03-0246-FEDER-000062.

A presença no mercado de tratores e máquinas agrícolas equipadas com tecnologia para uso em agricultura de precisão é hoje uma realidade. Urge, contudo, potenciar o conhecimento junto dos utilizadores finais destas máquinas sobre como tirar partido da mesma de forma a dar resposta a uma agricultura mais verde e digital. O atual rumo a um sistema alimentar europeu mais saudável e sustentável no seio do Pacto Ecológico Europeu, das estratégias da biodiversidade e do «Prado ao Prato» apontam para um novo e melhor equilíbrio entre natureza, sistemas alimentares e biodiversidade. Para isso a Comissão Europeia prevê a regulamentação de nova legislação que conduza a uma redução até 2030 em 50 % da utilização dos pesticidas químicos, 20% de fertilizantes e simultaneamente na redução de perda de nutrientes e não deterioração da fertilidade do solo. Esta realidade passa pelo uso de novas metodologias na monitorização do solo e na gestão dos itinerários técnicos das culturas para as quais a mecanização e a agricultura de precisão podem ser instrumentos decisivos.

A aplicação a taxa variável, tradução do termo anglo-saxónico Variable Rate Application (VRA) tem como objetivo de, ao contrário da realização de uma operação em que se debita uma quantidade fixa de um fator de produção ao longo de toda a parcela, realizar uma operação em que um dado fator (semente, fertilizante, herbicida) pode ser aplicado em doses variáveis atendendo a zonas uniformes da parcela e ou cultura previamente

estabelecidas para o mesmo.

No caso da aplicação de um fertilizante, a taxa variável pode realizar-se por atuação de sensores óticos em linha com o distribuidor de adubo, ou através da criação de um mapa de prescrição importado para o terminal eletrónico que comanda o distribuidor de adubo, o caso de estudo deste artigo. Nesta opção o processo compreende 2 fases, uma de carisma agronómico e outro instrumental.

Do ponto de vista agronómico importa definir qual(s) a(s) camada(s) de informação georreferenciadas que se pretende utilizar na delimitação de zonas homogéneas da parcela para as quais pretendemos definir a aplicação a taxa variável (VRA) do fertilizante. A avaliação pode ser mais direta ou mais aprofundada considerando apenas o estado da cultura num dado momento (ex. índice de vegetação com diferença normalizada - NDVI) ou o resultado da interseção de dados com diferentes origens (ex. NDVI x condutividade elétrica do solo x produtividade). De acordo com o critério definido, torna-se necessário recorrer a uma plataforma eletrónica que possibilite a georreferenciação das parcelas agrícolas e a sua monitorização no tempo e no espaço, ou usar um software de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que permita a construção do modelo que desejamos alcançar para aplicar o fertilizante a taxa variável nas zonas definidas.

Do ponto de vista instrumental, uma vez criado o ficheiro do mapa VRA torna-se necessário importá-lo para o monitor eletrónico da máquina operadora (distribuidor de adubo) ou para o respetivo terminal virtual no monitor do trator. Em ambas as opções, os terminais devem ser standard à Norma ISO 11783 (ISOBUS) que compatibiliza a comunicação entre dispositivos eletrónicos em tratores e máquinas operadoras, e entre estes e aplicativos informáticos.

O NOSSO CASO DE ESTUDO

O projeto ISOmap Forragem onde decorrem os ensaios e o treino de utilização da tecnologia descrita neste artigo situa-se na herdade experimental da Comenda em Caia, Elvas. Para demonstrar a tecnologia VRA aplicada à distribuição de adubo, utilizamos 2 metodologias para a criação do mapa e 2 conjuntos mecanizados **(Quadro1 e Figura 1).**

A carta de NDVI da cultura é obtida por deteção remota a partir de imagens do satélite e a carta de condutividade elétrica a partir de um levantamento geoelétrico da parcela.

A ligação dos dados da máquina operadora ao trator em ambos os casos realiza-se através de uma tomada ISOBUS, sendo que no caso do conjunto com o trator New Holland o monitor Intelliview funciona como terminal virtual do distribuidor de adubo e no John Deere a dimensão do controlador do monitor de bordo do trator tornou necessário o uso do Amatron 4.

Figura 1. Conjuntos mecanizados, tratores New Holland TS 120 e Jonh Deere 7280 R, e distribuidor de adubo centrífugo montado de discos Amazone ZAV-4200.

Quadro 1.
Métodos e conjuntos mecanizados utilizados na demonstração do VRA em adubo

	MÉTODO I	MÉTODO II
Critério do VRA	Carta de NDVI	Carta NDVI + Carta de CEa do solo
Plataforma/SIG	One soil Crop monitoring	Qgis
Produto aplicado	Adubo azotado de cobertura Nitro 27%	
Cultura agrícola	Forragem anual consociada	
Conjuntos Mecanizados *(ambos com ISOBUS + controlo de tarefas e corte de secções ativado)*	Trator New Holland TS 120 c/ monitor Intelliview IV	
	Trator John Deere 7260R c/ Green Star 3	
	Distribuidor de adubo Amazone ZA-V 4200 com controlador AMATRON 4	

CRIAR O FICHEIRO

Para o método I, usámos duas plataformas digitais na sua versão gratuita: "One Soil" disponível em https://onesoil.ai/pt/ e "Crop monitoring" disponível em https://eos.com/crop-monitoring/login.

Uma alternativa ao uso do índice NDVI para delimitação das zonas uniformes, é o uso de diferentes camadas de informação georreferenciada. Neste caso, o método II passa pelo uso de um SIG que no nosso exemplo escolhemos o software livre QGis disponível em https://www.qgis.org/en/site/

Neste software procedeu-se à criação do mapa VRA a partir da interseção de um ficheiro shp do NDVI da cultura carregado de uma das plataformas anteriores, com um ficheiro shp da condutividade elétrica do solo criado previamente a partir do levantamento geoelétrico da parcela com um sensor EM-38 (Geonics Limited). Uma vez delimitadas as 3 zonas uniformes da parcela foram definidas as respetivas taxas de aplicação do adubo e extraído o ficheiro VRA também no formato shp. Em qualquer dos exemplos, as quantidades do adubo definidas foram de 100, 150 e 180 kg/ha atribuídas à zona melhor, média e mais fraca da cultura, respetivamente.

O **Quadro 2** mostra para cada uma das plataformas as etapas através das quais foram definidas as zonas uniformes da parcela, que no caso em estudo foram 3. O mapa de prescrição para a aplicação do adubo teve com base o índice NDVI da cultura à data de aplicação do mesmo.

Figura 2. Sequência de operações necessária ao carregamento do ficheiro VRA no monitor Intelliview IV e o respetivo mapa no terminal virtual em que as taxas variáveis de 100, 150 e 180 kg/há estão representadas pelas cores encarnado, amarelo e azul do mapa.

No caso do monitor Intelliview IV além do formato shp e ISO XML é possível o carregamento de ficheiros voyager 2 extensão cn1. Assim a primeira etapa no carregamento de ficheiros com outra extensão é a sua conversão em cn1.

PLATAFORMA	SEQUENCIA DE OPERAÇÕES P/DELIMITAÇÃO DE ZONAS UNIFORMES DA PARCELA
ONE SOIL® *Extrair o ficheiro em formato: isoXML ou SHP (shapefile)*	1. Delimitação da parcela (podem ser delimitadas várias parcelas)
	2. Escolha do índice NDVI e data da observação
	3. Selecionar número de zonas uniformes (3)
	4. Definir para cada zona a quantidade de fertilizante a aplicar
	5. Criar o mapa
CROP MONITORING® *Extrair o ficheiro em formato SHP (shapefile)*	1. Delimitação da parcela (só pode ser delimitada uma parcela)
	2. Escolher dos índices disponíveis o índice NDVI
	3. Selecionar número de zonas uniformes (3)
	4. Definir para cada zona a quantidade de fertilizante a aplicar
	5. Criar o mapa

Importação do mapa VRA na máquina

A figura 2 e 3 mostram o conjunto de etapas seguidas para a importação de um ficheiro VRA no monitor Intelliview IV e no monitor AmaTron 4, respetivamente.

Shp ou ISO XML

1 MENU **GESTÃO DE DADOS** — SEPARADOR **"IMPORT2"**

Passo A: Escolher a prescrição carregada na pen USB, a forma do produto (granular, líquido), e as unidades de medida (kg/ha, l/ha)

Passo B: "IMPORTAR" (no canto superior direito) e converter o ficheiro importado em Voyager 2 (CN1)

Voyager 2

2 MENU **RENDIMENTO** — SEPARADOR **"CONFIGURAÇÃO PRESCRIÇÃO"**

Passo C: Escolher o mapa de prescrição importado para ativá-lo

Voyager 2

3 MENU **EXECUTAR** — SEPARADOR **"MAPA"**

Passo D: Selecionar as taxas de produto a aplicar nas diferentes zonas, tal como definidas na construção do mapa em software ou plataforma própria.

Figura 3. Sequência de operações necessária ao carregamento do ficheiro VRA no monitor AmaTron 4

Formato ISO XML

1. Inserir a pen USB
2. Menu "Mapas"
3. Ícone "ISO XML" para importar o mapa
4. Separador "Campos"
5. Adicionar a prescrição importada

Formato Shp

1. Menu "Mapas"
2. Criar novo "campo"
3. Inserir a pen USB
4. Abrir o "campo" criado e importar o ficheiro da pen USB
5. Selecionar o mapa de prescrição e definir as unidades de medida
6. Confirmar e ativar os dados do mapa

EM CONCLUSÃO

O uso de taxas variáveis na aplicação de fatores de produção é hoje uma realidade disponível nos parques de máquinas agrícolas nacionais traduzindo-se essa tecnologia numa forma mais racional de gestão de recursos, com menor impacto ambiental e custos de operação. Neste caso prática foi possível demonstrar as etapas necessárias para a criação de um mapa de prescrição e a sua importação tanto para o monitor próprio da máquina operadora como para um terminal virtual disponível no trator. Em ambos os casos a facilidade de comunicação dos sistemas eletrónicos só é possível pela sua compatibilidade através da Norma ISOBUS. ■

Cofinanciado por: