

rePLANT

Desenvolvimento do dispositivo de análise de produtividade das máquinas de corte

PPS 3. Atividade 3.1 | Deliverable 3.1.2

Versão 1 | Data 03/05/2023

Francisco Morais da Costa Manso, Rigger

 TRIGGER.
SYSTEMS

www.replant.pt

grounding collaborative strategies for integrated mngt of forests & fire

Cofinanciado por:

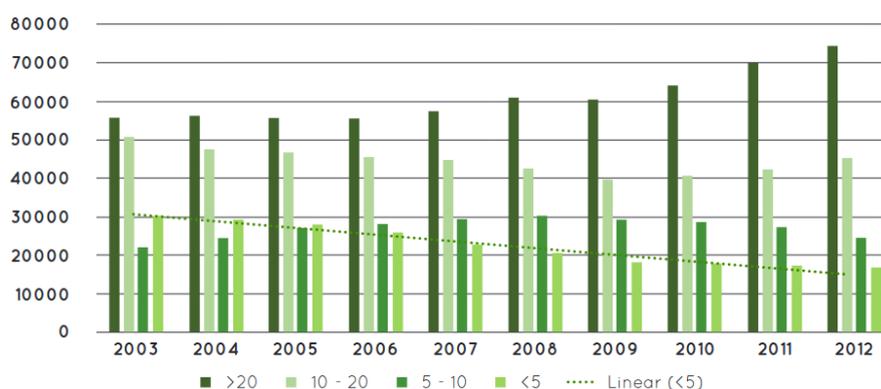


Índice

1. Caracterização da situação atual	3
2. Objetivos	5
3. Desenvolvimento dos sistemas - Requisitos	6
3.1. Tipos de equipamentos encontrados	9
3.1.1. Harvester	9
3.1.2. Forwarder	9
4. Composição do Sistema – Hardware	10
4.1. Sensores e atuadores	10
4.2. Ligação direta aos sensores e atuadores das máquinas.	10
4.3. Ligação aos sistemas de controlo dos sensores e atuadores das máquinas.	11
4.4. Adição de sensores em falta.	11
5. Composição do sistema - Software	13
5.1. Software	13
6. Ensaios de Campo	15
6.1. Harvester	15
6.2. Forwarder	15
7. Resultados	16
7.1. Aplicabilidade da nossa solução nas máquinas atuais	16
8. Visão para o futuro	17
8.1. Aplicabilidade da solução em máquinas mais recentes e com mais recursos	17
8.1.1. Harvester	17
8.1.2. Forwarder	17
8.2. Comunicação entre as máquinas florestais e os sistemas de informação.	17
8.3. Comunicação de dados entre as máquinas florestais	18
8.4. Chatbot	18

1. Caracterização da situação atual

O parque de máquinas em Portugal é um muito envelhecido. A indústria da madeira em Portugal tem enfrentado desafios significativos, incluindo o envelhecimento da população de trabalhadores e de equipamentos, bem como a falta de investimento em tecnologia [1]. Portugal enfrenta um desafio significativo devido ao carácter envelhecido do parque de máquinas e ao facto de algumas das máquinas serem adquiridas em segunda mão noutros países, o que as torna inadequadas à paisagem ou às espécies portuguesas.



Evolução da idade do parque de máquinas por classes etárias no período de 2003 a 2012 (DGADR).

Além disso, a gestão florestal inadequada e os incêndios florestais têm causado danos significativos às florestas, reduzindo a quantidade de madeira disponível para colheita. Tudo isto tem resultado numa escassez de mão de obra e numa baixa eficiência no processo de colheita[2].

A situação é agravada pelo facto de que grande parte das máquinas foram adquiridas em outros países e são convertidas e adaptadas às tarefas, tipo de trabalho e espécies desenvolvidas em Portugal.

No entanto, há um crescente interesse em investir em tecnologia e em treinar trabalhadores para usar máquinas mais avançadas, como harvesters e forwarders, para aumentar a eficiência da colheita de madeira. Isso pode melhorar a rentabilidade da indústria da madeira em Portugal e ajudar a melhorar a gestão florestal sustentável no país. A actualização do parque de máquinas é essencial para otimizar a recolha e a produção de madeira, reduzir o consumo de lenha e evitar problemas ambientais.

A incorporação de tecnologias de modernização, como a adição de sensores e sistemas de monitorização, permitem coletar dados em tempo real e identificar possíveis problemas na operação, como falhas mecânicas ou desgaste excessivo das máquinas. Além disso, a adoção de tecnologias de automação e inteligência artificial pode ajudar a otimizar a operação, aumentar a produtividade e reduzir custos. A integração dessas tecnologias pode transformar a forma como a indústria florestal é gerida e ajudar a promover uma produção sustentável e responsável.

[1] Conceição, Luis. (2015). Por: Luís Alcino Conceição O PARQUE DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS EM PORTUGAL EVOLUÇÃO E PERSPETIVA FUTURA NO ÂMBITO DO PDR 2020. AGROTEC - Revista Técnica-Científica Agrícola.

[2] Eurostat (2020). Agriculture, forestry and fishery statistics, Publications Office of the European Union.



2. Objetivos

O objetivo do trabalho desenvolvido é possibilitar, à distância e de forma automática, a recolha de informação dos equipamentos de operação florestal. Esta informação é de extrema importância para toda a cadeia de valor e geração de eficiência. A obtenção desta informação implica a ligação aos computadores e sensores da máquina, registo e comunicação de toda a informação recolhida. O software de processamento dos dados deverá ser capaz de registar e entregar a informação nos endpoints escolhidos e os dados deverão poder ser codificados em vários formatos, tendo sido escolhido para este âmbito o StanForD 2010 por ser um formato de disponibilização de dados muito utilizado neste setor.

"StanForD 2010", é um formato de dados desenvolvido pelo Instituto de Investigação Florestal da Suécia, em Skogforsk. O StanForD 2010 é um modelo de base de dados florestais utilizado para recolher, armazenar, e analisar dados de inventários florestais. Foi desenvolvido para ser um formato padronizado de dados de inventário florestal que pode ser utilizado em diferentes países e regiões.

A estrutura de dados inclui informações como a localização, tamanho, composição das espécies e idade das árvores num parque florestal. É frequentemente utilizada em combinação com outros modelos de dados florestais, tais como o Inventário Florestal Nacional (NFI) ou o Simulador de Vegetação Florestal (FVS), para ajudar investigadores e gestores florestais a compreender melhor a dinâmica florestal e a tomar decisões informadas sobre as práticas de gestão florestal.

A informação convertida vai ser entregue a um sistema de apresentação de dados elaborado pelo Inesctec, este sistema será o front end do nosso sistema.

O sistema deverá ter as seguintes características:

Ser muito potente:

Rápido e capaz de processar, relacionar e registar muitos dados ao mesmo tempo.

Com capacidade de armazenamento

O sistema deve ter capacidade de armazenar grandes quantidades de dados localmente para antecipar situações de falta de disponibilidade de internet frequentes no ambiente florestal.

Com versatilidade na comunicação

O sistema será equipado com um router capaz de comunicar alternativamente em 2G, 3G, 4G e 5G. O sistema deve também ser capaz de comunicar protocolos máquina como i2C, RS485 WiFi e bluetooth.

Com capacidade de visão

O sistema deverá ter capacidade de captação de vídeo e processamento. Esta ferramenta será importante para validação da informação recolhida e trará inúmeras possibilidades de funcionalidades futuras.

Robusto

Tendo em conta o ambiente onde esta máquina terá de trabalhar, todo o equipamento instalado deverá ser extraordinariamente robusto e fiável.



3. Desenvolvimento dos sistemas - Requisitos

Fizemos visitas de campo, as máquinas utilizadas e aos equipamentos que nos permitiram conhecer e verificar:

- Locais disponíveis para instalação de equipamentos.
- Nível de proteção requerido para a sua instalação.
- Existência de protocolos de comunicação abertos.
- Existência de sistemas de envio de dados para o exterior.
- Ligações existentes nas máquinas.
- Necessidade de colocação de hardware externo.
- Tipo de informação.
- Tipo de ficheiros e sistema operativo existentes nas máquinas.

Existem dois tipos de máquinas que são usados neste sector - Os Harvesters e os Forwarders.



As Harvesters são máquinas utilizadas para a colheita de árvores. Elas possuem uma variedade de ferramentas e equipamentos acoplados, como lâminas de corte e serras, para executar o corte, processamento e desgalhamento das árvores. Algumas Harvesters também são equipadas com sistemas de descascamento de cascas e galhos. Além disso, estas são projetadas com um sistema hidráulico que permite o controle das operações de corte, além de oferecer a capacidade de controlar a orientação do equipamento para se adaptar a diferentes tipos de terreno. Depois de abater a árvore, o tronco passa por um processo de retificação do toro para tamanhos normalizados de diâmetro e comprimento.



Os Forwarders, por outro lado, são máquinas responsáveis pela atividade de recheia, ou seja, para a movimentação de troncos e toros cortadas das árvores pelos Harvesters. Eles são utilizados para transportar a madeira do local de corte para um local onde ela possa ser empilhada e facilmente transportada. O Forwarder possui uma estrutura que se assemelha a um trator, com um compartimento de carga na parte traseira, que pode ser carregado com os toros. A máquina também possui um sistema hidráulico que permite a elevação e descarga dos toros, além de uma esteira transportadora que ajuda a descarregar a carga. Os Forwarders são frequentemente utilizados em terrenos íngremes e acidentados, onde outras máquinas de transporte de carga teriam dificuldade em operar.

Destas máquinas precisaríamos recolher informação essencial para garantir a eficiência e segurança da operação, além de permitir a análise e otimização dos processos de abate e recolha de madeira.

Da operação das Harvesters, precisaríamos recolher informações sobre o volume de madeira abatida, o número de árvores abatidas, os diâmetros dos toros, a localização GPS dos toros abatidos, o número de horas de funcionamento da máquina, a produtividade, os tipos de madeira abatida, os turnos em que a máquina opera, o consumo de combustível, a área trabalhada, a topografia do terreno e a produção.

Já nas Forwarders, a informação relevante incluiria a localização das pilhas de madeira recolhidas, a caracterização dessas pilhas (por exemplo, tamanho e tipos de madeira), o número de horas de funcionamento da máquina, a produtividade, os turnos em que a máquina opera, o consumo de combustível, a área trabalhada, a topografia do terreno e a produção.



Obter esta informação requer acesso e registar os seguintes sensores:

- GPS: para localizar a máquina e a localização dos toros/ pilhas.
- Temperatura e humidade: para monitorizar as condições climáticas em que as máquinas estão a operar.
- Câmaras de vídeo: para captar imagens do trabalho realizado e identificar possíveis problemas ou áreas de melhoria.
- Sensores de movimento: para monitorizar a atividade da máquina e identificar possíveis problemas ou interrupções.
- Bateria: para monitorizar o nível de carga e evitar falhas de energia.
- Ecrã: para visualizar informações sobre o estado da máquina e o trabalho realizado.
- Medidores de pressão: para monitorizar a pressão hidráulica da máquina e identificar possíveis problemas ou fugas.
- Medidores de nível: para monitorizar a topologia do terreno onde a máquina esteve por forma a melhorar o planeamento de futuras atividades naquela zona.

Para obter a informação pretendida seria necessário desenvolver uma solução ou um conjunto de soluções (sob a forma de dispositivo e softwares) capaz de:

- Ler os sensores da máquina diretamente e adicionar novos sensores para capturar mais informações relevantes.
- Comunicar com os computadores da máquina para coletar dados que possam estar armazenados internamente.
- Armazenar localmente a informação para lidar com situações onde a máquina possa estar sem acesso à internet e para garantir que a informação seja armazenada em caso de interrupções inesperadas de energia.
- A capacidade de armazenamento de dados deve ser grande o suficiente para armazenar a enorme quantidade de dados gerados pelas máquinas, permitindo análises futuras e tomadas de decisões mais informadas.
- Formatar e comunicar a informação para um sistema de processamento de dados, a fim de permitir análises mais profundas e insights úteis para melhorar a eficiência e produtividade das operações de colheita de madeira.



3.1. Tipos de equipamentos encontrados

Nas várias máquinas florestais que visitamos, constatamos que a grande maioria eram máquinas antigas com softwares bastante desatualizados ou inexistentes. Este facto fez com que a integração da nossa solução fosse mais difícil de se realizar.

3.1.1. Harvester

Nas máquinas Harvester o operador tinha um pequeno computador de bordo que lhe permite fazer o abate e corte das árvores de forma mais simples e visual. Esse computador, além de ter um interface visual, guarda as informações sobre o abate e corte num ficheiro de tipo STM. Estes ficheiros contêm informação sobre a espécie que está a ser abatida, a data e hora de abate de cada árvore, assim como informações de respetivas a cada toro. As informações dos toros são dadas através de sensores que a própria máquina já têm incorporados. Esses sensores medem os diâmetros a cada passagem da cabeça de corte e o comprimento do toro. Mais tarde o próprio programa da máquina calcula o volume e coloca toda essa informação nos ficheiros STM.

Porém, algumas destas máquinas não nos dão informações sobre a localização da máquina, nem informações sobre os tempos de operação do equipamento ou de trabalho do respetivo operador. Para passar a coletar esta informação que não se encontra nas máquinas temos de adaptar a nossa solução, sob a forma de desenvolvimento de software, para que, para além de receber os dados que a máquina tinha guardada em disco sobre os toros, possa usar periféricos externos à máquina para ter mais dados nomeadamente: dados de posição via GPS, acesso à internet via router, entre outros.

3.1.2. Forwarder

Nas primeiras máquinas Forwarder que visitamos, o operador tinha um computador de bordo, mas este não tinha nenhum software próprio para ajudar o operador na recheia da madeira. Por isso não existe nenhuma informação na máquina sobre a operação de recheia.

Posto isso, no caso das Forwarder todas as informações teriam de ser fornecidas de forma externa, através da nossa solução. Noutra visita foram-nos apresentadas máquinas Forwarder mais modernas que tinham computador de bordo a monitorizar algumas das informações que precisávamos como, por exemplo, o volume de toros, a posição da pilha, e horários das actividades do operador.

4. Composição do Sistema – Hardware

No seguimento da avaliação do cenário atual desenvolveram-se estratégias diferentes, consoante o equipamento em campo, para tentar estandardizar a situação.

4.1. Sensores e atuadores

Os sensores e atuadores da máquina estão na base de toda a informação recolhida. Foram consideradas as possibilidades de existirem equipamentos com unidades de controle acopladas e equipamentos simples sem unidade de controle ou sem possibilidade de compatibilidade de informação e sensores em falta.



4.2. Ligação direta aos sensores e atuadores das máquinas.

Esta abordagem tinha como intuito modernizar e sensorizar as máquinas mais antigas. Aplicou-se uma estratégia em que caso os sensores existam estes foram também medidos, em paralelo pelo hardware da Trigger, e caso não existam foram adicionados e medidos pelo nosso hardware. Além da captura de sinal também é necessário proceder à análise da informação recolhida e relacioná-la com as operações em curso e gerar contexto.



4.3. Ligação aos sistemas de controlo dos sensores e atuadores das máquinas.

Neste caso os sensores e os seus respetivos dados estão integrados na máquina, pelo que os dados do abate e de recolha das árvores já estão registados e têm apenas de ser disponibilizados e centralizados. As máquinas mais modernas já têm grande parte da sensorização completa, só que dependendo dos fabricantes a informação não está facilmente acessível, pelo que se criou um software proprietário de coleção e envio desta informação que disponibiliza estes dados.

Esse software tem de conseguir aceder a todas as pastas do sistema para conseguir encontrar todos os ficheiros que a máquina possa ter. Estes ficheiros estão encriptados que não permite o seu uso direto. Por estarem em formatos encriptados, é necessário usar software que permita ver em tempo real o ecrã que os operadores usam para o corte, para conseguirmos perceber quais os ficheiros que vão ser usados e a sua veracidade. Depois de recolher esses ficheiros, é preciso criar um servidor específico para receber os ficheiros, descriptar, agregar todos os dados e enviar no formato StanForD 2010 acordado pelo consórcio do projeto.



4.4. Adição de sensores em falta.

Com vista a superar a limitações de alguns equipamentos, optou-se pela instalação de um dispositivo munido de sensores ideais para obter informações precisas sobre o movimento da máquina e outros dados essenciais para a tomada de decisão e otimização da produção agrícola.

Em particular, usaram-se sensores de GPS para posição, bem como outros sensores de movimento, como os acelerómetros lineares, giroscópios, magnetómetros e altímetros. Essa abordagem permitiu ultrapassar as limitações inerentes aos equipamentos sem a necessidade de uma unidade de controle acoplada, simplificou a disponibilização de dados no formato StanForD 2010.

Além disso, o dispositivo utilizado também apresenta outras capacidades que contribuem para a eficiência do processo de recolha e análise de dados. Entre essas capacidades, podemos destacar as

funcionalidades de processamento local que permitem que os dados sejam analisados diretamente no campo, reduzindo a necessidade de transferir excesso de dados para a plataforma centralizada. Isso contribui para uma análise mais rápida e eficiente dos dados.



O dispositivo usa a comunicação 3G e 4G, que possibilita o envio dos dados recolhidos para uma plataforma de processamento centralizada. Porém, também apresenta uma capacidade de armazenamento de dados interna significativa, o que garante que os dados recolhidos possam ser armazenados em segurança e facilmente acessíveis quando necessário. Isso é especialmente importante em situações em que a conexão de rede não está disponível ou é instável, algo que frequentemente se verifica nos locais de operação destas máquinas.



5. Composição do sistema - Software

Na solução desenvolvida, o software desempenha um papel central e fundamental na recolha, processamento e distribuição das informações geradas pelas máquinas agrícolas. Para conseguir retirar toda a informação útil que agora dispomos, tivemos de usar vários 'softwares'.

Entre as suas responsabilidades, podemos destacar:

- Ler a informação dos computadores das máquinas: o software é capaz de ler e interpretar a informação gerada pelas máquinas agrícolas em campo, incluindo dados sobre o desempenho, produtividade e outros parâmetros relevantes.
- Ler os sensores adicionados: além da informação gerada pelas próprias máquinas, o software também é capaz de ler e interpretar os dados provenientes dos sensores adicionados, tais como os sensores de GPS, acelerómetros, giroscópios, magnetómetros e altímetros.
- Comunicar a informação para a internet: uma vez que a informação é recolhida e processada, o software é responsável por comunicá-la para a internet, permitindo o acesso e análise por parte dos utilizadores.
- Converter a informação: do lado da plataforma, o software é capaz de converter a informação recolhida para o formato StandForD 2010.
- Distribuir a informação: por fim, o software é responsável por distribuir a informação recolhida e processada para os utilizadores finais, incluindo as empresas e indústrias que necessitam dessas informações para a tomada de decisão e otimização da produção agrícola.

5.1. Software

Para conseguir retirar toda a informação útil que agora dispomos, tivemos de usar vários 'softwares'. Em primeira instância usamos um software que permitia, mediante um sistema de partilha gráfico, que usa o protocolo Remote Frame Buffer, aceder remotamente às interfaces gráficas da máquina, assim como aos diferentes ficheiros e pastas. Ao usar esse software conseguimos perceber que tipos de ficheiros íamos encontrar e as suas diretorias. Após termos a localização dos ficheiros que íamos precisar, desenvolvemos um software que através do protocolo HTTP envia os ficheiros para o nosso servidor sempre que exista ligação à internet.

Para saber a localização das máquinas, a nossa solução teve de incorporar um software que recolhe as posições geográficas, essas posições geográficas numa primeira fase eram só enviadas quando havia internet. Mais tarde melhoramos o software para que guardassem as localizações geográficas quando não houvesse rede GSM, e quando a conexão fosse restabelecida iria enviar todas as localizações guardadas. Sendo possível saber a localização das máquinas mesmo quando elas não tinham rede GSM. As coordenadas são enviadas para um broker através do protocolo de comunicação MQTT. Que é um protocolo mais apropriado para comunicação entre dispositivos IoT, para enviar mensagens de pequena dimensão e de baixa largura de banda. É utilizado um modelo de publicação-subscrição para permitir que vários dispositivos se comuniquem entre si de forma eficiente e confiável, com o mínimo uso de recursos de rede e energia. O MQTT é amplamente utilizado em ambientes de IoT, como em sensores, automação, etc.

Depois tivemos de criar uma série de servidores aplicativos para lidar com todos os dados que íamos receber. Em primeira instância desenvolvemos um broker MQTT próprio para o rePLANT, esse broker MQTT é um servidor que atua como intermediário para as comunicações entre dispositivos



que utilizam o protocolo MQTT. Os dispositivos conectam-se ao broker para enviar e receber mensagens entre si, usando tópicos de pub/sub (publicação/ subscrição). O broker depois é responsável por enviar as mensagens conforme os tópicos ao qual elas foram publicadas e garantir que cada mensagem chegue aos dispositivos corretos.

Tivemos de criar uma REST API. A REST (Representational State Transfer) é uma arquitetura de software para sistemas distribuídos, que utiliza o protocolo HTTP. Foi criada para permitir o envio dos ficheiros entre as máquinas florestais e os nossos sistemas. As REST API são usadas para expor recursos e serviços de um sistema através de URLs que representam esses recursos. Podendo ser usada esta API mais tarde para enviar outros dados que as máquinas florestais possam vir a ter.

Por fim criamos o servidor aplicacional que vai agregar todos os dados e trabalhá-los. Este servidor aplicacional é composto por 4 funcionalidades:

Tratar todos os dados presentes nos ficheiros. Os ficheiros que encontramos nas máquinas florestais não vem num formato legível. Por isso o nosso servidor tem de tratar todas as variáveis nos ficheiros, descodificar o que significam e colocar na base de dados.

Tratar das posições GPS das máquinas florestais e guardar nas bases de dados a posição de cada máquina a cada minuto.

Tendo todas as informações necessárias guardadas nas bases de dados, o nosso servidor trata de criar os ficheiros sobre o abate e recheia no formato StanForD 2010.

Por fim, o servidor envia os ficheiros através de um POST HTTP para o endpoint específico para cada tipo de máquina agrícola.

6. Ensaio de Campo

No âmbito do projeto foram automatizadas 2 tipos de máquinas. Tendo em conta as metodologias desenvolvidas e as necessidades de informação identificadas

6.1. Harvester

A maioria das Harvesters que encontramos já tinham as informações sobre o abate e do corte dentro da própria máquina, faltando apenas conseguirmos enviar esses dados para o nosso servidor aplicativo para lá fazer todo o tratamento desses dados. Além desses dados precisamos de saber onde se encontra cada toro. Para isso tivemos de adicionar um GPS à nossa solução que nos dá a posição a cada minuto da máquina, conseguindo com isso saber onde se encontra cada toro. Ficando assim com todas as informações sobre os toros, e com a adição do GPS conseguimos também saber os tempos de operação da máquina

6.2. Forwarder

A Forwarder não tinha informação nenhuma que pudéssemos retirar dela. E o computador de bordo que possuía, não tinha capacidade para colocar qualquer software. Posto essa dificuldade, tivemos de colocar uma câmara, um GPS e um router para tentar recolher alguma informação. Com acesso à posição de GPS da máquina e com a informação já recolhida na Harvester conseguimos saber em que conjunto de toros a máquina se encontra a trabalhar. Dando-nos a informação sobre a pilha e através dos dados recolhidos pela Harvester. O uso da câmara não veio trazer nenhuma mais-valia, pois o pó e impurezas presentes na floresta fizeram com que as imagens não pudessem ser usadas.

7. Resultados

Os resultados alcançados são muito positivos. Ao conseguir ler os sensores existentes e adicionar os que faltavam, foi possível obter a informação necessária para o objetivo proposto. Isso mostra que o sistema de monitorização está a funcionar de forma eficiente e que as medidas tomadas para melhorá-lo foram implementadas.

A obtenção de informação precisa e atualizada é crucial para tomar decisões informadas, e o uso de sensores medidos em tempo real é fundamental para esse propósito. Ao ter acesso a informações precisas, é possível tomar medidas proativas para corrigir problemas e otimizar processos. Além disso, com a adição de novos sensores, é possível monitorizar áreas ou parâmetros que antes não eram possíveis, o que pode levar a novas oportunidades de otimização e melhorias nas operações como um todo.

Portanto, os resultados obtidos são muito promissores e abrem caminho para novas oportunidades de melhoria e otimização do sistema de monitorização.

7.1. Aplicabilidade da nossa solução nas máquinas atuais

A nossa solução dá para se aplicar a qualquer um destas máquinas, pois está construída para se conseguir adaptar a qualquer sistema e para ler ou adicionar qualquer sensor/periférico em falta que as máquinas possam não ter. Além disso, para termos mais dados sobre o estado da máquina e operador foi desenvolvido um bot que permite obter mais informações. Essas informações são importantes para prevenir e detetar problemas que possam surgir na máquina e que podem servir para uma melhor comunicação entre todos os operadores.

8. Visão para o futuro

8.1. Aplicabilidade da solução em máquinas mais recentes e com mais recursos

No futuro a nossa solução irá trazer muito mais informação e de uma maneira mais rápida. A maioria das máquinas recentes já tem todo o tipo de informação sobre o abate e recolha das árvores. Porém, a grande vantagem é que também já possuem as informações sobre o equipamento florestal e respetivo operador. Ao contrário do que acontece agora, em que só algumas harvester têm as informações, e mesmo nesses casos só sobre o abate. Uma das potenciais soluções de integração desta informação é a introdução de um bot que permita a coleção e troca de informação de maneira mais eficiente entre todas as máquinas na floresta e para recolher informações sobre a própria floresta que só os operadores conseguem reportar.

8.1.1. Harvester

No futuro, as máquinas Harvester irão ter todas as informações sobre cada toro de forma ainda mais detalhada do que as mais antigas, fazendo com que nós possamos retirar ainda mais informações sobre cada toro. Além disso, terão já em si o GPS integrado, fazendo com que não seja preciso adicionar um GPS a todas as máquinas. Como algumas mais recentes já tem, num futuro a maioria das máquinas já vão guardar informações não só sobre o nível e consumo de combustível, mas também sobre o próprio tempo de operação do equipamento. Fazendo que a maioria do trabalho da nossa solução seja ir dentro da máquina e recolher os dados, sem precisar de ir buscar informações a outros periféricos e usar o bot apenas para comunicar e partilhar informação com outras máquinas presentes no terreno e com os próprios proprietários das máquinas florestais. Aumentando a informação sobre cada máquina e toro, será possível tomar melhores decisões sobre itinerários e zonas da floresta para um trabalho florestal mais eficaz e rentável.

8.1.2. Forwarder

Em máquinas futuras e mais capazes vamos conseguir retirar informações de dentro da forwarder. Algo que nas máquinas que visitamos não conseguimos fazer. No futuro iremos conseguir saber exatamente o que as Forwarders recolheram, nomeadamente os volumes e quantidades exatas de toros. Ao contrário da abordagem atual, em que se estima a atividade do forwarder com base na sua localização e toros que estão nas suas imediações.

8.2. Comunicação entre as máquinas florestais e os sistemas de informação.

A comunicação entre as máquinas e os sistemas de informação é feita de várias formas consoante o tipo de informação que queremos enviar. Visto que as comunicações são feitas através da internet a capacidade de efetuar comunicações está dependente da disponibilidade e qualidade do acesso à rede móvel, uma vez que recorremos a routers 2G/3G. Para o envio dos ficheiros presentes dentro da máquina usamos o protocolo de comunicação MQTT, pois é mais rápido e indicado para este tipo de informação. Esse protocolo de comunicação permite um envio das coordenadas imediato para os nossos servidores. Para o envio dos ficheiros usamos o protocolo HTTP, pois é mais adequado para o envio de ficheiros. Ambos os dados são enviados para os nossos servidores para serem trabalhados e

colocados nas nossas bases de dados. As comunicações seriam enviadas idealmente em tempo real. Infelizmente, não é possível, pois a floresta é um meio com pouca rede GSM, fazendo com que a informação tenha de ser guardada e só depois enviada quando recuperada a ligação à rede GSM. Podendo haver situações em que a informação só consiga ser enviada um dia depois do abate e recolha dos toros.

8.3. Comunicação de dados entre as máquinas florestais

Em breve, a comunicação entre as máquinas presentes na floresta vai ser uma mais-valia indispensável para um melhor e mais eficaz trabalho florestal. Se houver comunicação entre os vários operadores das máquinas, esses podem falar e informar-se mutuamente sobre quais os melhores sítios para irem fazer o abate ou a recolha dos toros. E quaisquer informações que possam ser importantes, quer seja sobre o estado do terreno, anomalia da máquina ou problema sobre o próprio operador que pode ser reportado a quem esteja mais perto. Podendo assim haver uma maior ajuda entre os vários intervenientes dos trabalhos florestais.

8.4. Chat bot

O chat bot será uma ferramenta desenvolvida para interagir com os operadores das máquinas, fazendo perguntas e recolhendo informações relevantes sobre a operação da máquina e do ambiente ao redor dela. Desta forma passamos a ter forma de coletar informações adicionais que não podem ser obtidas diretamente através dos sensores e sistemas de monitorização das máquinas florestais ou de eventos que precisam de contexto.

Por exemplo, imaginemos que um sensor detecta uma queda brusca na velocidade da máquina. Pelo bot, o operador pode responder que teve que parar para se desviar de um obstáculo, como uma pedra ou um buraco na estrada. O chat bot pode então registar essa informação, juntamente com a hora em que ocorreu o evento, permitindo que os gestores de produção tenham uma compreensão mais completa da situação de exploração da máquina em campo.

Outro exemplo seria se a máquina sofreu uma falha mecânica ou elétrica, mas o sistema de monitorização não foi capaz de identificar a causa do problema. O chat bot pode ser usado para perguntar ao operador o que ele observou ou ouviu, ajudando a identificar a causa raiz do problema e facilitando a manutenção mais eficaz da máquina.

Numa das máquinas que se visitou verificou-se que o operador além de não efectuar a calibração da Harvester que ele usava, o desvio do sensor de diâmetro de corte já era tal que 20 cm de diâmetro real eram medidos pela máquina como 37 cm. Como o operador já estava ciente deste desvio, ele adaptou-se, mas permitiu que a informação colectada estivesse completamente corrompida. O chatbot foi introduzido para evitar situações como esta. Mantendo um diálogo mais frequente com o operador e durante o qual são impostas políticas de calibração e manutenção mais frequentes. O bot pode emitir avisos ou até bloquear a operação da máquina mediante situações de má calibração.

Outra situação que se verificou foi a de incorrecta manutenção da máquina, em particular ausência de lubrificação dos pontos de lubrificação. O bot pode impor uma frequência destas práticas e impedir o operador de cortar madeira até a lubrificação ter sido feita. Além desta componente de

monitorização mais frequente das tarefas dos operadores, a aplicação também disponibiliza informações recreativas que são atraentes aos operadores.

Além disso, o chat bot também pode ser usado para dar feedback ao operador sobre o desempenho da máquina. Por exemplo, ele pode fornecer informações sobre como economizar combustível ou sobre práticas de condução mais seguras. Com isso, o operador pode ajustar a sua condução para melhorar o desempenho da máquina e reduzir os custos operacionais.

Em resumo, o chat bot é uma ferramenta poderosa que permite recolher informações adicionais e complementares aos dados gerados pelos sensores e sistemas de monitorização das máquinas agrícolas, fornecendo uma visão mais completa e detalhada do que está a acontecer em campo.

