



UTILIZAÇÃO DE ROVERS NA AGRICULTURA: IMPLEMENTAÇÃO DE VEÍCULOS NÃO TRIPULADOS NO SETOR AGROPECUÁRIO

USE OF ROVERS IN AGRICULTURE: IMPLEMENTATION OF UNMANNED VEHICLES IN THE AGRICULTURAL SECTOR

Heitor Henrick Fernandes ¹

1. ABSTRACT

Given the constant expansion that the agricultural sector has obtained, the agricultural scenario is increasingly competitive so that technological development is increasing. As a result, the competitiveness of state-of-the-art technologies has also increased, which has given rise to 4.0 agriculture. Among these technologies one can find the use of rovers (Unmanned Vehicle), which, with their robust characteristics, can easily cover terrain of difficult access, providing satisfactory data for researchers. These electronic devices are capable of collecting data, images or videos in real time that are controlled remotely, either manually or by satellite. The purpose of this work is to implement and evaluate the performance of a Rover robot in the agricultural sector to facilitate data collection.

PALABRAS CLAVE: Satellite. Electronics. Rover

SUMARIO

1. Introdução. 2 Referencial teórico. 2.1 Setor agropecuário no Brasil. 2.2 Agricultura 4.0. 2.3 Rovers. 2.4 Rovers na Agricultura. 2.5 Modelos construtivos do Rover. 2.5.1 CRAB rovers. 2.5.2 MER rovers. 2.6 Características gerais do rover. 2.6.2 Controladores. 2.6.3 Motores. 3 Metodologia. 3.1 Organização do trabalho. 4 Conclusão. 5 Referências.

CONTENTS

1. Introduction. 2 Theoretical framework. 2.1 Agricultural sector in Brazil. 2.2 Agriculture 4.0. 2.3 Rovers. 2.4 Rovers in Agriculture. 2.5 Rover constructive models. 2.5.1 CRAB rovers. 2.5.2 MER rovers. 2.6 General characteristics of the rover. 2.6.2 Controllers. 2.6.3 Engines. 3 Methodology. 3.1 Work organization. 4 Conclusion. 5 References.

¹Profesor del Departamento que sea - Universidad la que sea, UNIPAM (Centro Universitario de Patos de Minas) Brasil – heitor_henrick@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Devido ao grande investimento e crescimento tecnológico, o Brasil se tornou o maior exportador do agronegócio no mundo, mesmo que no ano de 2019 tenha sido descoberto o vírus COVID-19, o setor agropecuário continuou a trazer resultados benéficos para a economia brasileira, mesmo que o PIB do país no segundo trimestre de 2020 tenha sofrido uma queda de aproximadamente 9,7% em relação ao primeiro devido aos constantes decretos de isolamento social e queda de investimentos. Dessa forma, com todos esses problemas o setor agropecuário foi o único a demonstrar resultados produtivos, mostrando crescimento mesmo em meio a uma pandemia. (PURCHIO, 2020)

Além da crescente expansão do setor agrícola, também é observado uma competitividade crescente por busca de tecnologias avançadas para serem implementadas no setor. Dentre essas tecnologias encontra-se veículos não tripulados que facilitam a visualização dos terrenos de difíceis acessos e coletam dados de monitoramento de lavouras, como falhas de plantios, identificação de pragas e doenças entre outros. Um Rover inicialmente foi criado para ser um robô explorador, inspirado para conseguir acesso a terrenos de difícil acesso aos seres humanos como áreas contaminadas, áreas perigosas e também na exploração espacial pela NASA.

Observando a necessidade de conhecimento dos impactos resultantes da utilização de veículos não tripulados na agropecuária, a pergunta que dá um norte a este trabalho é “Qual o impacto da implementação de veículos não tripulados no setor agropecuário?”

O objetivo geral da pesquisa é obter os resultados da implementação de um Rover (Veículo não tripulado) controlado via satélite, implementando o mesmo no setor agropecuário.

Os objetivos específicos da pesquisa serão feitos com revisão literária de livros existentes, documentos e artigos da internet de modo a entender quais os benefícios que a construção deste dispositivo eletrônico pode trazer. Apresentando as vantagens e desvantagens do uso do rover tanto no setor agropecuário como também para competições.

O presente estudo busca aprofundar o conteúdo do uso de tecnologias de comunicação e informação com a implementação de rovers no setor agropecuário, tendo em vista que uma vez em campo, são áreas extremamente grandes e muitas vezes de difícil acesso, onde um dispositivo controlado remotamente pode ser de grande proveito. Sendo pequeno e facilmente pilotado, pode-se obter dados precisos de forma rápida e precisa.

Pode ser observado também que, neste setor é necessário cada vez mais técnicas e dispositivos que ajudem a trazer melhorias e redução de custos, sendo assim um carro não tripulado pode ser integrado neste momento para auxiliar a agricultura.

Mesmo na Pandemia o setor agropecuário tem registrado avanços, 2020 terminou o ano ultrapassando US\$90 bilhões de reais. De modo que se pode concluir, que mesmo em um ano difícil, onde o Brasil tem passado por crises econômicas e faltas de investimento, este setor tem continuamente crescido, sempre buscando por novas tecnologias e jeitos diferentes de estar a frente no mercado. (LISBOA, 2020)

Buscando um meio de melhorar mais ainda o mercado agropecuário, este estudo procura realizar pesquisas em todas áreas da agropecuária, desde a cana-de-açúcar até a soja, de modo que possa ser livremente encaminhado para fazer qualquer tipo de pesquisa, sendo um veículo não tripulado robusto o suficiente para andar nos terrenos de difícil acesso que o Brasil tem.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo, será apresentado análises dos conceitos básicos acerca dos rovers e como eles podem trazer vantagens se utilizados na agricultura de precisão.

Para tal, será levantado estudos de projetos já existentes procurando simular os resultados que influenciaram na agropecuária, tais categorias que nos ajudam a responder à pergunta da pesquisa presente na Introdução do estudo: “Qual o impacto da implementação de veículos não tripulados no setor agropecuário?” Ajudando também a entender quais benefícios poderá trazer a longo tempo.

2.1. Setor agropecuário no Brasil

Segundo a (Companhia Nacional de Abastecimento, 2020), o ano de 2020 foi iniciado com muita expectativa de crescimento para o setor agropecuário de todo o mundo, diante da gigante preocupação com as políticas de lockdown adotada por um dos maiores importadores do mundo, que é a China, mesmo que tenhamos adversidades recorrentes no setor da agricultura, como variações climáticas que geram impacto direto na produção de alimentos, os produtores viram-se diante de tantos novos desafios, tendo que olhar para o futuro e ver que podiam contribuir ou comprometer suas atividades.

Por mais que se tenha passado mais de um ano desde o primeiro registro de Covid-19 na China, pode-se perceber tamanho o impacto que a pandemia causou na economia. O PIB (Queda no produto interno bruto) foi umas das maiores consequências observadas segundo a (Companhia Nacional de Abastecimento, 2020) nos primeiros meses do ano de 2020. Porém, o que a pandemia do novo Coronavírus demonstrou foi a importância da produção de alimentos, principalmente nos momentos de crise que é necessário atender toda a população em uma necessidade simples que é se alimentar.

Tendo em vista o cenário mundial, no mês de janeiro o Fundo Monetário Internacional (FMI) fez a divulgação da primeira projeção para o ano de 2022, com expectativa de crescimento de 6,7% da economia mundial. Ainda que tenha sido apontado pela FMI que os países que teriam o maior crescimento seriam os da América Latina e Caribe, superando os Estados Unidos. Apesar do Brasil ser um produtor com grande potencial, foi apontado como sendo o país da América Latina com menor crescimento. (FORBES, 2021).

No atual momento da alta competitividade que o mundo se encontra, o custo de produção se torna extremamente relevante, o etanol no Brasil (cana-de-açúcar) é diferente se comparado aos Estados Unidos (Milho). O produto nacional fornece um volume de 90% inferior ao americano, que utilizam carvão para produção do Alcool. (YABE et al., 2017)

Como pode ser visto a escassez de combustíveis fósseis aumenta a cada ano, fazendo com que o mercado sucroenergético se beneficie cada vez mais da questão ambiental. Devido a alta demanda por etanol, o Brasil tem

feito avanços relevantes mesmo comparado aos Estados Unidos, com o desenvolvimento de novas tecnologias.(YABE et al., 2017).

O Brasil além de bater recordes de produção, destaca-se pelo custo baixo de produção, trazendo maior competitividade na agricultura de cana-de-açúcar, soja, entre outros. O 7º levantamento da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento, 2020), nos mostra que o Brasil teve um aumento grande nas exportações, que pode ajudar de forma quantitativa o país brasileiro se reerguer, tendo em vista as atuais dificuldades que o mesmo está passando. (ALBERTO, 2021).

Analisando a atual situação do Brasil, é muito bem-vindo o aumento e criação de novas tecnologias, sendo que este tem impacto suficiente para trazer resultados positivos no mercado financeiro e também na indústria 4.0, já que a alta demanda por tecnologia e desenvolvimento de novas ideias influenciam diretamente no setor agropecuário, favorecendo também toda matéria prima que é distribuída e grandes melhorias ao longo dos períodos. (ALBERTO, 2021)

2.2. Agricultura 4.0

O famoso termo Indústria 4.0 ou popularmente conhecido como Agricultura 4.0 surgiu pela primeira vez em Hofmann (2012). O autor refere-se a este termo como a criação de uma nova tecnologia que seria uma revolução, trazendo aos humanos uma comunicação e trabalho entre máquinas e internet. Uma fábrica revolucionária em que é inteligente, relevante, flexível e dinâmica. Sendo assim o surgimento da conhecida 4ª revolução industrial.(ESTAVAM VILEFORT et al., 2020)

O crescimento da Indústria 4.0 deu-se durante os últimos anos, em busca de uma base de dados Web of Science pode ser percebido que em 2012, havia uma única pesquisa sobre a Indústria 4.0, o valor aumentou para 52 em 2014 e 2767 em 2018. (ESTAVAM VILEFORT et al., 2020)

O termo agregado a Indústria 4.0 vem principalmente de todos conceitos que ele trás, como o Big Data Analytics, impressão 3D, robôs completamente autônomos, Internet of Things, sensores, simulação, integração vertical e horizontal que possibilita a mudança de como organizações trabalham junto nos grandes processos de fabricação. (REHMAN; SHAIKH, 2009)

Essa quarta revolução tecnológica nos possibilitou gerar grandes resultados principalmente no setor agropecuário, de modo que o uso de sensores, robôs, troca de dados e armazenamento de dados em nuvem pudessem ser acessados de forma cada vez mais fácil e eficaz. Muitas tecnologias tem apoiado a aprimoração da capacidade de monitoramento e tomadas de decisões cada vez mais precisas, melhorando as capacidades das mesmas. (REHMAN; SHAIKH, 2009)

No contexto abordado se faz uso da Agricultura 4.0, que trás métodos presentes e empregados também na Indústria 4.0, englobando a agropecuária e agricultura de precisão em tópicos de automação e robotização de drones e rovers. São encontrados também outros termos no inglês, smart farm and digital farm. Essas tecnologias que surgiram nos tempos atuais contribuem de forma expressiva na eficiência de produção, insumos e também na redução de mão de obra humana, melhorando a qualidade de trabalho e também segurança do trabalho, diminuindo significativamente o impacto ao meio ambiente. (MASSRUHÁ; LEITE, 2017)

Sendo assim, a contribuição dessa revolução industrial é vista principalmente na redução de consumo de água, fertilizantes

e pesticidas, de modo que pode ser controlado de forma correta e na medida certa. Será possível usar apenas as quantidades de matéria prima realmente necessárias para se obter os resultados mais precisos possíveis. (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018)

No atual estudo essa tecnologia é introduzida na utilização de rovers, que se faz presente os termos de aumento de produtividade e capacidade de coletar, usar e trocar informações em uma base de dados em nuvem, como pode ser observado na Figura 1. Poderá ser coletado informações como dados de solo, coleta de sementes, produção, visualizar presença de insetos e pragas. Os dados serão coletados através de sensores implantados ou câmeras acopladas no dispositivo móvel, podendo ser utilizado em qualquer tipo de solo com imagens de satélite ao vivo. (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018)

Figura 1: Digitalização da agricultura, caracterizada pela coleta e trocas de dados remotamente.



Fonte: (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018)

Segundo (SIMÕES; SOLER; PY, 2017) a agricultura digital trará benefícios muito relevantes para a agropecuária, de modo que os agricultores buscarão sempre novas tecnologias no mercado para inovar as plantações, trazendo o máximo de informação útil e benéfica em nuvem.

Devido a grande competitividade que o mercado atual se encontra, principalmente pela atual crise que o país brasileiro tem passado na pandemia, a busca por melhora no uso de matéria prima natural e recursos naturais fará com que o setor agropecuário seja cada vez mais automatizado e robotizado. Chegará um momento em que no futuro a mão de obra humana não será suficiente para lidar com todas informações passadas por sensores ou máquinas ligadas a internet (Internet of Things), gerando um acúmulo de dados em volume (Big Data) que precisam ser analisados e armazenados em nuvem. (Armazenamento em nuvem). Todas essas informações estarão conectadas a sede da fazenda, ou a um caseiro local, produtores, de modo que todos possam acompanhar remotamente o atual desenvolvimento e estatísticas coletadas em campo em tempo real pelo próprio smartphone ou computador. (MASSRUHÁ; LEITE, 2017)

Sendo que de todas tecnologias no mercado atual algumas das que se destacam atualmente em campo:

Smart Irrigation System (Irrigação Inteligente), termo utilizado ao sistema de irrigação devidamente automatizado, fazendo

o uso preciso da quantidade de água e insumos necessários para a irrigação. (MASSRUHA; LEITE, 2017)

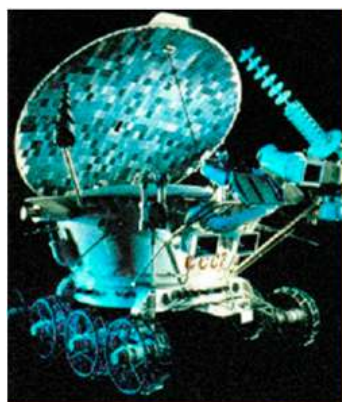
Site Specific Management (Agricultura de Precisão), referência em resultados positivos na produção de grãos, ficou conhecido em poucos anos no Brasil. Trás ao mercado informações importantes como georreferenciamento dos terrenos de cultivo, aumentando a criação de planos eficientes de uso de insumos. (RESENDE et al., 2010).

Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), técnica que utiliza sensoriamento remoto, pode fornecer informações como condições ideais de cultivo, processar e também analisar. (SENAR, 2018)

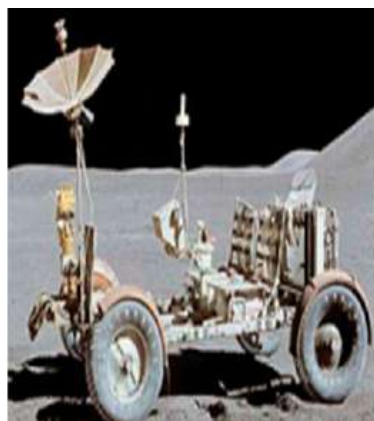
2.3. Rovers

Os robôs móveis estão presentes no mundo a décadas, é um resultado do avanço tecnológico que o mundo tem passado na ciência computacional, mecânica e eletrônica. Existem hoje muitas funções para um dispositivo móvel não tripulado. O termo Rover é usado especialmente para se referir a um dispositivo móvel de exploração. O primeiro Rover chamado Lunokhod 1 (Lunokhod-1) como mostrado na Figura 2(a), foi enviado para lua em novembro de 1970. Pouco tempo depois a NASA inicia os programas de exploração espacial com veículos não tripulados. Programas conhecidos como Apollo 15, 16 e 17 como pode ser observado na Figura 02(b). (ARCHILA-DIAZ, 2016)

Figura 2: Veículos não tripulados usados na exploração de Marte.



A



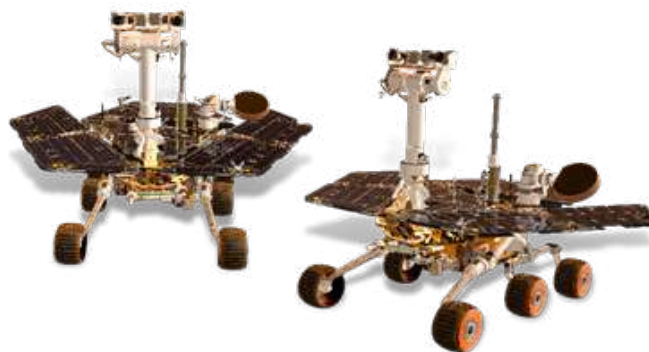
B

Fonte: (ARCHILA-DIAZ, 2016)

No voo tripulado de maior sucesso da NASA, foi colocado a bordo o primeiro veículo a aterrissar na lua, o jipe lunar, mostrado na Figura 2(b). O jipe foi utilizado em expedições de longa duração no satélite lunar, intensificando as pesquisas científicas com a maior mobilidade possível. (DA REDAÇÃO, 2011)

Um exemplo da participação da NASA na exploração de Marte são os rovers gêmeos, chamados de Spirit e Opportunity. Lançados em Marte para exploração em uma missão de 90 dias para coletar pistas geológicas do ambiente do planeta vermelho. O Objetivo principal destes rovers é procurar a existência de água no planeta, visando a possibilidade de já ter existido vida em Marte. (NASA, 2011)

Figura 3: Spirit e Opportunity.



Fonte: NASA, 2013

Os rovers gêmeos trouxeram informações importantes como a existência de água no passado em Marte, com a participação de cientistas analisando imagens disponibilizadas pelos dispositivos móveis estudando antigas rochas e seus formatos degradados pela água. A exploração de Marte utilizando rovers foi de extrema importância por permitiu estudar o passado de outros planetas que orbitam a Terra e principalmente preparar os humanos para exploração. (NASA, 2011)

Figura 4: Perseverance



Fonte: (NASA, 2020)

Outro programa de exploração da NASA foi apostado no Perseverance, Figura 4, foi designado para entender melhor o passado de Marte em 2020, trazendo benefícios para população humana na exploração espacial. Entre eles a exploração de diversos tipos de terreno, pesquisar rochas especiais com o propósito de encontrar resto geológicos de vida e principalmente demonstrar a tecnologia robótica e a exploração humana. (NASA, 2020)

2.4. Rovers na Agricultura

No mercado atual existe um olhar diferente para o avanço das tecnologias robóticas que são usados em campo de pesquisa, seja acadêmico ou industrial. A Figura 5 mostra alguns diferentes tipos de robôs moveis não tripulados aplicados na agricultura de diversas universidades, laboratórios e industrial ao redor do mundo. (ARCHILA-DIAZ, 2016).

Pode ser observado alguns robôs distintos que existem para diversas aplicações na agricultura de precisão mostrado na Figura 5, sendo eles: (a) RAM por NEPAS e Embrapa; (b) Weeding Robot por Tijmen Bakker; (c) Autonomous Crop Vehicle of Tillet por Hague Technology Ltda; (d) The Weedy Robot da faculdade de Engenharia e Ciencia do Computador na Ciência Aplciada Osnabruock; (e) Autonomous Tractor criado por Copenhagen Uiversity; (f) Aotonomous Christmass Tree Weeder criado pela Conhpenhagen University; (g) Hortibot por Rasmus Jorgensen; (h) The Modulaire Tractor; (j) Autonomous guidance projects da Universidade de Illinois da University of Illinois; (k) Weed Management pela Norwegian Institute para Agricultura e Pesquisa Ambiental; (l) Agribot, agricultura de precisão desenvolvida pela NEPAS e Embrapa; (m) Prospero, robôs colaborativos para Agricultura por David Dorhout; (n) Exoskeleton pela Universidade de Tokyo da Agricultura; (o) The AgRover do Estado de Iowa Lie Tang. Pode ser visto que há muitas plataformas de Rovers voltadas para área da agropecuária, tendo cada uma delas um objetivo e aplicação diferente. (ARCHILA-DIAZ, 2016)

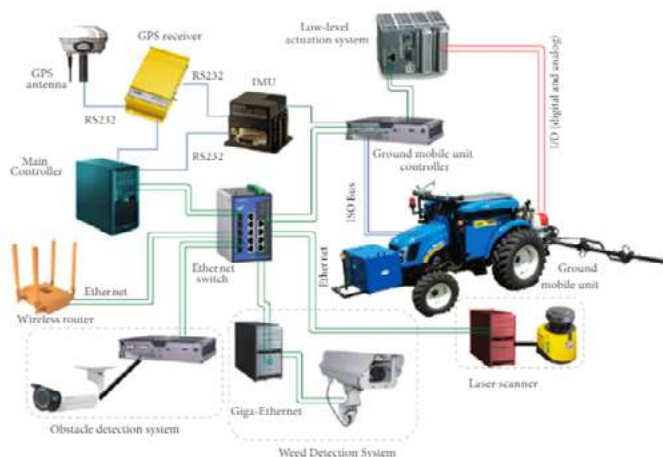
Figura 5: Aplicação robótica da agricultura de precisão.



Fonte: (ARCHILA-DIAZ, 2016)

Na Figura 6 pode ser observado um modelo arquitetônico do hardware de um robô autônomo desenvolvido para Agricultura de Precisão apresentado pelos autores Emmi e Gonzales-De-Santos (2014).

Figura 6: Esquema padrão de hardware de um robô autônomo.



Fonte: (EMMI et al., 2014)

A introdução de robôs autônomos na Agricultura de Precisão pode influenciar positivamente na produção e na redução de custos. A maior parte dos robôs da agricultura são voltados para o meio ambiente, com características especiais de torque e mobilidade, nessa categoria será estudado Rovers de exploração. (ARCHILA-DIAZ, 2016)

2.5. Modelos construtivos do Rover

Apesar da diversidade de rovers criados na disputa na exploração espacial dos Estados Unidos e Rússia, existem diversos modelos conceituais de um rover, criados e desenvolvidos por diversas universidades, modelos como: Solero, Figura 7(a), Sherpa (Rover para aplicação em plantações),

Figura 7: Modelos conceito de rovers





C

Figura 7(b), rover desenvolvido pela DFKI GmbH German Research Center for Artificial Intelligence, Micro 5 e 6 Figura 7(c) e (d), The Athlete's Figura 7(e) desenvolvido pela Jet Propulsion Laboratory (JPL) NASA e Octopus Figura 7(d). (ARCHILA-DIAZ, 2016)

Nos próximos tópicos serão mostrados alguns rovers que são mais utilizados e suas características de construção.

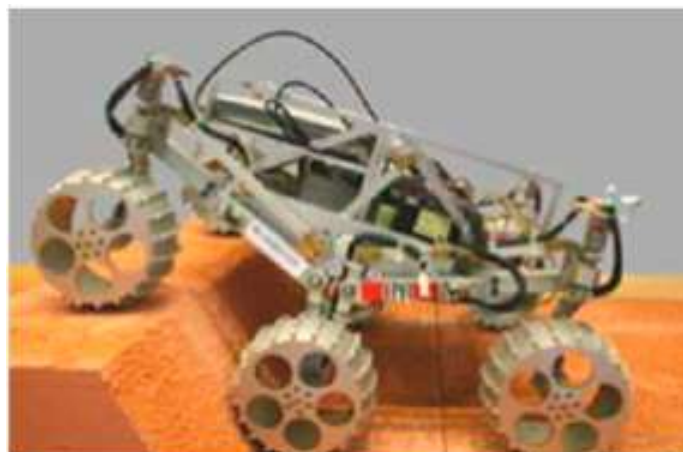
2.5.1. CRAB rovers

Um dos modelos muito utilizados é o CRAB, mostrado na Figura 8. Este modelo de rover mostra barras conectadas em paralelo de cada lado da estrutura base, tendo as duas rodas dianteiras conectadas a roda central. (MOREIRA; ARCHILA; BECKER, 2014)

Figura 8: Desenho esquemático do Rover CRAB



D



E



Fonte: (THUEER et al., 2006)

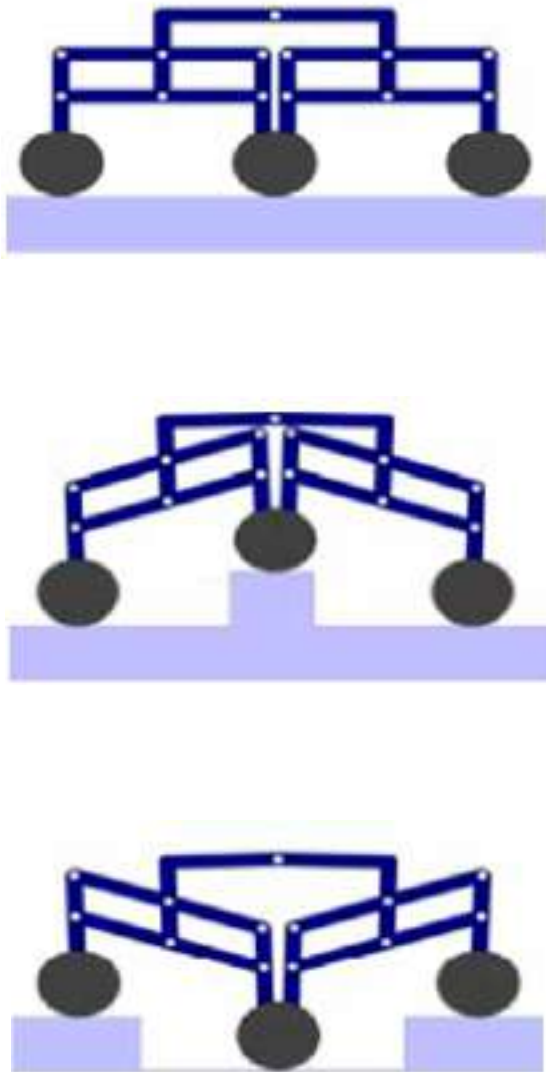


F

A estrutura é simétrica. O mecanismo diferencial está na suspensão, que faz com que a plataforma esteja sempre angulada de forma igual, dependendo do terreno que o rover está sendo pilotado como mostrado na Figura 9. (THUEER et al., 2006)

Fonte: (MOREIRA; ARCHILA; BECKER, 2014)

Figura 9: Conceito de locomoção do CRAB



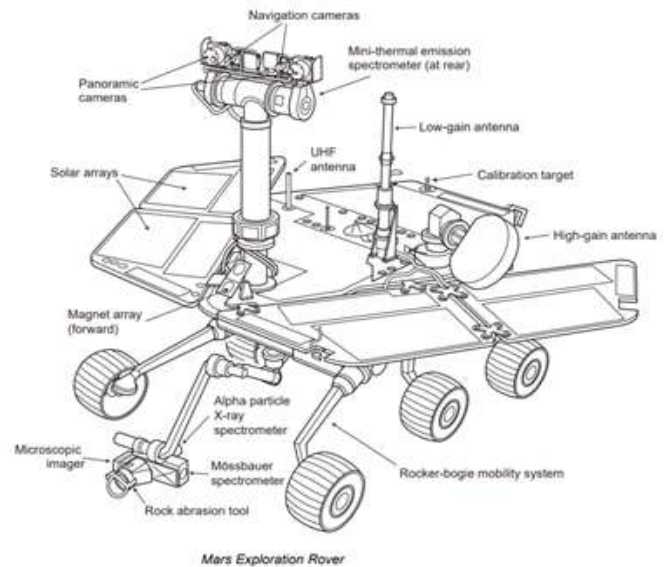
Fonte: (THUEER et al., 2006)

Este rover é um design da Autonomous Systems Lab (ASL) que não foi somente apresentado, mas também comparado a outros rovers com compatibilidades parecidas. A comparação foi feita através de simulações reais comparadas aos rovers da NASA, como o Mars Exploration Rover (MER) e os dois tiveram boas compatibilidades. (THUEER et al., 2006)

2.5.2 MER rovers

Como já citado acima e mostrado na Figura 10 os rovers de exploração em Marte Spirit e Opportunity tem plataformas bastante adaptáveis. O veículo remoto tem em torno de 1.4 metros de altura e 1.2 metros de largura. As placas solares acopladas acima da plataforma têm 2.25 metros de comprimento e 1.5 metros de altura. Equipado com 6 rodas e direção em apenas 4 rodas, suspensão rocker-bogie similar ao antecessor Sojourner. Atinge uma velocidade de 4.6cm/s, antes da criação destes rovers nenhum outro rover conseguiu atingir a velocidade acima de 1cm/s. (ARCHILA-DIAZ, 2016)

Figura 10: Rover de exploração de Marte



Fonte: (NASA, 2011)

A distribuição de massa no veículo é totalmente arranjada, então o centro de gravidade fica próximo ao sistema de suspensão Rocker Bogie. Isso permite o veículo tolerar uma angulação de inclinação superior a 45 graus em qualquer direção sem capotar, no entanto, ele é programado para que não atinja nenhuma inclinação acima de 30 graus. As rodas do rover são independentes o que permite que ele dê voltas graduais em arcos. (ARCHILA-DIAZ, 2016)

2.6. Características gerais do rover

Os rovers desde o princípio foram desenvolvidos para qualquer tipo de terreno, com a ideia de explorar os locais desconhecidos na viagem espacial. Ou seja, para tal objetivo é necessário que este veículo remoto seja equipado com sensores e tecnologia suficiente para completar as missões dadas a eles. (PIRES, 2016) Sendo algumas delas essenciais como: sensores, controlador, rádiotransmissor, GPS e motores.

2.6.1 Sensores

É essencial que se tenha acoplado a um rover dispositivos capazes de fornecer imagens, pois a partir delas é possível fazer o estudo de todos dados coletados, sendo assim algumas câmeras disponíveis na utilização do rover, como pode ser observado nas Figuras 11, 12 e 13.

Figura 11: Câmera digital RGB



Fonte: (THUEER et al., 2006)

Como pode ser visto na Figura 11 é mostrado uma câmera RGB equipada com sensores comuns capturando qualquer tipo de cena e cores vistos a olho nú. Muito utilizada por drones em mapeamento de terrenos e criação de vídeos, atende muito bem aqueles que a utilizam de forma profissional, desde o trabalho com fotografias até a agricultura de precisão. (HORUS, 2020)

Figura 12: Câmeras térmicas



Fonte: (HAUAGGE, 2016)

Na Figura 12 é mostrado uma câmera térmica, que também é conhecida por câmera termográfica, são dispositivos que fazem medição de temperatura de corpos sem contato. O princípio por trás da medição de temperatura sem contato está no princípio de Kelvin, que todo corpo com a temperatura acima de 0 graus emite radiação infravermelha. (Aguilar, 2016)

Esse tipo de câmera tem uma utilização ampla, porém muito útil, tendo um deque de utilidades no setor agropecuário como: análise de estresse hídrico, estudo de planejamento para irrigação, análise de pragas e doenças em plantas, podendo verificar até se existe uma fruta ou vegetal danificado no meio da plantação. (HAUAGGE, 2016)

Figura 13: Câmera multispectral



Fonte: (HAUAGGE, 2016)

As câmeras multispectrais ou térmicas vista na Figura 13, permitem monitorar campos da radiação visível e infravermelho. Tendo conhecimento que uma imagem espectral é aquela que reproduz um objeto em função da longitude de onda que essa emite do objeto em questão. Muito utilizada para localizar rios contaminados e cursos de água. (PRUDKIN; FABIO MARCELO BREUNIG, 2019)

2.6.2. Controladores

Com o atual super avanço da tecnologia eletrônica, é notável a implementação da eletrônica a mecânica em dispositivos de pilotagem, desde máquinas industriais capazes de se moverem por conta própria até carros super avançados elétricos como da Tesla. Sendo hoje possível um controlador até decolar um avião por conta própria. (DEMOLINARI, 2016)

Em um rover, o entendimento da pilotagem pode parecer complexo mesmo sendo completamente manual. Isso é percebido devido as adversidades na pilotagem que podem vir a aparecer, sendo necessário que este dispositivo tome decisões por si próprio em ocasiões de risco, como um possível capotamento. Os controladores têm ficado cada vez mais rápidos e eficazes, com a grande quantidade e concorrência no mercado hoje é possível encontrar esses dispositivos com preço muito acessíveis. Como nos rovers usado nas explorações espaciais, ter um veículo completamente autônomo é essencial, de modo a deixa-lo trazer os dados necessários sem que precise fazer isso de modo manual. Na Figura 14 é possível visualizar alguns tipos de controladores utilizados em rovers e também muito comuns em drones, sendo esses pré-programados e disponibilizados em um valor acessível. (DEMOLINARI, 2016)

Figura 14: Microcontroladores utilizados em drones e rovers



A



B



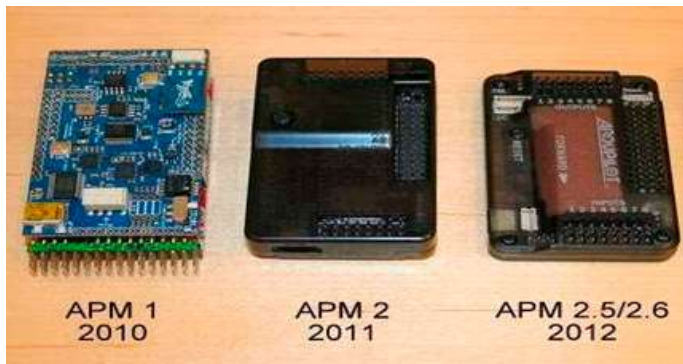
C

Fonte: (DEMOLINARI, 2016)

Na imagem acima pode ser observado os controladores Ardupilot Figura 14(a), Pixhawk Figura 14(b) e Thunder QQ Figura 14(c).

É possível encontrar duas versões do Ardupilot ou APM (Ardupilot Mega), sendo o APM1 e APM2 mostrado na Figura 15. As duas versões são semelhantes, porém a última versão observada na Figura 15(c) é equipada com uma quantidade maior de sensores, ela é menor e não é necessário soldagem de componentes elétricos, também tem GPS embutido na placa. Este dispositivo basicamente controla e processa todas as informações do rover, sendo motor, sensor e processamento de todos dados necessários para pilotagem. (ANDRADE, 2012)

Figura 15: Modelos do APM1 e APM2



Fonte: (ARDUPILOT, 2013)

O controlador Pixhawk mostrado na Figura 16 por sua vez, é um modelo muito completo que fornece ao usuário uma base de dados ampla possibilitando muitas aplicações, sendo possível caso necessário futuramente um upgrade no sistema, manter o controlador no rover sem precisar de atualizar a placa. (BRAGA, 2018)

Figura 16: Controlador Pixhawk



Fonte: (ARDUPILOT, 2013)

Este controlador fornece grande qualidades pelo preço que é vendido, sendo um ótimo custo benefício para projetos, equipado com um bom processador e uma ampla quantidade de sensores, assim como o GPS para explorações automáticas, sendo necessário que o rover fique em posição aberta para ajudar a comunicação com a central. (BRAGA, 2018)

Figura 17: Controlador Thunder QQ



Fonte: (HOBBYKING, 2020)

O controlador Thunder QQ é mais utilizado em projetos com giroscópios digitais e sensores de aceleração com auto estabilização. Este dispositivo é mais utilizado em drones pelas funcionalidades particulares de estabilização. (HOBBYKING, 2020)

2.6.3 Motores

Apesar de existir atrito nas características técnicas dos motores, os tipos principais aplicados nos sistemas de veículos controlados remotamente são motores escovados e sem escova sendo os Brushless. Os motores ciclo Otto não foram trazidos ainda para essa categoria de dispositivos, devido o peso, vibração e a dificuldade de aplicar este tipo de motor na plataforma do robô móvel. (HUGHES; DRURY, 2013)

Estes tipos de motores são muito bem aplicados em rovers por oferecerem alta eficiência e confiabilidade, de modo que os mesmos podem atingir potências elevadas.

Nos motores DC (Direct Current) ou corrente contínua, para que o trabalho seja gerado nas bobinas do rotor, é necessário que ela viaje pelas escovas e comutador, o atrito continuo nas polaridades do comutador criam uma perda de potência reduzindo a eficácia total que o motor pode fornecer. (HUGHES; DRURY, 2013)

Figura 18: Motores com escovas e sem escovas



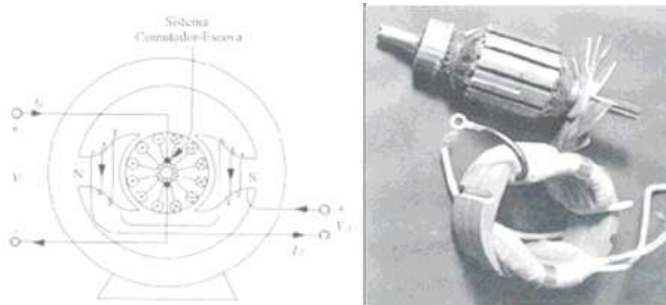
Fonte: (SENAR, 2018)

O motor de corrente contínua (DC) é composto pelas seguintes estruturas:

Estator (Enrolamento de imã permanente ou de campo)

Rotor (Enrolamento envolto)

Figura 19: Rotor e Estator do motor DC de 2 pólos.



Fonte: (SPARTANO, 2006)

O rotor é constituído com um núcleo de ferro e enrolamentos na superfície, os enrolamentos são colocados em igual espaço entre os dois polos do estator, de modo que quando os condutores de um lado estão a norte, do outro lado estarão a sul, fazendo com que o enrolamento não tenha um ponto específico. (SPARTANO, 2006)

Os motores brushless utilizam de três polos para conexão de acionamento e controle de rotações. Estes motores também chamados de assíncronos, tem uma faixa de velocidade relacionada a frequência da corrente. Existe uma grande dificuldade relacionada aos motores trifásicos que são em algumas vezes a necessidade de soft starters para acionamento do motor, evitando as altas correntes geradas na partida. Estes dispositivos ajudam fornecendo a mínima quantidade de corrente possível para partidas. Mesmo que exista soluções estes motores tem uma taxa de escorregamento alta gerada pelo estator. (HUGHES; DRURY, 2013)

Figura 20: Motor de Indução



Fonte: (DEMOLINARI, 2016)

De modo a solucionar a existência do “escorregamento” no rotor, os motores escovados têm sido cada vez mais aplicados no mercado, por fornecer torque em faixa constante e velocidades controladas.

3. METODOLOGIA

Este trabalho tem por metodologia a pesquisa bibliográfica documental juntamente com prototipagem do projeto, o tipo de abordagem escolhido depende do problema que se busca analisar, que neste trabalho trata-se de uma abordagem qualitativa, que é uma técnica investigativa que analisa a subjetividade do objeto e suas particularidades.

As pesquisas contentes neste trabalho serão realizadas através de artigos científicos e periódicos, como citado por (CARLOS et al., 2002) se caracteriza como pesquisa bibliográfica. Mesmo que a maior parte dos estudos seja necessário algum trabalho dessa natureza, há diversas pesquisas desenvolvidas principalmente através de fontes bibliográficas.

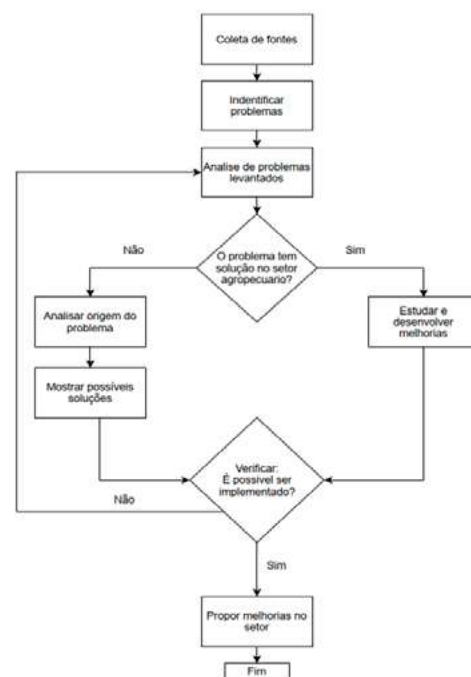
Neste artigo também haverá pesquisas documentais, que ainda segundo (CARLOS et al., 2002) se assemelha muito ao estudo bibliográfico. A principal diferença entre elas está na natureza das fontes, enquanto na pesquisa bibliográfica utiliza-se muito fundamentalmente pesquisas de diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental é notada em materiais que não tem tratamento analítico, ou seja, podem ser elaborados novamente com os objetos do estudo.

Inicialmente neste projeto serão utilizadas pesquisas de artigos, periódicos e publicações sobre o comportamento do setor agropecuário brasileiro, incluindo também a proporção no Brasil. Logo após será realizado estudos do uso de tecnologias da informação na agropecuária, relacionado diretamente a Agricultura 4.0. Deste modo o conceito de tecnologia do setor de agricultura será abordado o uso de equipamentos tecnológicos utilizados na evolução relacionado ao uso de rovers.

Tendo conhecimento de todos os conceitos citados, o crescimento do setor agropecuário, da Agricultura 4.0 e a utilização de rovers no setor agropecuário, poderá ser verificado quais impactos, tanto positivos quanto negativos serão resultados dessa utilização. A partir dessa pesquisa poderá ser visualizado melhorias em todo setor agropecuário, desde a produção de soja, álcool e energia renovável.

Para ser possível desenvolver os estudos mencionados, o fluxograma apresentado na Figura 21 serve como base para analisar o processo. Este que é formado por sete etapas e se desenvolverão em outros tópicos durante a execução do projeto. Será buscado a partir das teorias expostas a execução do projeto de maneira que se possa obter resultados concretos possíveis.

Figura 21: Fluxograma metodológico



Fonte: (STEFFEN, 2011)

3.1. Organização do trabalho

O presente estudo se inicia com uma introdução do tema abordado, associando o uso de tecnologias 4.0 no setor agropecuário, do qual são estabelecidas as relações da Agricultura 4.0 e o uso de rovers neste setor. Serão apresentados objetivos, geral, específico, e justificativas juntamente com o sequencial metodológico deste estudo.

O trabalho realizado é foi desenvolvido por meio de referencial teórico e apresentação de resultados. O referencial teórico se inicia com base no setor agropecuário, servindo de base e conhecimento do uso de tecnologias de informação no setor, que em seguida é conceituado a agricultura 4.0, juntamente com o uso de rovers. Na apresentação dos resultados observados os impactos, sejam positivos ou negativos, todas vantagens e desvantagens que a utilização de Rovers podem trazer para o setor agropecuário.

O estudo é finalizado com as devidas conclusões e referências utilizadas ao longo do mesmo.

4. CONCLUSÃO

Visto a atual demanda que a agropecuária nacional tem tido, o crescimento de novas tecnologias tem se expandido de forma significativa, fazendo com que cada vez mais seja necessário a implementação de novas ideias no mercado visando o crescimento do setor.

Tendo conhecimento do avanço tecnológico na Agricultura 4.0 e na agricultura de precisão, a implementação de rovers neste mercado é de grande vantagem se utilizado em grande demanda, sendo este um dispositivo de baixo custo trazendo alta mão de obra e coleta de dados.

Nessa pesquisa pode ser observado que o termo rover é bastante abrangente sendo bastante adaptável ao mercado que será aplicado, assim como citado dos rovers nas explorações espaciais, são veículos não tripulados que podem trabalhar vinte e quatro horas por dia coletando informações e dados estipulados a serem coletados pela central. Sendo estes robôs completamente autônomos podendo tomar decisões por si próprios, que os atuais controladores existentes permitem de forma eficaz e precisa. Sabendo também que se comparado a veículos de grande porte no quesito manutenção, nos rovers ela é mínima.

Entendendo o setor agropecuário, pode ser visto que se aplicado na agricultura de precisão este veículo não tripulado pode causar grande impacto e trazer grandes benefícios a pesquisadores de campo. Mesmo que o atual mercado utilize muito o uso de drones, o diferencial do rover justamente é estar sempre muito próximo a base de dados e coleta, podendo não só fazer a mesma função do drone, como se bem trabalhado, coletar fisicamente os mesmos.



REFERENCIAS



- ALBERTO, J. Levantamento de Safras - Conab. Ministerio da Economia, n. Julho, p. 2020, 2021.
- ANDRADE, R. D. N. Criação de uma Estação de Testes para um Micro-Helicóptero Autônomo. p. 1–131, set. 2012.
- ARCHILA-DIAZ, J. F. Projeto de um Rover para aplicações de Agricultura de Precisão. p. 156, 2016.
- ARDUPILLOT. Archived: Build Your Own Multicopter — Copter documentation. Disponível em: <<https://ardupilot.org/copter/docs/build-your-own-multicopter.html>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- BRAGA, P. P. I. Projeto de um quadricóptero - Uma visão geral. [s.l.] Universidade Federal Fluminense, 2018.
- CARLOS, A. et al. Como Encaminhar uma Pesquisa? 4. ed. São Paulo: [s.n.].
- DA REDAÇÃO. Há 40 anos, homem colocava primeiro veículo na Lua. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/ciencia/ha-40-anos-homem-colocava-primeiro-veiculo-na-lua/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- DEMOLINARI, H. C. Projeto De Construção Um Drone Hexacóptero. p. 13–62, 2016.



REFERENCIAS



- EMMI, L. et al. New Trends in Robotics for Agriculture: Integration and Assessment of a Real Fleet of Robots. *TheScientificWorldJournal*, v. 2014, p. 404059, 2014.
- ESTAVAM VILEFORT, J. et al. Indústria 4.0 na manufatura: um estudo bibliográfico. Belo Horizonte: [s.n.]. Disponível em: <<http://izabelahendrix.edu.br/congresso/anais/2020/engenharia/335-347-industria-manufatura.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- FORBES. FMI aumenta ligeiramente previsão de crescimento do Brasil em 2021 para 3,7% - Forbes Brasil. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-money/2021/04/fmi-aumenta-ligeiramente-previsao-de-crescimento-do-brasil-em-2021-para-37/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- HAUAGGE, T. S. Futuro certo dentro da Agricultura. p. 95, 2016.
- HOBBYKING. Trovão QQ Super - Multi-Rotor controlador de voo. Disponível em: <https://hobbyking.com/pt_pt/thunder-qq-super-multi-rotor-flight-controller-1.html?__store=pt_pt>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- HORUS. Mapeamento com Drones: tipos de câmeras utilizadas. Disponível em: <<https://horusaeronaves.com/mapeamento-com-drones-tipos-cameras-rgb-multiespectral/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- HUGHES, A.; DRURY, B. Electric Motors and Drives. [s.l.: s.n.].
- LISBOA, V. Perdas no setor de turismo chegam a quase R\$ 90 bilhões, diz CNC. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-06/perdas-no-setor-de-turismo-chegam-quase-r-90-bilhoes-diz-cnc>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. DE A. Agro 4.0 – Rumo à Agricultura Digital. JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil, p. 28–35, 2017.
- MOREIRA, J. M.; ARCHILA, J. F.; BECKER, M. Modelagem e Análise dos Rovers CRAB e SHRIMP para utilização na agricultura. ABCM Symposium Series in Mechatronics. Anais...2014
- NASA. Spirit and Opportunity, Mars Exploration Rovers. p. 20, 2011.
- NASA. Mars 2020/Perseverance. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <www.nasa.gov>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- PIRES, L. Robot Rover para Exploração do Ambiente Envolvente, 2016.
- PRUDKIN, G.; FABIO MARCELO BREUNIG. DRONES E CIÊNCIA: Teoria e aplicações metodológicas. 1. ed. Santa Maria: [s.n.].
- PURCHIO, L. Como a agropecuária foi o único setor que cresceu durante a pandemia | VEJA. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/economia/como-a-agropecuaria-foi-o-unico-setor-que-cresceu-durante-a-pandemia/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- REHMAN, A.; SHAIKH, Z. Smart Agriculture. In: Applications of Modern High Performance Networks. Junaid Ahm ed. [s.l.] Bentham Science Publishers, 2009. p. 120–129.
- RESENDE, Á. V et al. Agricultura de Precisão no Brasil: Avanços, Dificuldades e Impactos no Manejo e Conservação do Solo, Segurança Alimentar e Sustentabilidade. REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. Novos caminhos para agricultura conservacionista no Brasil: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte: Universidade Federal do Piauí, 2010., p. 23, 21 dez. 2010.
- RIBEIRO, J. G.; MARINHO, D. Y.; ESPINOSA, J. W. M. Agricultura 4.0: Desafios À Produção De Alimentos E Inovações Tecnológicas. Simpósio De Engenharia De Produção - Sienpro, p. 1–7, 2018.
- SENAR. Agricultura de Precisão: operação de drones. [s.l.: s.n.].
- SIMÕES, M.; SOLER, L. S.; PY, H. Tecnologias A Serviço da Sustentabilidade e da Agricultura. Boletim Informativo da SBCS, v. 43, n. Maio-Agosto, p. 1–8, 23 nov. 2017.
- SPARTANO, M. A. Motor DC Brushless: Funcionamento e controle. Campinas: [s.n.]. Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/625.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- STEFFEN, R. F. Análise da implantação do Macroprocesso do Crédito Tributário como uma ferramenta de redução de custos e otimização da receita tributária. Porto Alegre: [s.n.].
- THUEER, T. et al. CRAB-Exploration rover with advanced obstacle negotiation capabilities. 2006
- YABE, A. et al. Panoramas Setoriais 2030: Sucoenergético. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDS, p. 107–121, 2017.



USE OF ROVERS IN AGRICULTURE: IMPLEMENTATION OF UNMANNED VEHICLES IN THE AGRICULTURAL SECTOR

USE OF ROVERS IN AGRICULTURE: IMPLEMENTATION OF UNMANNED VEHICLES IN THE AGRICULTURAL SECTOR

Heitor Henrick Fernandes ¹

7. ABSTRACT MODEL

Given the constant expansion that the agricultural sector has obtained, the agricultural scenario is increasingly competitive so that technological development is increasing. As a result, the competitiveness of state-of-the-art technologies has also increased, which has given rise to 4.0 agriculture. Among these technologies, one can find the use of rovers (Unmanned Vehicle), which, with their robust characteristics, can easily cover terrain of difficult access, providing someones data for researchers. These electronic devices are capable of collecting data, images or videos in real time that are controlled remotely, either manually or by satellite. The purpose of this work is to implement and evaluate the performance of a Rover robot in the agricultural sector to facilitate data collection.

KEYWORDS: Satellite. Electronics. rover

SUMMARY

1 Introduction. 2 Theoretical framework. 2.1 Agricultural sector in Brazil. 2.2 Agriculture 4.0. 2.3 Rovers. 2.4 Rovers in Agriculture. 2.5 Rover constructive models. 2.5.1 CRAB rovers. 2.5.2 MER rovers. 2.6 General characteristics of the rover. 2.6.2 Controllers. 2.6.3 Engines. 3 Methodology. 3.1 Work organization. 4 Conclusion. 5 References.

CONTENTS

1. Introduction. 2 Theoretical framework. 2.1 Agricultural sector in Brazil. 2.2 Agriculture 4.0. 2.3 Rovers. 2.4 Rovers in Agriculture. 2.5 Rover constructive models. 2.5.1 CRAB rovers. 2.5.2 MER rovers. 2.6 General characteristics of the rover. 2.6.2 Controllers. 2.6.3 Engines. 3 Methodology. 3.1 Work organization. 4 Conclusion. 5 References.

8. INTRODUCTION

Due to large investment and technological growth, Brazil has become the largest agribusiness exporter in the world, even though the COVID-19 virus was discovered in 2019, the agricultural sector continued to bring beneficial results to the Brazilian economy, even if the country's GDP in the second quarter of 2020 has suffered a drop of approximately 9.7% in relation to the first due to constant social isolation decrees and falling investments. Thus, with all these problems, the agricultural sector was the only one to demonstrate productive results, showing growth even in the midst of a pandemic.(PURCHIO, 2020)

In addition to the growing expansion of the agricultural sector, there is also a growing competitiveness in the search for advanced technologies to be implemented in the sector.

Among these technologies are unmanned vehicles that facilitate the visualization of terrains with difficult access and collect crop monitoring data, such as planting failures, identification of pests and diseases, among others.

A Rover was initially created to be an explorer robot, inspired to gain access to terrains difficult for humans to access such as contaminated areas, dangerous areas and also in space exploration by NASA.

Noting the need for knowledge of the impacts resulting from the use of unmanned vehicles in agriculture, the question that gives direction to this work is "What is the impact of the implementation of unmanned vehicles in the agricultural sector?"

¹Profesor del Departamento que sea - Universidad la que sea, UNIPAM (Centro Universitario de Patos de Minas) Brasil – heitor_henrick@hotmail.com

The general objective of the research is to obtain the results of the implementation of a Rover (Unmanned Vehicle) controlled via satellite, implementing the same in the agricultural sector. The specific objectives of the research will be done with a literary review of existing books, documents and internet articles in order to understand what benefits the construction of this electronic device can bring. Presenting the advantages and disadvantages of using the rover both in the agricultural sector and for competitions.

This study seeks to deepen the content of the use of communication and information technologies with the implementation of rovers in the agricultural sector, considering that once in the field, they are extremely large areas and often difficult to access, where a remotely controlled device can be of great benefit. Being small and easily piloted, you can get accurate data quickly and accurately.

It can also be observed that, in this sector, more and more techniques and devices that help to bring improvements and cost reduction are needed, so an unmanned car can be integrated at this time to help agriculture.

Even in the Pandemic the agricultural sector has registered advances, 2020 ended the year surpassing U\$90 billion reais. So it can be concluded that even in a difficult year, where Brazil has been going through economic crises and lack of investment, this sector has continuously grown, always looking for new technologies and different ways of being ahead in the market.(LISBON, 2020).

Seeking a way to further improve the agricultural market, this study seeks to conduct research in all areas of agriculture, from sugarcane to soy, so that it can be freely directed to carry out any type of research, as a vehicle unmanned robust enough to walk the hard-to-reach terrain that Brazil has.

9. THEORETICAL FRAMEWORK

In this chapter, analyzes of the basic concepts about rovers and how they can bring advantages if used in precision agriculture will be presented.

To this end, studies of existing projects will be raised seeking to simulate the results that influenced agriculture, such categories that help us to answer the research question present in the Introduction of the study: "What is the impact of the implementation of unmanned vehicles in the agricultural sector? " Also helping to understand what benefits it can bring in the long term.

9.1. Agricultural Sector In Brazil

According to (Companhia Nacional de Abastecimento, 2020), the year 2020 began with great growth expectations for the agricultural sector around the world, given the huge concern with the lockdown policies adopted by one of the largest importers in the world, which it's China, even though we have recurring adversities in the agriculture sector, such as climate variations that directly impact food production, producers faced so many new challenges, having to look to the future and see that they could contribute or compromise their activities.

As much as a year has passed since the first registration of Covid-19 in China, the impact that the pandemic has had on the economy can be felt. The GDP (Decrease in the Gross Domestic Product) was one of the biggest consequences observed according to (Companhia Nacional de Abastecimento, 2020) in

the first months of 2020. However, what the new Coronavirus pandemic demonstrated was the importance of food production , especially in times of crisis when it is necessary to meet the entire population in a simple need that is to feed.

In view of the global scenario, in January the International Monetary Fund (IMF) released its first projection for the year 2022, with an expected growth of 6.7% in the world economy. Even though it was pointed out by the IMF that the countries that would have the greatest growth would be those in Latin America and the Caribbean, surpassing the United States.

Despite Brazil being a producer with great potential, it was appointed as the country in Latin America with the lowest growth. (FORBES, 2021)

In the current moment of high competitiveness that the world is, the cost of production becomes extremely relevant, ethanol in Brazil (sugar cane) is different compared to the United States (corn). The national product provides a volume 90% lower than the American one, which uses charcoal to produce alcohol.(YABE et al., 2017)

As can be seen, the scarcity of fossil fuels increases every year, making the sugar-energy market increasingly benefit from the environmental issue. Due to the high demand for ethanol, Brazil has made relevant advances, even compared to the United States, with the development of new technologies.(YABE et al., 2017)

Brazil, in addition to breaking production records, stands out for its low production cost, bringing greater competitiveness in sugarcane and soy agriculture, among others. The 7th survey by CONAB (National Supply Company, 2020), shows us that Brazil had a large increase in exports, which can quantitatively help the Brazilian country to rise again, given the current difficulties it is going through.(ALBERTO, 2021)

Analyzing the current situation in Brazil, the increase and creation of new technologies is very welcome, which has enough impact to bring positive results in the financial market and also in industry 4.0, as the high demand for technology and development of new ideas directly influence the agricultural sector, also favoring all raw materials that are distributed and major improvements over the periods. (ALBERTO, 2021)

9.2. Agriculture 4.0

The famous term Industry 4.0 or popularly known as Agriculture 4.0 first appeared in Hofmann (2012). The author refers to this term as the creation of a new technology that would be a revolution, bringing to humans communication and work between machines and the internet. A revolutionary factory where it is smart, relevant, flexible and dynamic. Thus the emergence of the well-known 4th industrial revolution.(WERE VILEFORT et al., 2020)

The growth of Industry 4.0 took place over the last few years, in search of a Web of Science database, it can be seen that in 2012, there was a single survey on Industry 4.0, the value increased to 52 in 2014 and 2767 in 2018 . (WERE VILEFORT et al., 2020)

The aggregated term Industry 4.0 comes mainly from all the concepts it brings, such as Big Data Analytics, 3D printing, completely autonomous robots, Internet of Things, sensors, simulation, vertical and horizontal integration that makes it possible to change how organizations work together in major manufacturing processes. (REHMAN; SHAIKH, 2009)

This fourth technological revolution enabled us to generate great results, especially in the agricultural sector, so that the

use of sensors, robots, data exchange and cloud data storage could be accessed more and more easily and effectively. Many technologies have supported the enhancement of monitoring capabilities and increasingly accurate decision making, improving their capabilities.(REHMAN; SHAIKH, 2009).

In the context discussed, Agriculture 4.0 is used, which brings methods present and also employed in Industry 4.0, encompassing agriculture and precision agriculture in topics of automation and robotization of drones and rovers. Other terms are also found in English, smart farm and digital farm. These technologies that have emerged in current times significantly contribute to the efficiency of production, inputs and also in the reduction of human labor, improving the quality of work and also work safety, significantly reducing the impact on the environment. (MASSRUHA; LEITE, 2017).

Therefore, the contribution of this industrial revolution is mainly seen in the reduction of water, fertilizers and pesticides consumption, so that it can be controlled correctly and to the right extent. It will be possible to use only the quantities of raw material really necessary to obtain the most accurate results possible. (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018).

In the current study, this technology is introduced in the use of rovers, which includes the terms of increased productivity and capacity to collect, use and exchange information in a cloud database, as can be seen in Figure 1. information such as soil data, seed collection, production, visualizing the presence of insects and pests. Data will be collected through implanted sensors or cameras coupled to the mobile device, which can be used on any type of ground with live satellite images.(RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018)

Figure 1: Digitization of agriculture, characterized by remotely collecting and exchanging data.



Source: (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018)

Second (SIMÕES; SOLER; PY, 2017) Digital agriculture will bring very relevant benefits to agriculture, so that farmers will always look for new technologies in the market to innovate plantations, bringing the maximum amount of useful and beneficial information in the cloud.

Due to the great competitiveness that the current market is, mainly due to the current crisis that the Brazilian country has been going through in the pandemic, the search for improvement in the use of natural raw materials and natural resources will make the agricultural sector increasingly automated and robotic . There will come a time in the future when human labor will not

be enough to deal with all the information passed by sensors or machines connected to the internet (Internet of Things), generating an accumulation of data in volume (Big Data) that need to be analyzed and stored in the cloud. (Cloud storage). All this information will be connected to the headquarters of the farm, or to a local caretaker, producers,(MASSRUHA; LEITE, 2017) Of all the technologies in the current market, some of the ones that currently stand out in the field:

Smart Irrigation System (Intelligent Irrigation), term used for the properly automated irrigation system, making the precise use of the amount of water and supplies needed for irrigation. (MASSRUHA; LEITE, 2017).

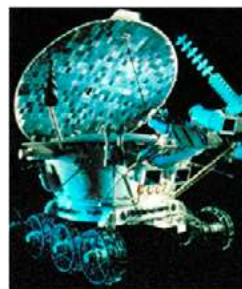
Site Specific Management (Precision Agriculture), a reference in positive results in grain production, became known in Brazil in a few years. It brings important information to the market such as georeferencing of cultivated land, increasing the creation of efficient plans for the use of inputs.(RESENDE et al., 2010).

Global Navigation Satellite System (GNSS), a technique that uses remote sensing, can provide information such as ideal conditions for growing, processing and also analyzing. (SENAR, 2018)

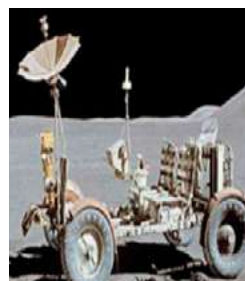
9.3. Rovers

Mobile robots have been present in the world for decades, it is a result of technological advances that the world has gone through in computational science, mechanics and electronics. There are now many functions for an unmanned mobile device. The term Rover is used especially to refer to a mobile scanning device. The first Rover named Lunokhod 1 (Lunokhod-1) as shown in Figure 2(a), was sent to the moon in November 1970. Shortly thereafter, NASA began space exploration programs with unmanned vehicles. Programs known as Apollo 15, 16 and 17 as can be seen in Figure 02(b).(ARCHILA-DIAZ, 2016)

Figure two: Unmanned vehicles used to explore Mars.



A



B

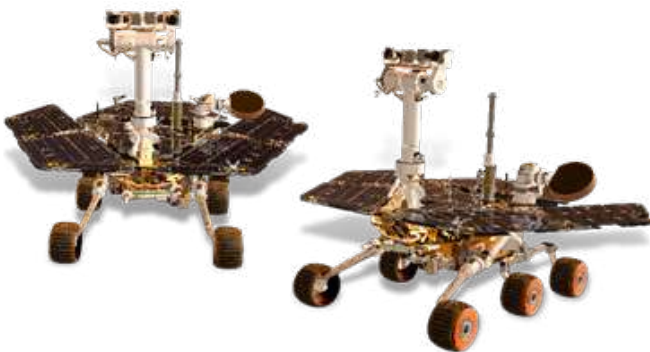
Source: (ARCHILA-DIAZ, 2016)

In NASA's most successful manned flight, the first vehicle to land on the moon, the lunar jeep, shown in Figure 2(b), was placed on board. The jeep was used in long-term expeditions on the lunar satellite, intensifying scientific research with the greatest possible mobility.(FROM THE WRITING, 2011).

An example of NASA's participation in Mars exploration is the twin rovers, called Spirit and Opportunity.

Launched to Mars for exploration on a 90-day mission to collect geological clues to the red planet's environment. The main objective of these rovers is to search for the existence of water on the planet, aiming at the possibility that there was already life on Mars.(NASA, 2011)

Figure 3: Spirit and Opportunity.



Source: NASA, 2013

The twin rovers brought important information such as the existence of water in the past on Mars, with the participation of scientists analyzing images provided by mobile devices studying ancient rocks and their shapes degraded by water.

The exploration of Mars using rovers was extremely important because it allowed us to study the past of other planets that orbit the Earth and especially to prepare humans for exploration. (NASA, 2011)

Another NASA exploration program was staked on Perseverance, Figure 4, was designed to better understand Mars' past in 2020, bringing benefits to the human population in space exploration.

Among them the exploration of different types of terrain, researching special rocks with the purpose of finding geological remains of life and mainly demonstrating robotic technology and human exploration.(NASA, 2020)

9.4. Rovers in Agriculture

In today's market there is a different look at the advancement of robotic technologies that are used in research field, whether academic or industrial. Figure 5 shows some different types of unmanned mobile robots applied in agriculture from various universities, laboratories and industrial around the world. (ARCHILA-DIAZ, 2016)

It can be observed some distinct robots that exist for different applications in precision agriculture shown in Figure 5, namely: (a) RAM by NEPAS and Embrapa; (b) Weeding Robot by Tijmen Bakker; (c) Autonomous Crop Vehicle of Tillet by Hague Technology Ltda; (d) The Weedy Robot from the Faculty of Computer Science and Engineering at Osnabrueck Applied Science; (e) Autonomous Tractor created by Copenhagen University; (f) Aotonomous Christmass Tree Weeder created by Conhpenhagen University; (g) Hortibot by Rasmus Jorgensen; (h) The Modulaire Tractor; (j) Autonomous guidance projects from the University of Illinois at the University of Illinois; (k) Weed Management by the Norwegian Institute for Agriculture and Environmental Research; (l) Agribot, precision agriculture developed by NEPAS and Embrapa; (m) prosperous, Collaborative Robots for Agriculture by David Dorhout; (n) Exoskeleton from Tokyo University of Agriculture; (o) The AgRover of Iowa State Lie Tang. It can be seen that there are many Rovers platforms aimed at the agricultural area, each of them having a different objective and application.(ARCHILA-DIAZ, 2016)

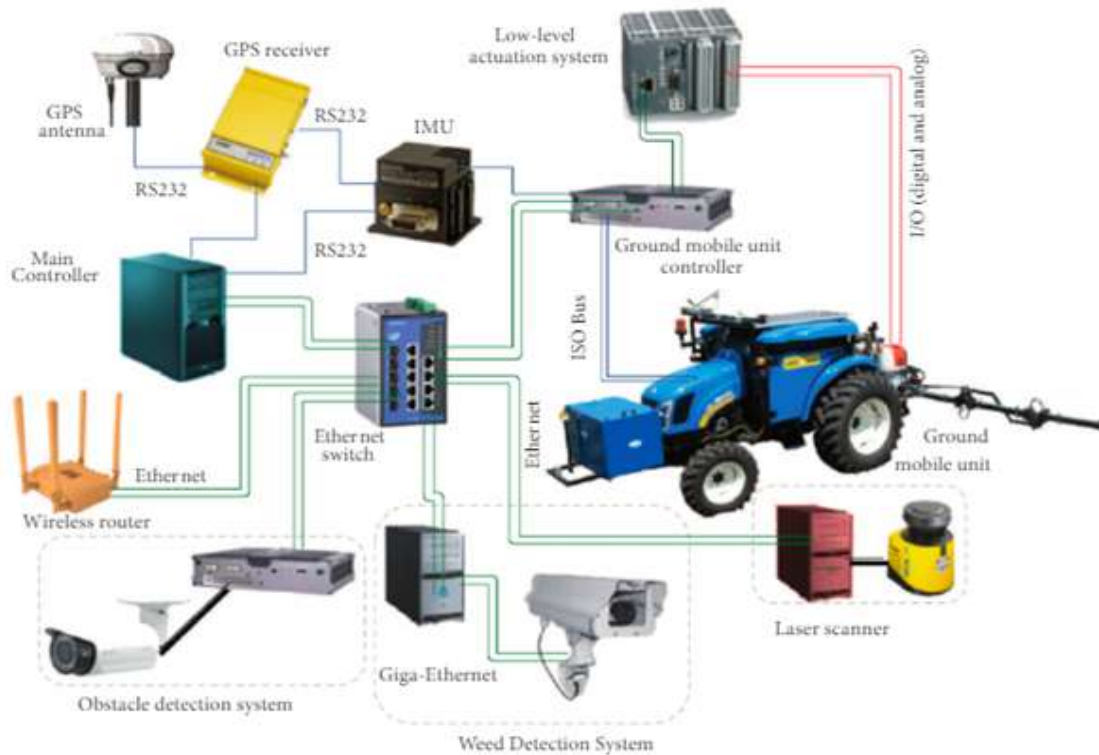
Figure 5: Robotic application of precision agriculture



Source: (ARCHILA-DIAZ, 2016)

Figure 6 shows an architectural model of the hardware of an autonomous robot developed for Precision Agriculture presented by the authors Emmi and Gonzales-De-Santos (2014).

Figure 6: Standard hardware scheme of an autonomous robot



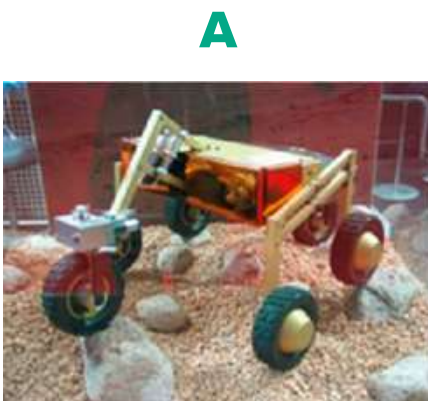
Source: (EMMI et al., 2014)

The introduction of autonomous robots in Precision Agriculture can positively influence production and reduce costs. Most agricultural robots are environmentally friendly, with special characteristics of torque and mobility, in this category exploration Rovers will be studied.(ARCHILA-DIAZ, 2016).

9.5. Rover Construction Models

Despite the diversity of rovers created in the space exploration dispute in the United States and Russia, there are several concept models of a rover, created and developed by several universities, models such as: Solero, Figure 7(a), Sherpa (Rover for application in plantations),

Figure 7: Rovers concept models



C**D****E****F**

Source: (MOREIRA; ARCHILA; BECKER, 2014)

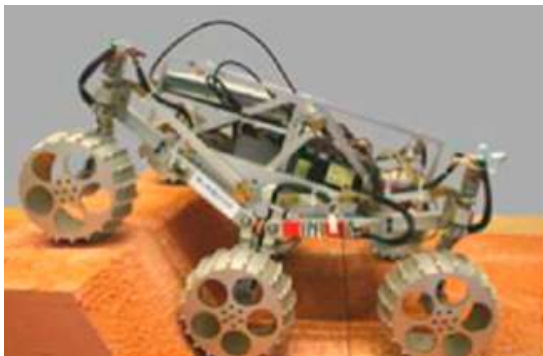
Figure 7(b), rover developed by DFKI GmbH German Research Center for Artificial Intelligence, Micro 5 and 6 Figure 7(c) and (d), The Athlete's Figure 7(e) developed by Jet Propulsion Laboratory (JPL) NASA and Octopus Figure 7(d). (ARCHILA-DIAZ, 2016).

In the next topics, some rovers that are most used and their construction characteristics will be shown.

9.5.1. CRAB rovers

One of the widely used models is the CRAB, shown in Figure 8. This rover model shows bars connected in parallel on each side of the base structure, with the two front wheels connected to the central wheel. (MOREIRA; ARCHILA; BECKER, 2014)

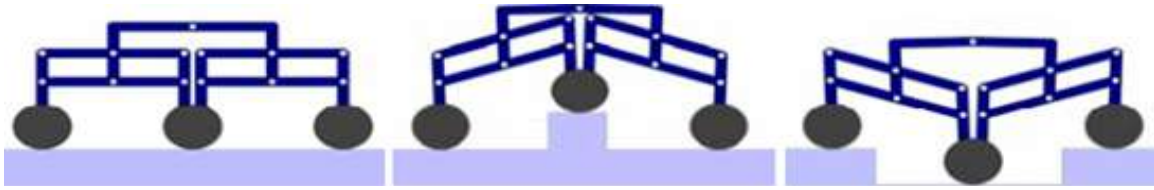
Figure 8: Rover CRAB schematic drawing



Source: (THUEER et al., 2006)

The structure is symmetrical. The differential mechanism is in the suspension, which means that the platform is always angled equally, depending on the terrain the rover is being driven as shown in Figure 9.(THUEER et al., 2006)

Figure 9: CRAB's concept of locomotion



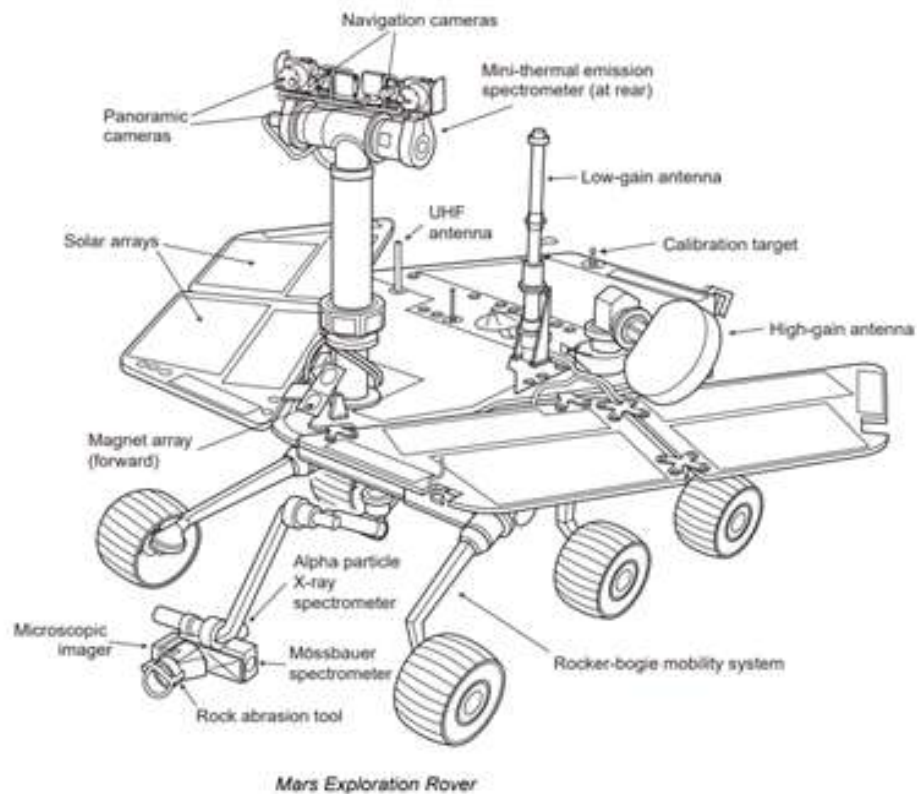
Source: (THUEER et al., 2006)

This rover is a design by Autonomous Systems Lab (ASL) that has not only been presented, but also compared to other rovers with similar compatibility. The comparison was done through real simulations compared to NASA rovers such as the Mars Exploration Rover (MER) and the two had good compatibility.(THUEER et al., 2006)

9.5.2. MER rovers

As mentioned above and shown in Figure 10, exploration rovers on Mars Spirit and Opportunity have very adaptable platforms. The remote vehicle is around 1.4 meters high and 1.2 meters wide. The solar panels mounted above the platform are 2.25 meters long and 1.5 meters high. Equipped with 6 wheels and steering on just 4 wheels, rocker-bogie suspension similar to the Sojourner predecessor. It reaches a speed of 4.6cm/s, before the creation of these twin rovers no other rover could reach a speed above 1cm/s.(ARCHILA-DIAZ, 2016)

Figure 10: Mars Exploration Rover



Source: (NASA, 2011)

The mass distribution in the vehicle is fully arranged, so the center of gravity is close to the Rocker Bogie suspension system. This allows the vehicle to tolerate a bank angulation greater than 45 degrees in any direction without rolling over, however it is programmed to not hit any bank over 30 degrees. The rover's wheels are independent which allows it to make gradual turns in arcs.(ARCHILA-DIAZ, 2016)

9.6. General characteristics of the rover

Rovers from the beginning were developed for any type of terrain, with the idea of exploring unknown places in space travel. In other words, for this purpose it is necessary that this remote vehicle is equipped with sensors and sufficient technology to complete the missions given to them.(PIRES, 2016)Some of them are essential such as: sensors, controller, radio transmitter, GPS and engines.

9.6.1. Sensors

It is essential that devices capable of providing images have been coupled to a rover, because from them it is possible to study all the data collected, thus some cameras are available when using the rover, as can be seen in Figures 11, 12 and 13.

Figure 11: RGB digital camera



Source: (HORUS, 2020)

As seen in Figure 11, an RGB camera equipped with common sensors capturing any type of scene and colors seen with the naked eye is shown. Widely used by drones in terrain mapping and video creation, it serves very well those who use it professionally, from working with photographs to precision farming. (HORUS, 2020)

Figure 12: Thermal Cameras



Source: (HAUAGGE, 2016)

Figure 12 shows a thermal camera, which is also known as a thermographic camera, which are devices that measure the temperature of non-contact bodies. The principle behind non-contact temperature measurement is the Kelvin principle, that every body with a temperature above 0 degrees emits infrared radiation. (Aguiar, 2016)

This type of camera has a wide use, but very useful, having a deck of utilities in the agricultural sector such as: water stress analysis, irrigation planning study, pest and disease analysis in plants, and can even check if there is a fruit or plant damage in the middle of the plantation. (HAUAGGE, 2016)

Figure 12: Thermal Cameras



Source: (HAUAGGE, 2016)

The multispectral or thermal cameras seen in Figure 13, allow you to monitor visible and infrared radiation fields. Knowing that a spectral image is one that reproduces an object as a function of the wavelength it emits of the object in question. Widely used to locate contaminated rivers and water courses.(PRUDKIN; FABIO MARCELO BREUNIG, 2019)

9.6.2 Controllers

With the current super advance in electronics technology, the implementation of electronics and mechanics in pilot devices is remarkable, from industrial machines capable of moving on their own to super advanced electric cars like Tesla's. It is now possible for a controller to take off a plane on its own.(DEMOLINARI, 2016).

In a rover, the understanding of riding can seem complex even though it is completely manual. This is perceived due to the adversities in driving that may arise, making it necessary for this device to make decisions for itself in risky occasions, such as a possible rollover. Controllers have been getting faster and more effective, with the large amount and competition in the market today it is possible to find these devices at very affordable prices. As with rovers used in space exploration, having a completely autonomous vehicle is essential, in order to let you bring in the necessary data without having to do it manually. In Figure 14, it is possible to visualize some types of controllers used in rovers and also very common in drones, which are pre-programmed and available at an affordable price.(DEMOLINARI, 2016)

Figure 14: Microcontrollers used in drones and rovers



A



B



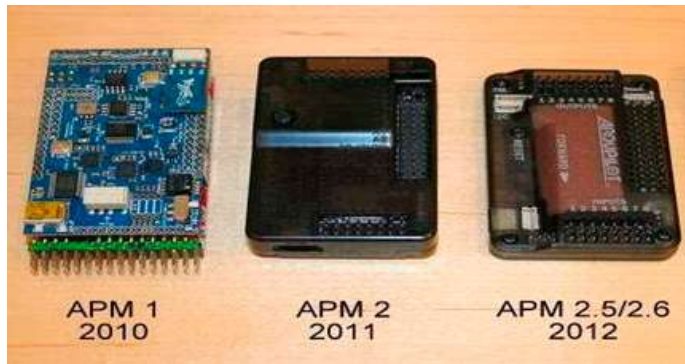
C

Source: (HAUAGGE, 2016)

In the image above you can see the Ardupilot Figure 14(a), Pixhawk Figure 14(b) and Thunder QQ Figure 14(c) controllers.

You can find two versions of Ardupilot or APM (ArduPilot Mega), with APM1 and APM2 shown in Figure 15. The two versions are similar, but the last version seen in Figure 15(c) is equipped with a larger number of sensors, it is smaller and does not require soldering of electrical components, it also has GPS built into the board. This device basically controls and processes all rover information, being the engine, sensor and processing all data necessary for piloting. (ANDRADE, 2012)

Figure 15: APM1 and APM2 Models



Source: (ARDUPILOT, 2013)

The Pixhawk controller shown in Figure 16, in turn, is a very complete model that provides the user with a wide database enabling many applications, being possible in the future if necessary a system upgrade, keeping the controller in the rover without needing to update the board. (BRAGA, 2018)

Figure 16: Pixhawk controller



Source: (ARDUPILOT, 2013)

This controller provides great qualities for the price it is sold, being a great cost benefit for projects, equipped with a good processor and a large amount of sensors, as well as GPS for automatic explorations, requiring the rover to be in an open position to help communication with the central. (BRAGA, 2018)

Figure 17: Thunder QQ Controller



Source: (HOBBYKING, 2020)

The Thunder QQ controller is most commonly used in designs with digital gyroscopes and self-stabilizing acceleration sensors. This device is mostly used in drones for its particular stabilization features. (HOBBYKING, 2020)

9.6.3. Engines

Although there is friction in the technical characteristics of the motors, the main types applied in remotely controlled vehicle systems are brushed and brushless motors being Brushless. Otto cycle engines have not yet been brought into this category of devices, due to their weight, vibration and the difficulty of applying this type of engine on the mobile robot platform. (HUGHES; DRURY, 2013)

These types of engines are very well applied in rovers because they offer high efficiency and reliability, so that they can reach high power. In DC (Direct Current) or direct current motors, for the work to be generated in the rotor coils, it must travel through the brushes and commutator, the continuous friction in the commutator polarities creates a loss of power reducing the total effectiveness that the engine can provide. (HUGHES; DRURY, 2013)

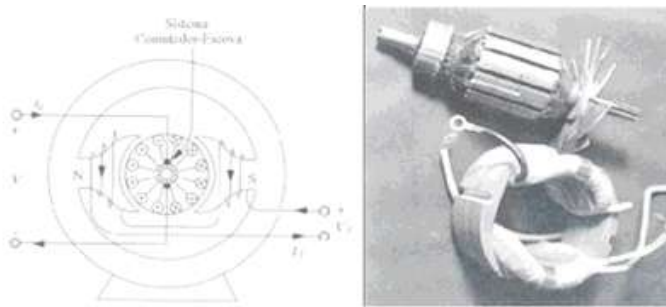
Figure 18: Brushed and brushless motors



Source: (SENAR, 2018)

The direct current (DC) motor is composed of the following structures:
Stator (Permanent magnet or field winding)
Rotor (Wrapped Winding)

Figure 19: 2-pole DC motor rotor and stator.



Source: (SPARTANO, 2006)

The rotor is made with an iron core and windings on the surface, the windings are placed in equal space between the two poles of the stator, so that when the conductors on one side are north, on the other side they will be south, making that the winding does not have a specific point. (SPARTANO, 2006).

Brushless motors use three poles for drive connection and speed control. These motors, also called asynchronous, have a speed range related to the current frequency. There is a great difficulty related to three-phase motors that are sometimes the need for soft starters to drive the motor, avoiding the high currents generated in the start. These devices help by providing the least amount of current possible for starters. Even if there are solutions, these motors have a high slip rate generated by the stator.(HUGHES; DRURY, 2013)

Figure 20: Induction Motor



Source: (DEMOLINARI, 2016)

In order to solve the existence of “slip” in the rotor, brushed motors have been increasingly applied in the market, for providing torque in a constant range and controlled speeds.

10. METHODOLOGY

The methodology of this work is the bibliographical documentary research along with the prototyping of the project, the type of approach chosen depends on the problem that is sought to be analyzed, which in this work is a qualitative approach, which is an investigative technique that analyzes the subjectivity of the object and its particularities.

Content research in this work will be carried out through scientific articles and journals, as cited by (CARLOS et al., 2002) is characterized as bibliographic research. Even though most of the studies require some work of this nature, there are several researches developed mainly through bibliographical sources.

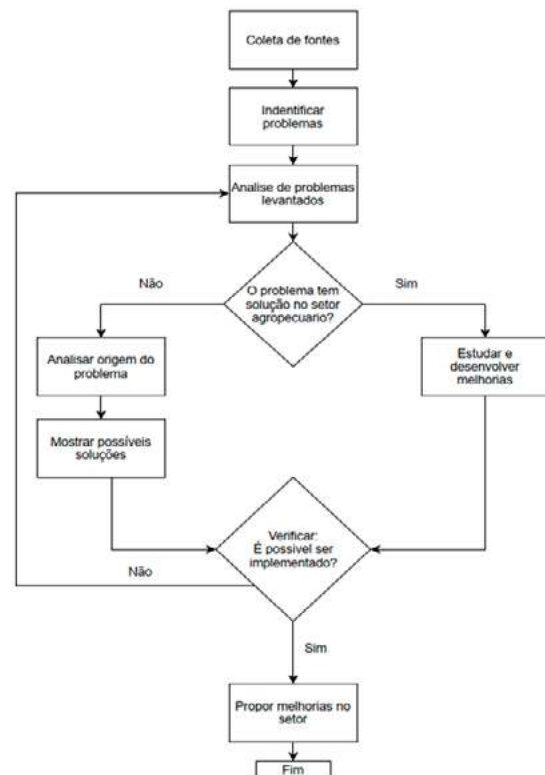
In this article there will also be documentary research, which according to (CARLOS et al., 2002) it is very similar to the bibliographic study. The main difference between them is in the nature of the sources, while bibliographic research uses research by several authors on a given subject very fundamentally, documental research is noted in materials that do not have analytical treatment, that is, they can be elaborated again with the objects of study.

Initially this project will use research articles, journals and publications on the behavior of the Brazilian agricultural sector, including the proportion in Brazil. Soon after, studies will be carried out on the use of information technologies in agriculture, directly related to Agriculture 4.0. In this way the concept of technology in the agriculture sector will be addressed the use of technological equipment used in the evolution related to the use of rovers.

Having knowledge of all the concepts mentioned, the growth of the agricultural sector, Agriculture 4.0 and the use of rovers in the agricultural sector, it will be possible to verify which impacts, both positive and negative, will result from this use. From this research, improvements can be seen in the entire agricultural sector, from the production of soy, alcohol and renewable energy.

In order to be able to develop the mentioned studies, the flowchart presented in Figure 21 serves as a basis for analyzing the process. This one is formed by seven stages and will be developed in other topics during the execution of the project. It will be searched from the exposed theories to the execution of the project so that it can obtain possible concrete results.

Figure 21: Methodological flowchart



Source: (STEFFEN, 2011)

10.1. Work Organization

This study begins with an introduction to the topic discussed, associating the use of 4.0 technologies in the agricultural sector, from which the relations of Agriculture 4.0 and the use of rovers in this sector are established. Objectives, general, specific, and justifications will be presented along with the methodological sequence of this study.

The work carried out is developed through a theoretical framework and presentation of results. The theoretical framework starts from the agricultural sector, serving as a base and knowledge of the use of information technologies in the sector, which is then conceptualized as agriculture 4.0, together with the use of rovers. In the presentation of the results observed, the impacts, whether positive or negative, all advantages and disadvantages that the use of Rovers can bring to the agricultural sector. The study ends with the appropriate conclusions and references used throughout.

11. CONCLUSION

Given the current demand that national agriculture has had, the growth of new technologies has expanded significantly, making it increasingly necessary to implement new ideas in the market aimed at the sector's growth.

Knowing the technological advances in Agriculture 4.0 and precision agriculture, the implementation of rovers in this market is of great advantage if used in great demand, being this a low cost device bringing high labor and data collection.

In this research, it can be observed that the term rover is quite comprehensive, being quite adaptable to the market that will be applied, as mentioned from rovers in space explorations, they are unmanned vehicles that can work twenty-four hours a day collecting information and data stipulated to be collected by the central. As these robots are completely autonomous and can make decisions by themselves, which the current existing controllers allow effectively and precisely. Also knowing that compared to large vehicles in terms of maintenance, in rovers it is minimal. Understanding the agricultural sector, it can be seen that if applied in precision agriculture, this unmanned vehicle can cause great impact and bring great benefits to field researchers. Even though the current market uses a lot of drones, the rover's differential is precisely that it is always very close to the data base and collection, being able not only to perform the same function as the drone, but if well worked, physically collect them.



REFERENCIAS



- ALBERTO, J. Crop Survey - Conab. Ministry of Economy, n. July, p. 2020, 2021.
- ANDRADE, RDN Creation of a Test Station for an Autonomous Micro-Helicopter. for. 1–131, Sept. 2012.
- ARCHILA-DIAZ, JF Design of a Rover for Precision Agriculture applications. for. 156, 2016.
- ARDUPILOT. Archived: Build Your Own Multicopter — Copter documentation. Available at: <<https://ardupilot.org/copter/docs/build-your-own-multicopter.html>>. Accessed on: June 20 2021.
- BRAGA, PPI Design of a quadricopter - An overview. [sl] Universidade Federal Fluminense, 2018.
- CARLOS, A. et al. How to forward a Pesqllisa? 4. ed. São Paulo: [sn].
- FROM THE WRITING. 40 years ago, man placed his first vehicle on the moon. Available at: <<https://veja.abril.com.br/ciencia/ha-40-anos-homem-colocava-primeiro-veiculo-na-lua/>>. Accessed on: June 20 2021.
- DEMOLINARI, HC Construction Project A Hexacopter Drone. for. 13–62, 2016.
- EMMI, L. et al. New Trends in Robotics for Agriculture: Integration and Assessment of a Real Fleet of Robots. TheScientificWorldJournal, vol. 2014, p. 404059, 2014.
- WERE VILEFORT, J. et al. Industry 4.0 in manufacturing: a bibliographic study. Belo Horizonte: [sn]. Available at: <<http://izabelahendrix.edu.br/congresso/anais/2020/engenharia/335-347-industria-manufatura.pdf>>. Accessed on: June 20 2021.
- HAUAGGE, TS The right future in Agriculture. for. 95, 2016.



REFERENCIAS



- **FORBES.** IMF Slightly Increases Brazil's Growth Forecast in 2021 to 3.7% - Forbes Brazil. Available at: <<https://forbes.com.br/forbes-money/2021/04/fmi-aumenta-ligeiramente-previsao-de-crescimento-do-brasil-em-2021-para-37/>>. Accessed on: June 20 2021.
- **HOBBYKING.** QQ Super Thunder - Multi-Rotor Flight Controller. Available at: <https://hobbyking.com/pt_pt/thunder-qq-super-multi-rotor-flight-controller-1.html?store=pt_pt>. Accessed on: June 20 2021.
- **HORUS.** Drone mapping: types of cameras used. Available at: <<https://horsaeronaves.com/mapeamento-com-drones-tipos-cameras-rgb-multiespectral/>>. Accessed on: June 20 2021.
- **HUGHES, A.; DRURY, B.** Electric Motors and Drives. [sl:yn].
- **LISBON, V.** Losses in the tourism sector reach nearly R\$90 billion, says CNC. Available at: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-06/perdas-no-setor-de-turismo-chegam-quase-r-90-bilhoes-diz-cnc>>. Accessed on: June 20 2021.
- **MASSRUHA, SMFS; LEITE, MA DE A.** Agro 4.0 – Towards Digital Agriculture. JC at Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizing Knowledge to Feed Brazil, p. 28-35, 2017.
- **MOREIRA, JM; ARCHILA, JF; BECKER, M.** Modeling and Analysis of CRAB and SHRIMP Rovers for use in agriculture. ABCM Symposium Series in Mechatronics. Annals...2014
- **NASA.** Spirit and Opportunity, Mars Exploration Rovers. for. 20, 2011.
- **NASA.** Mars 2020/Perseverance. [sl:yn]. Available at: <www.nasa.gov>. Accessed on: June 20 2021.
- **PIRES, L.** Robot Rover for Exploration of the Surrounding Environment, 2016.
- **PRUDKIN, G.; FABIO MARCELO BREUNIG.** DRONES AND SCIENCE: Theory and methodological applications. 1. ed. Santa Maria: [sn].
- **PURCHIO, L.** How agriculture was the only sector that grew during the pandemic | LOOK. Available at: <<https://veja.abril.com.br/economia/como-a-agropecuaria-foi-o-unico-setor-que-cresceu-durante-a-pandemia/>>. Accessed on: June 20 2021.
- **REHMAN, A.; SHAIKH, Z.** Smart Agriculture. In: Applications of Modern High Performance Networks. Junaid Ahm ed. [sl] Bentham Science Publishers, 2009. p. 120–129.
- **RESENDE, A. V et al.** Precision Agriculture in Brazil: Advances, Difficulties and Impacts on Soil Management and Conservation, Food Security and Sustainability. BRAZILIAN MEETING ON SOIL AND WATER MANAGEMENT AND CONSERVATION, 18., 2010, Teresina. New paths for conservation agriculture in Brazil: annals. Teresina: Embrapa Meio-Norte: Federal University of Piauí, 2010., p. 23, 21 dec. 2010.
- **RIBEIRO, JG; MARINE, DY; ESPINOSA, JWM** Agriculture 4.0: Challenges to Food Production and Technological Innovations. Production Engineering Symposium - Sienpro, p. 1-7, 2018.
- **SENAR** Precision Agriculture: drone operation. [sl:yn].
- **SIMÕES, M.; SOLER, LS; PY, H.** Technologies in the Service of Sustainability and Agriculture. SBCS Newsletter, v. 43, no. May-August, p. 1–8, Nov. 23 2017.
- **SPARTANO, MA** Brushless DC Motor: Operation and control. Campinas: [sn]. Available at: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/625.pdf>>. Accessed on: June 20 2021.
- **STEFFEN, RF** Analysis of the implementation of the Tax Credit Macroprocess as a cost reduction and tax revenue optimization tool. Porto Alegre: [sn].
- **THUEER, T. et al.** CRAB-Exploration rover with advanced obstacle negotiation capabilities. 2006
- **YABE, A. et al.** Sectorial Panoramas 2030: Sugar-Energy. National Bank for Economic and Social Development - BNDS, p. 107–121, 2017.