

APLICAÇÃO DE MACHINE LEARNING PARA DETECÇÃO DE OBJETOS UTILIZANDO DRONES – DA CIÊNCIA AO MERCADO

Ana Paula Teixeira Araujo De Freitas - anatreitas088@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Lyndon Jonhson Cabral Filho, Mayara Da Silva Leal - jonhson13@outlook.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Mayara Da Silva Leal - mayaraleal1028@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Calliandra Rochelle Fernandes Santiago- calliandra.rochelle@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Rafael Ferreira Mariano – rafael_ferreira.mariano@outlook.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Zulmara Virginia de Carvalho - zvcarvalho@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Resumo—Em virtude do cenário atual mercadológico apresentar grandes estatísticas de desenvolvimentos tecnológicos utilizando drones com machine learning, este artigo tem por objetivo apresentar a relevância desse dispositivo e implantá-lo no mercado através de uma inovação. Essa inovação atuaria no mapeamento de regiões em um tráfego rodoviário, visando reduzir acidentes no trânsito. A metodologia abordada foi embasada em conceitos de drones e machine learning. Esse aprendizado de máquina, utiliza a inteligência artificial para permitir que os drones tomem decisões a partir da decodificação de algoritmos padrões, tudo isso no intuito de se tornarem capazes de fazer previsões e atuarem de forma autônoma. A partir disso, podemos concluir avanços positivos no mercado científico-tecnológico e uma possibilidade de maior segurança no tráfego rodoviário.

Palavras-chave—Aprendizado de Máquina, Drone, Mapeamento por Imagem;

Abstract—Because the current market scenario presents large statistics of technological developments using machine learning drones, this article aims to present the relevance of this device and deploy it in the market through an innovation. This innovation would act in the mapping of regions in a road traffic, aiming to reduce traffic accidents. The approached methodology was based on drone and machine learning concepts. This machine learning utilizes artificial intelligence to allow drones to make decisions by decoding standard algorithms, all in order to be able to make predictions and act autonomously. From this we can conclude positive advances in the scientific-technological market and a possibility of greater safety in road traffic.

Keywords—Machine Learning, Drone, Image Mapping;

1. INTRODUÇÃO

Após grandes revoluções no mercado industrial e tecnológico, ficou cada vez mais evidente que as inovações do futuro estão associadas ao uso do Machine Learning. De acordo com o IDC, as empresas gastaram US\$ 12,5 bilhões em sistemas de IA em 2017. Esse é um aumento significativo de 59,3% em relação aos níveis de 2016, e os analistas dizem que as despesas continuarão a crescer em mais de 50% ao ano até 2020. Nesse ponto, a receita total da IA poderia subir para US\$ 46 milhões.

Utilizado como uma plataforma para analisar dados que possam automatizar a construção de modelos analíticos, o aprendizado de máquina vem se desenvolvendo cada vez mais no mercado, principalmente por conseguir englobar grandes áreas mercadológicas ao serem associados aos drones.

Inicialmente, os drones foram criados com o intuito de detectar objetos em imagens aéreas para fins bélicos, durante as guerras. Depois de amenizar esse período de conflito, a tecnologia “vant” (veículo aéreo não tripulado) passou a evoluir, com a adesão do machine learning, e ganhar espaço no comércio, atingindo o ramo do agronegócio, segurança pessoal, identificação facial, e até mesmo o cinematográfico.

Atualmente, o Brasil possui em torno de 720 empresas instaladas em seu território segundo o Jornal EmpresariALL, sendo considerado pela PricewaterhouseCoopers (PwC), o 15º maior mercado de drones no mundo, representando uma movimentação de até US\$ 75 milhões. (TOZETTO, 2016)

É evidente que esse dispositivo, de uma forma autônoma, agilize a coleta de informações e por isso é importante estudar tal mecanismo.

O objetivo principal deste artigo é mostrar a relevância dos drones com machine learning para o desenvolvimento científico-mercado e desenvolver técnicas para a detecção de todos os objetos relevantes em cada imagem adquirida e implantar essa tecnologia no mercado. Com a utilização de imagens aéreas obtidas por drones, nossa inovação se aplica na criação de aplicativos de segurança no trânsito, um desses aplicativos pode ser programado para detectar a distância entre dois veículos, sua função seria indicar ao motorista se ele está a uma distância segura do outro automóvel. Tudo isso visando a diminuição de acidentes no trânsito.

O projeto vai abordar aspectos teóricos e práticos das principais técnicas de detecção de objetos a partir de imagens aéreas, buscando vencer as barreiras do mercado e implementar essa tecnologia no comércio.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Machine Learning

O machine learning é um subcampo da ciência da computação que é capaz de analisar uma grande quantidade de dados por meio de cálculos que permitem que os computadores cheguem a previsões a partir da decodificação de algoritmos. (MAGNUS, 2018)

Muitas empresas já utilizam o machine learning para desenvolver seus negócios, otimizar processos e oferecer uma experiência melhor para seus consumidores. Elas precisam estar ligadas nas novidades relacionadas a inovação, e o machine learning é mais um item para se acompanhar de perto e estudar, independentemente do que se trata o seu negócio. (D'ANGELO, 2018)

Como o aprendizado de máquinas serve para amplos setores, o head de tecnologia e engenharia do Google Cloud, Fernando Teixeira, afirma que se pode estimar que “toda empresa nos próximos cinco anos será uma empresa de machine learning”. (MENDES, 2018)

B. Drones

Os drones são veículos aéreos não tripulados que tem diversas funcionalidades, usados tanto de maneira recreativa como de maneira profissional. Ele é manuseado a partir de um controle via rádio ou pode se mover de maneira autônoma com inteligência artificial (IA). São compostos normalmente de fibra de carbono e plástico para que sejam extremamente leves e tenham uma certa resistência, já as partes mais pesadas estão nos metais que se encontram nos parafusos, na bateria e nos motores. Geralmente possuem 4 braços conectados ao seu eixo que contém em sua extremidade pequenas hélices que sustentam o voo do dispositivo e em seu eixo ele é equipado com uma câmera de alta qualidade para captar melhores ângulos. (GARRET, 2015)

C. Technology Readiness Level (TRL)

A TRL é um modelo de medição do nível de maturidade tecnológica criado pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) utilizado para verificar em qual estágio de desenvolvimento se encontra as pesquisas científicas. Desse modo, ela tem 9 níveis que tem como objetivo estabelecer uma nova visão para o desenvolvimento tecnológico.

3. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa foram tomadas como base informações relacionadas ao machine learning e aos drones. Inicialmente foi realizada uma pesquisa a respeito da trajetória científico-tecnológica dos objetos de análise, focando na evolução dos métodos utilizados para obtenção de imagens aéreas, sua trajetória da bancada ao mercado e quais as alterações positivas que eles trazem na economia e destacar os seus mercados impactados. Desse modo, conseguimos analisar a estrutura de mercado tomando como base a movimentação de capital, a empresa líder na área e a expansão desse mercado pelo Brasil.

Após isso, verificamos as políticas de incentivo à indústria e como ela afeta o desenvolvimento científico tecnológico tanto do Brasil como da China, principal país de destaque na área de drones com machine learning e que, segundo o site da Espacenet, mais investe em produção de patentes nesse ramo. Como também a conjuntura da tríplice hélice brasileira e a prospecção tecnológica da pesquisa.

Por fim, foram feitos estudos referentes ao TRL, visando definir o nível de maturidade da pesquisa sobre *Detecção de Objetos em Imagens Aéreas Utilizando Aprendizado de Máquina* do professor Helton Maia Peixoto. A partir dela, pensamos em uma possível inovação no área de tráfego rodoviário para conseguirmos lançar a pesquisa no mercado.

4. O CENÁRIO CIENTÍFICO-MERCADOLÓGICO DO MAPEAMENTO DE IMAGENS

A. Trajetória científico-tecnológica do mapeamento por imagens

A necessidade de coletar dados, de uma forma mais ampla e ágil fez com que diversos pesquisadores buscassem estudar maneiras de captar imagens aéreas.

A primeira fotografia aérea foi feita pelo fotógrafo Gaspard Felix na França, em 1858, utilizando uma câmera fotográfica acoplada em um balão. Depois do pioneirismo de Felix, houve outras tentativas, como a do Arthur Batut, que na década de 1880 utilizou pipas para o experimento. No entanto, só no ano de 1903 obteve o primeiro avanço significativo nessa técnica, com o fotógrafo alemão Julius Neubronner, embasado na ideia de que era necessário diminuir as câmeras fotográficas com temporizadores e colocá-las em pombos correios. (SCHMIDT, 2010)

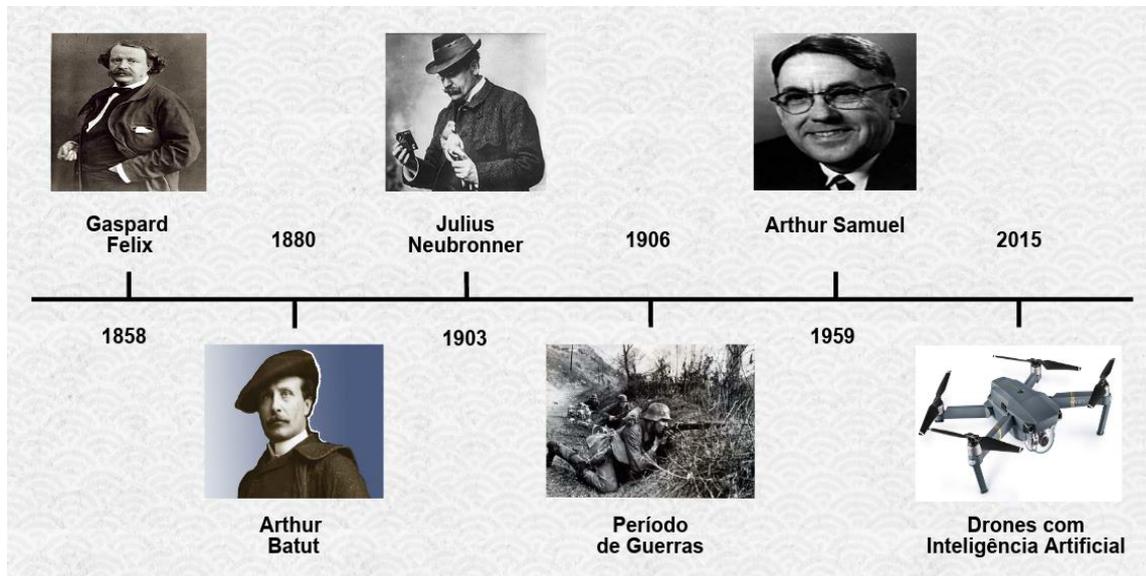
Após todos os experimentos citados, a maior evolução nesse seguimento ocorreu em 1906 com a iminência da chegada das guerras mundiais e da guerra fria. Isso se deu principalmente nesse período pois era primordial conseguir identificar bases inimigas e seus movimentos, para poder antecipar estratégias e ações. Nesse período foi notório a visibilidade do satélite e dos drones, ainda utilizados hoje em dia pois se aperfeiçoaram a nossa realidade contemporânea. (UBIRATAN, 2015)

Com base na trajetória histórica dos métodos capazes de capturar imagens aéreas, foi possível observar a necessidade de ampliar esse sistema, antes arcaico, para algo mais moderno. O objetivo principal era tornar a detecção de objetos de uma forma mais rápida contrapondo com a diminuição do serviço humano, para assim ser realizado através de máquinas.

Tudo começou quando o cientista da computação, Arthur Samuel, utilizando o pioneirismo da IA, em 1959 passou a trabalhar em um projeto que visava criar uma máquina autônoma, capaz de implantar um campo de estudo que fornecesse aos computadores a habilidade de aprender sem terem sido programados para tal. Assim foi criado por ele o termo “machine learning”. (SUN, 2016)

Após o advento da Internet houveram constantes evoluções, que ao chegar no século XXI já é visível a fabricação de drones com inteligência artificial. A sua automação e precisão adquiridas devido a IA trazem inúmeros benefícios, um deles é identificado no drone R1, fabricado pela Skydio, que conta com a função de sempre se posicionar corretamente para sempre capturar a melhor foto da ação que o operador está realizando. (NOGUEIRA, 2018)

Figura 1 - Infográfico da trajetória científico-tecnológica dos métodos para mapeamentos de imagens aéreas



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

B. Cenário Mercadológico

Atualmente, a empresa líder no mercado de drones civis e comerciais é a Dà-Jiāng Innovations Science and Technology, conhecida como DJI, hoje ela tem uma produção de, aproximadamente, 2 milhões de drones por ano, detentora de cerca de 70% das vendas deste tipo de equipamento em todo o planeta. A expansão dos negócios no Brasil culminou na inauguração da primeira loja oficial da DJI no país em janeiro de 2018. (SOUZA, 2019)

Já no Brasil, em 2017, a cadeia produtiva de drones no país movimentou R\$ 300 milhões, 50% a mais que no ano anterior. Hoje, já são mais de 700 empresas, aí incluídos fabricantes, importadores e fornecedores de componentes e serviços. (RODRIGUES, 2018). Segundo o site “The Observatory”, hoje em dia o país chega a exportar aproximadamente 32% e importar 26% de seus produtos de “Video Recording Equipment”, sendo em sua predominância uma economia exógena.

● EXEMPLOS DE MERCADOS IMPACTADOS

Segurança:

Com esse tipo de tecnologia será possível localizar mais facilmente automóveis roubados, na utilização do machine learning para verificar o tipo, a cor e a placa do carro roubado. Outra utilização seria na identificação de algum tipo de arma, além disso, a máquina também poderá identificar os padrões da roupa do assaltante e verificar a partir de câmeras sua localização.

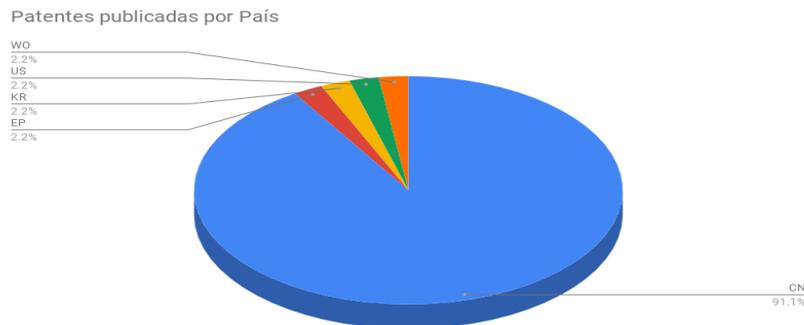
Agricultura:

O uso do drone com machine learning na agricultura pode ter diversas utilidades, focando na qualidade da colheita e do bem-estar dos animais. As imagens colhidas pelo drone podem fazer com que o machine learning chegue a uma previsão, verificando se a plantação está recebendo água adequadamente ou se há pragas. Ao que se refere ao bem-estar do animal, é possível identificar a quantidade de estresse do animal e prever sua suscetibilidade a doenças, ganho de peso e produção através de sua movimentação, postura, alimentação e bebida. (MATOS, 2019)

C. Prospecção tecnológica

A prospecção tecnológica nesta pesquisa, consiste em identificar os futuros desenvolvimentos científicos e tecnológicos de drones utilizando machine learning, para influenciar de forma significativa a indústria e a economia. Desta maneira, com os dados adquiridos no site Espacenet, podemos observar as patentes publicadas por ano, país, titulares e inventores.

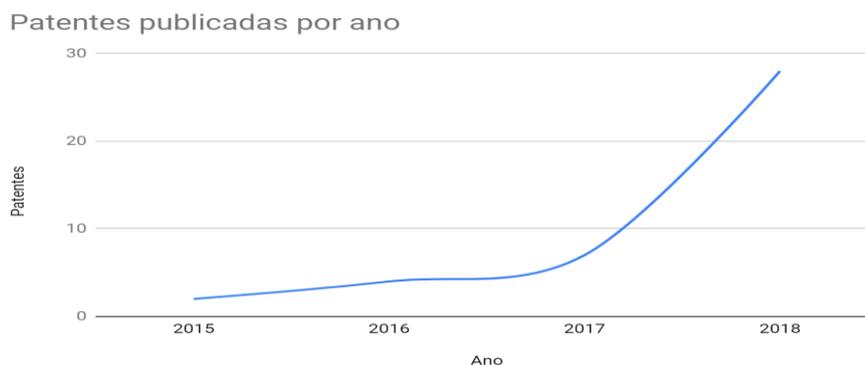
Figura 2 - Patentes publicadas por países referentes a utilização de Drones com Machine Learning para o mapeamento de imagens aéreas.



Fonte:Elaborado pelos autores (2019)

Com os dados adquiridos pelo gráfico referente a Figura 2, é possível observar que a China é o país que mais publica patentes nessa área. Esse fenômeno ocorre devido o país ter incentivado e investido pesado para que startups e grandes empresas desenvolvam tecnologias que assumam, eventualmente, parte das funções e alguns dos nossos talentos humanos de forma autônoma. No ano passado a CB Insights divulgou um relatório constando que em 2017 as startups de inteligência artificial chinesas consumiram 48% de todo o valor investido em startups de IA do mundo, como também em publicações relacionadas a deep learning, IA e machine learning, superando os EUA em investimentos pela primeira vez. Para análise, em 2016, a China estimava cerca de 11,3% desse investimento global. (MATSU, 2018)

Figura 3 - Patentes publicadas por ano referente a utilização de Drones com Machine Learning para o mapeamento de imagens aéreas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Levando em consideração os dados referentes ao gráfico da Figura 2, pode-se notar nessa área avanços significativos de 2015 à 2018. A largada em 2015 se deu principalmente devido o Facebook passar a utilizar o Deep Learning para marcar e reconhecer automaticamente os usuários em fotografias. Já no ano de 2017,

houve a adoção em grande escala do aprendizado profundo em várias aplicações empresariais e dispositivos móveis, além do progresso nas pesquisas (CHAGAS,2019). O aumento expressivo de patentes publicadas de 2017 a 2018 foi por consequência do alto investimento em inteligência artificial no ano passado. Segundo a empresa Gartner, o valor global de negócios derivados de Inteligência Artificial (IA) foi estimado em US\$ 1,2 trilhão em 2018, cifra que representa um aumento de 70% em relação a 2017.

• **BARREIRAS DE PROSPECÇÃO DOS MERCADOS**

Apesar dos drones juntamente com o aprendizado de máquina possuir grande impacto positivo em diversos mercados, no Brasil esse sistema sofre barreiras governamentais quando se tenta implantar essa tecnologia originalmente brasileira. Assim, contrapondo com a China, que embora tenha suas barreiras, ainda consegue se desenvolver e se tornar o país de maior destaque neste mercado. Por outro lado, ambos apresentam métodos de incentivo a ciência e a tecnologia com políticas de inovação industriais e desenvolvimento, as chamadas políticas de catching-up.

5. **Políticas de *catching-up* tecnológico**

Em relação às políticas industriais de inovação, o Brasil, adotou como objetivo incentivar a inovação em suas economias, abandonando parcialmente o discurso das políticas de catching-up e focando na forma de disseminação de melhores práticas, a partir da abertura econômica e a atração de investimento estrangeiro direto. Assim como no Brasil, a China funciona da mesma maneira, contudo ela consegue se sobressair nesse mercado. Isto acontece por razão que os dois países contam com uma estrutura de governança e modelo de definição de prioridades e alocação de recursos diferentes. Enquanto no Brasil o comando é pulverizado entre diversos órgãos, onde não há definição clara nem a priorização das escolhas consideradas estratégicas, a China, é o oposto: nela há a centralização do comando de políticas de inovação, com objetivos claros e bem determinados que fazem com que o país forme políticas de inovação mais efetivas que a do Brasil. (CÉSAR ARAÚJO, 2011)

Na atual conjuntura, com a criação do Plano Brasil Maior – PBM, o governo federal estabeleceu sua política industrial, tecnológica, de serviços e de comércio exterior para o período de 2011 a 2014. Tal estratégia estabeleceu como foco o estímulo à inovação e à produção nacional, considerando a grande importância desses aspectos para o desenvolvimento econômico e social. Além disso, o PBM atua em uma pequena articulação com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), a responsável por apresentar a importância do conjunto ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento do país (VIDIGAL, 2016)

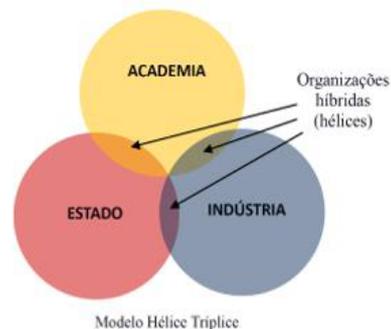
Embora o Brasil apresente políticas que incentivam o desenvolvimento científico-tecnológico, ele não consegue levar adiante as pesquisas para o setor mercadológico. Essa falha conexão entre universidades, institutos onde mais produzem ciência, com a indústria se dá principalmente devido a estrutura da tríplice hélice brasileira.

Figura 4 - Modelo de tríplice hélice brasileiro



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 5 - Modelo de tríplice hélice ideal



Fonte: Joomla

O modelo ideal de tríplice hélice seria o que os três órgãos, a academia, a indústria e o estado, fossem mais independentes, contudo eles trabalhariam em conjunto em prol do crescimento do país em ciência, tecnologia e inovação. Entretanto, o modelo de tríplice hélice atual brasileiro não funciona dessa maneira. No Brasil, além dos outros dois setores dependerem significativamente do estado, o elo entre a academia e a indústria é mínimo, o que torna difícil as pesquisas avançarem para o mercado e desenvolver suas tecnologias.

6. Da Ciência aos Negócios Tecnológicos

A. Estudo de caso da pesquisa de Detecção de Objetos em Imagens Aéreas Utilizando Aprendizado de Máquina

Para desenvolver o artigo tomamos como base a pesquisa do professor da UFRN, Helton Maia Peixoto, que tem como objetivo monitorar a distância entre veículos em rodovias. Entretanto, ela ainda se encontra em fase de testes, iniciando suas atividades de mapeamento apenas nas áreas da UFRN. Devido seu atual estágio, seu nível de maturidade se encontra no Technology Readiness Level 3 (TRL 3). Pesquisas que estão nesse nível passam por estudos analíticos e laboratoriais para verificar se a tecnologia está viável para prosseguir ao próximo nível de maturidade tecnológica. (PALAZZO, 2018)

B. Estratégia de Transbordamento da Pesquisa Científica na Economia

Para embasar nossa pesquisa, focamos a princípio em drones, por possibilitar o mapeamento de área de uma forma ampla e autônoma, além dele ter uma demanda cada vez maior no mercado. Por isso, nossa pesquisa buscou trabalhar na junção do drone com o machine learning. Esse sistema atuaria na área do tráfego rodoviário no intuito de manter a segurança no trânsito e um melhor monitoramento da polícia rodoviária federal.

O drone juntamente com o machine learning detectaria a distância entre dois veículos e passaria essa informação ao motorista por meio de um aplicativo disponível para celular. Essa informação apontaria dados indicando se ele está a uma distância segura ou não do outro veículo. Caso esteja a uma distância perigosa, o aplicativo alertará de forma oral para o condutor reduzir sua velocidade. Outras funcionalidades adicionais que ele poderia fornecer seria de informar ao motorista as regiões com maior fluxo de automóveis e locais com maior índices de acidentes. O primeiro com o intuito de evitar maiores congestionamentos e o segundo para que o condutor fique alerta ao andar por esse local.

Inicialmente esses drones ficariam localizados em áreas com alta tendência de acidentes e em rodovias mais movimentadas, podendo no futuro ser expandido para mais locais da região. Esse sistema daria à polícia rodoviária federal um aumento das áreas de fiscalização e um controle maior do tráfego. Para que tenha uma adesão populacional maciça dessa inovação, o não cumprimento de uma distância segura entre dois veículos ocasionaria em uma multa, com o intuito de reduzir o número de acidentes pela condução imprudente no trânsito.

Levando em consideração as barreiras de governo para implantar essa tecnologia no mercado, por falta de orçamentos, buscaríamos criar uma Startup para transferir essa inovação de pesquisa à tecnologia e implementá-la no mercado. Inicialmente tentaríamos conseguir um suporte em uma incubadora da UFRN para a empresa obter apoio técnico, logístico, mercadológico, administrativo e ainda formação suplementar para empreender. Depois de receber essa assistência durante todas as etapas iniciais do processo, como a criação do aplicativo, e desenvolvida a tecnologia, teríamos condições de, já com uma empresa mais sólida, empreender e introduzir a inovação no mercado.

7. Considerações Finais

Levando em consideração os aspectos anteriormente analisados, podemos concluir que a utilização de machine learning com drones movimentam significativamente a economia do mercado científico-mercadológico, além de trazer grandes avanços na tecnologia com inovações.

Outro fator importante é que ambos podem ser utilizados para várias finalidades por impactarem diversos mercados. A título de exemplo, os mercados que mais se apropriam dessa tecnologia são os de segurança, agricultura e cinematográfico. Entretanto, nossa inovação foi criada para o mercado de tráfego rodoviário. Para

nos fundamentarmos, nos embasamos na pesquisa do professor Helton Maia Peixoto - *Deteção de Objetos em Imagens Aéreas Utilizando Aprendizado de Máquina*.

Em virtude do projeto do Peixoto estar no nível de maturidade tecnológica 3, considerado o nível de probabilidade alta para adentrar ao “Vale da morte”, nossa inovação buscou em aprimorar esse projeto e tentar implementá-lo no mercado.

A princípio, nossa pesquisa focou em aplicar drones com machine learning para mapear regiões de grande fluxo de veículos e regiões com maiores índices e probabilidades de acidentes nas rodovias. Essa inovação atuaria para medir a distância entre veículos e determinar qual seria a distância segura entre os automóveis. Dessa forma, garantiria uma melhor fiscalização da polícia rodoviária federal e por meio de um aplicativo, o motorista saberá em tempo real o limite de sua distância segura.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Cristian Machado de. Machine Learning: Conheça um pouco mais sobre o "aprendizado de máquina" e algumas de suas aplicações. 2019. Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/17982-machine-learning-conheca-um-pouco-mais-sobre-o-aprendizado-de-maquina-e-algumas-de-suas-aplicacoes>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

EMPRESARIALL, Jornal. Brasil reúne 720 empresas de drone mesmo sem regulamentação da ANAC. 2017. Fonte: MD Assessoria & Comunicação. Disponível em: <<https://www.jornalempresariall.com.br/noticias/gerais/brasil-reune-720-empresas-de-drone-mesmo-sem-regulamentacao-da-anac>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

TOZETTO, Claudia. Chinesa DJI amplia apostas no Brasil. 2016. Disponível em: <<https://link.estadao.com.br/noticias/empresas,chinesa-dji-amplia-apostas-no-brasil,10000055426>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

MAGNUS, Tiago. O que é machine learning e como funciona? 2018. Disponível em: <<https://transformacaodigital.com/o-que-e-machine-learning-e-como-funciona/>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

D'ANGELO, Pedro. O que é machine learning e como as empresas usam essa tecnologia. 2018. Opinion Box. Disponível em: <<https://blog.opinionbox.com/machine-learning/>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

MENDES, Alexandre. Máquinas que aprendem, mas que coisa esquisita, não?. 2018. Ti Especialista desenvolvendo ideias. Disponível em: <<https://www.tiespecialistas.com.br/maquinas-que-aprendem-mas-que-coisa-esquisita-nao/>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

GARRETT, Filipe. Como funciona um drone? Entenda a tecnologia por trás desses robôs. 2015. TechTudo. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/04/como-funciona-um-drone-entenda-tecnologia-por-tras-desses-robos.html>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

SCHMIDT, Tiago. História da Fotografia Aérea. 2010. Disponível em: <<https://tiagoschmidt.wordpress.com/2010/01/12/historia-da-fotografia-aerea/>>. Acesso em: 13 mar. 2019

UBIRATAN, Edmundo (Comp.). A origem dos vant. 2015. Disponível em: <https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/origem-dos-vant_1907.html>. Acesso em: 23 fev. 2019.

SUN, Daniel. A quarta revolução industrial: uma cartilha sobre Inteligência Artificial (IA). 2016. Blog Posts - EUNERD. Disponível em: <<https://blog.encontreumnerd.com.br/a-quarta-revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-uma-cartilha-sobre-intelig%C3%Aancia-artificial-ia-fc71d055bfc4>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

NOGUEIRA, João Gabriel. Skydio revela o R1, seu drone capaz de voar sozinho e filmar seguindo o usuário. 2018. Mundo conectado. Disponível em: <<https://mundoconectado.com.br/noticias/v/4871/skydio-revela-o-r1-seu-drone-capaz-de-voar-sozinho-e-filmar-seguindo-o-usuario>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

SOUZA, Mario Augusto. OS MELHORES DRONES DO MUNDO PARA FOTOGRAFIA E FILMAGEM AÉREA. 2019. Ksoutra. Disponível em: <<https://ksoutra.com/tecnologia/melhores-drones-do-mundo/>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

RODRIGUES, Lino. Indústria de drones movimenta R\$ 300 milhões no Brasil: Com aplicações em diversas áreas, setor cresce 50% por ano no país e estimula empresas nacionais a estrangeiras a desenvolver novas tecnologias para os aparelhos. 2018. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/05/17/internas_economia,959372/industria-de-drones-movimenta-r-300-milhoes-no-brasil.shtml>. Acesso em: 15 abr. 2019

O OBSERVATÓRIO. EOC: The Observatory. 2017. O Observatório da Complexidade Econômica é uma ferramenta que permite aos usuários compor rapidamente uma narrativa visual sobre os países e os produtos que trocam. Disponível em: <<https://atlas.media.mit.edu/en/resources/data/>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

MATOS, David. Aplicações e Técnicas de Machine Learning na Agricultura. 2019. Ciência e Dados. Disponível em: <<http://www.cienciaedados.com/aplicacoes-e-tecnicas-de-machine-learning-na-agricultura/>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

ESPACENET. Patent search. 2017. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP>. Acesso em: 26 jul. 2019.

MATSU, Carla. O que a China tem feito para ser referência em inteligência artificial. 2018. COMPUTERWORLD. Disponível em: <<https://computerworld.com.br/2018/07/04/o-que-china-tem-feito-para-ser-referencia-em-inteligencia-artificial/>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

CHAGAS, Edgar Thiago de Oliveira. DEEP LEARNING E SUAS APLICAÇÕES NA ATUALIDADE. 2019. Núcleo do conhecimento. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/administracao/deep-learning#post-29451-footnote-20>>. Acesso em: 03 ago. 2019

INFORCHANNEL. Inteligência Artificial chegará a US\$ 1,2 trilhão em negócios em 2018. 2018. Disponível em: <<https://inforchannel.com.br/2018/05/14/inteligencia-artificial-chegara-a-us-12-trilhao-em-negocios-em-2018/>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

CÉSAR ARAÚJO, Bruno. POLÍTICAS DE INOVAÇÃO E SUAS INSTITUIÇÕES NO BRASIL E NA CHINA. 2011. Ipea. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/111108_radar16_3_cap7.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019..

VIDIGAL, Tayna. Incentivos práticos da política de inovação brasileira. 2016. Disponível em: <<https://taynavidigal.jusbrasil.com.br/artigos/311632612/incentivos-praticos-da-politica-de-inovacao-brasileira>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

PALAZZO, José. Nível de Prontidão Tecnológica (Technology Readiness Level – TRL). 2018. Disponível em: <<https://www.palazzo.pro.br/Wordpress/?p=5394>>. Acesso em: 26 jul. 2019.