

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, O MOTOR A VAPOR DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Luis Gustavo Andreani Barros¹

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
88040-900 – Florianópolis – Santa Catarina

Marconi Borba Mondo²

Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
88040-900 – Florianópolis – Santa Catarina

Resumo: Há 36 anos, a *International Business Machines* (IBM) lançava o IBM PC 5150, que popularizaria o computador pessoal. Em 1994 era a vez do Simon, primeiro *smartphone* da história, dispositivos indispensáveis hoje em dia, e em 2011 lançou o sistema cognitivo Watson capaz de interpretar dados não estruturados auxiliando companhias em processos de decisões. Este exemplo da IBM é só um dos rápidos desenvolvimentos tecnológicos ocorridos nos últimos anos, sendo que estas novas tecnologias já vêm causando transformações no ambiente de trabalho e na vida social. Dentro deste contexto tem-se a inteligência artificial com promessas como minimização de erros, maior integração de sistemas e aumento de vendas. Porém tão importante quanto questionar aplicações técnicas é questionar os impactos no modo de se viver causados por esta inteligência capaz de fundir-se com outras tecnologias, obscurecendo a interpretação de físico, digital e vida. Para isto este artigo introduz o contexto em que surge a inteligência artificial, expõe-se o alcance desta tecnologia e então analisa os principais impactos relacionados a aplicação da mesma.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Tecnologia, Aprendizado de Máquina.

Abstract: 36 years ago, the *International Business Machines* (IBM) was launching IBM PC5150, which would popularize the personal computer. In 1994, it was Simon's turn, the first smartphone in history, nowadays an indispensable device. In 2011, IBM was launching Watson, a cognitive system able to interpret unstructured data, and thus help companies in decision processes. The IBM example is just one in many of the fast technological development occurred in the last few years, which is leading to some changes at workplaces and social life. Within this context, the artificial intelligence emerges with promises such error minimization, better systems integration and sales increase. However, as important as considering technical applications is to question the impacts in the way of living caused by this intelligence capable of linking with other technologies and thus blurring the definitions of physical, digital and life. In this context, this paper introduces the background in which artificial intelligence arise, exposes the reach of this technology and then analyzes the main impacts related to its application.

Keywords: Artificial Intelligence. Technology. Machine Learning.

¹ Graduando em Engenharia Mecânica – lgandreani@gmail.com

² Graduando em Engenharia Mecânica – marconi.bmondo@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Abordada inicialmente por Alan Turing em 1950, a inteligência artificial (IA) não é algo novo para o público geral, sendo bastante presente em filmes de ficção científica como Star Wars e Iron Man. Porém, o conceito real de IA, assim com os desenvolvimentos advindos desta tecnologia muitas vezes ainda apresentam alguma nebulosidade.

Do sonho à realidade

Em 1956, na conferência de Dartmouth, foi onde cientistas começaram a utilizar o termo inteligência artificial ao se referir a máquinas complexas o suficiente para possuírem as mesmas características da inteligência humana, isto é, capazes de receber estímulos externos, raciocinar e resolver problemas – estas são conhecidas como IA genérica – e a partir de então esta tecnologia tem crescido bastante apresentando grandes avanços a partir de 2015. Apontam-se esses avanços a dois principais fatores:

- I. A capacidade computacional está crescendo a uma taxa exponencial. Nunca se desenvolveu tanta tecnologia, basta analisar algumas linhas do tempo de inovações para perceber que se reduziu o intervalo entre lançamentos de grandes produtos no mercado. Analisando o desenvolvimento de transistores, Gordon Moore, cofundador da Intel, idealizou em 1965 a Lei de Moore a qual prediz que a capacidade de processamento duplica em um período de 18 meses, mantendo-se um mesmo custo de fabricação.
- II. A disponibilidade de dados gerados também apresenta um crescimento exponencial. A partir de 1970 com a revolução da informação e a chegada da internet, possibilitou-se a criação e compartilhamento de dados gerando um acúmulo imenso de informações, advindos da rotina de navegação de indivíduos e rastro digital deixados na internet, muitas vezes sem perceber. Esta base de dados gerada permite a criação de modelos que caracterizam e antecipam a dinâmica de sistemas, tecnologia a qual ficou conhecida como *Big Data*.

Estes dois fatores possibilitaram o desenvolvimento dos sistemas analíticos a partir do método de aprendizado de máquina (AM), do inglês *machine learning*, fazendo com que máquinas adquiram compreensão de fatores para os quais não foram explicitamente programadas. O AM consiste a uma cadeia de algoritmos que aprendem iterativamente

através de uma varredura, em busca de padrões em grande quantidade de informações, compreendendo como executar certa tarefa, eliminando a necessidade da implementação de um software com instruções específicas para cumprimento de uma atividade em particular e permitindo inclusive a determinação e/ou predição acerca de variáveis ou efeitos associados a essa tarefa que podem levar a máquina a melhores tomadas de decisões e ações inteligentes em tempo real sem a intervenção humana.

É um erro pensar em aplicações de aprendizado de máquina como robôs ou simplesmente máquinas físicas, muitas aplicações atuais do deste método não saem do ambiente virtual, como serviços de detecção de *spam*, sistemas de detecção de fraudes e análise preditiva em sistemas de recomendação em serviços como o da Amazon e da Netflix.

Sendo um ramo do AM, a aprendizagem profunda (AP), do inglês *deep learning*, é inspirada no conhecimento das redes neurais do sistema nervoso central e funciona com base na exposição de um grande aporte de dados a um número elevado de camadas discretas – o termo “profundo” do AP refere-se a grande quantidade de camadas de análise – onde cada camada analisa um aspecto destes dados e atribui um valor à informação analisada, criando um vetor de probabilidades para cada dado. As aplicações da aprendizagem profunda, em pleno desenvolvimento, conseguem ser bastante úteis para o conforto e bem-estar do ser humano, tendo como exemplos o reconhecimento de voz de assistentes digitais como Siri e Cortana, sistemas acoplados a *wearables*³ de detecção e monitoramento de doenças como o câncer.

Um exemplo que mostra o potencial da inteligência artificial e da aprendizagem profunda foi o evento *AlphaGo versus Lee Sedol* realizado pelo Google no ano passado onde um supercomputador, denominado AlphaGo, derrotou quatro vezes em cinco jogos o campeão mundial de Go, Lee Sedol. O jogo em questão fora escolhido por ser particularmente desafiante para computadores. O objetivo do jogo é cercar as peças do oponente posicionando as peças em um tabuleiro de 19×19, o que gera inúmeras opções de jogada a serem computadas. Para chegar a este ponto o sistema analisou 30 milhões de movimentos e realizou 494 jogos com outros computadores. Mais recentemente, em outubro deste ano, foi introduzido como evolução do projeto o AlphaGo Zero, capaz de vencer o jogo sem quaisquer dados externos do conhecimento humano. Apenas com as regras do jogo e três dias de aprendizagem, simulando jogos contra si mesmo, o AlphaGo Zero foi capaz de derrotar a

³ Também chamados de “tecnologias vestíveis”, são dispositivos tecnológicos que podem ser utilizados pelos usuários como peças de vestuário, como o relógio inteligente.

versão anterior. Isso demonstra o potencial que a inteligência artificial tem para achar soluções que humanos não seriam capazes, chegando a níveis sobre-humanos.

A AP também permitiu a criação de *chatbots*⁴ como Xiaolce desenvolvido pelo Bing e Tay desenvolvida pela Microsoft – Xiaolce foi lançado na China, enquanto Tay foi lançado nos Estados Unidos. Feitos para conversar com pessoas através de redes sociais, os *chatbots* aprendiam conforme interagiam com os usuários, a Xiaolce comunicava-se de maneira orgânica e agradável, tornando-se um viral dentro de 72 horas. Tay, no entanto, em menos de 24 horas apresentava comportamentos inapropriados, como racismo, xenofobia e demonstrações de ódio, sendo apontada como causa deste distúrbio a maior liberdade de expressão nos EUA. Na China o governo controla a internet censurando certos tipos de comportamento, enquanto nos Estados Unidos os jovens puderam expor ideias controversas que foram assimiladas pelo programa sem quaisquer filtros. Nesta experiência ficou claro que há dois fatores importantes para o desenvolvimento da IA: primeiro, que a cultura influencia o modo como interagimos com essa tecnologia e, segundo, evidenciou-se a necessidade de ensinar conceitos morais a máquinas ou robôs dotados de inteligência artificial.

A esta altura nos é tentador acreditar que a inteligência artificial pode realizar qualquer tarefa, porém especialistas designam estas tecnologias como inteligência artificial estreita (IAE) as quais realizam tarefas de cunho específico, em muitas vezes melhor de a capacidade humana. Com os desenvolvimentos acentuados e os fatores exponenciais, o cenário em que chegamos a uma inteligência artificial geral (IAG), como um dia sonharam seus idealizadores, é cada dia mais concreto.

2 QUARTA REVOLUÇÃO

O termo Revolução Industrial refere-se a períodos de grandes e abruptas mudanças tecnológicas, econômicas, sociais e culturais motivadas sobretudo pela incorporação de novas tecnologias. Tais mudanças afetam significativamente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos.

De acordo com historiadores modernos, houve na história da humanidade três grandes revoluções industriais: a Primeira veio com as ferrovias e a invenção das máquinas movidas a vapor, entre 1760 e 1840. A Segunda ocorreu entre os séculos 19 e 20, quando diversas invenções como telefone, rádio e automóveis passaram a ser produzidas e comercializadas. A

⁴ *Softwares* que rodam dentro de aplicativos de mensagens, comunicando-se de forma semelhante a um humano.

Terceira, logo após a segunda guerra mundial, usou a eletrônica e a tecnologia da informação para automatizar a produção.

Muitos teóricos acreditam que estamos vivenciando hoje uma época de grande transição, ainda mais severa do que as outras e que mudará o mundo como conhecemos nas próximas décadas: a Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, que tem como motor impulsor tecnologias disruptivas como a nanotecnologia, impressão 3D e principalmente a inteligência artificial, e traz consigo uma tendência à automatização total das fábricas.

Segundo Klaus Schwab, diretor executivo do Fórum Econômico Mundial e autor do livro “A Quarta Revolução Industrial” publicado em 2016, há três razões pelas quais as mudanças que vêm ocorrendo representam a chegada da Quarta Revolução Industrial e não uma extensão da Terceira: a velocidade, o alcance e o impacto nos sistemas. De fato, a velocidade atual dos avanços tecnológicos nunca foi vista na história da humanidade: enquanto a evolução das revoluções industriais anteriores seguia a ritmo linear, a velocidade da Quarta é exponencial, interferindo em quase todas as indústrias de todos os países. A amplitude e a profundidade dessas mudanças anunciam a transformação de sistemas inteiros de produção, gerenciamento e governança.

A IA como tecnologia impulsora da Quarta Revolução

A inteligência artificial torna as máquinas capazes de interpretar sinais, sejam eles escritos, visuais ou sonoros, e responder a estes sinais de forma adequada, estas características quando empregadas na indústria possibilitam inúmeras aplicações. A indústria automobilística, uma das mais tradicionais do mundo, é também uma das que mais aplica novas tecnologias a sua linha de produção e seus produtos.

Não é difícil associar uma linha de montagem automotiva a robôs antropomórficos e abastecimento de insumos automáticos e outros processos de automação. O *Big Data*, a inteligência artificial e aprendizado de máquina, associados a Internet das Coisas e ao *Blockchain*⁵ – combinação que traz confiabilidade ao processo de transação financeira por ser auditável – traz um novo panorama ao setor, ampliando o acesso e os tipos de dados que podem ser analisados e, por conseguinte, aumentando a sofisticação das conclusões obtidas, gera-se uma indústria conectada ao longo de toda sua cadeia de suprimento capaz de aplicar as melhores soluções estratégicas de acordo com o requerido. Ao gerar um pedido, o sistema central já verifica o nível do estoque e caso necessário já realiza o pedido ao fornecedor, na

⁵ A tecnologia de *Blockchain*, desenvolvida para as transações de Bitcoin, é um sistema de contabilidade, sem controle central, que permite a realização e registro de operações financeiras de forma confiável e compartilhada.

chegada à fábrica o material já é inspecionado com o auxílio de um sistema de reconhecimento de imagem, indo para a produção, onde os dispositivos com tecnologia S.M.A.R.T. (*Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology*), conectados à internet são combinados, automatizando o fluxo de produção, com redução de custos e de tempo nos processos, sendo entregue ao cliente em menor prazo e alta qualidade.

Permite também os já conhecidos carros autônomos que apresentam um uso cada vez mais intensivo de softwares e sistemas computacionais de bordo, como sintetizou Bill Ford durante o evento *South by Southwest 2017*, quando afirmou que “as montadoras precisam mudar e virar fábricas de softwares. Esse é o nosso futuro”.

Na agricultura de precisão a fusão entre sensoriamento, mapeamento e inteligência artificial permite processar de forma eficiente a elevada quantidade de informações coletadas no processo, o que possibilita, por exemplo, o correto cálculo de fertilizante baseado em múltiplas variáveis, auxiliando o produtor rural nas tomadas de decisão.

Até mesmo no campo da mineração a IA já pode ser utilizada na busca por depósitos de minerais que tornem o processo de exploração rentável através de dados geológicos de regiões não mineradas. Além de equipamentos autônomos como furadeiras e sistemas de transporte.

Outra grande aplicação está relacionada ao projeto de produto, onde a IA permite a identificação de possíveis clientes e então captar os desejos desses clientes com relação ao produto. O trabalho de marketing pode ser aperfeiçoado com conclusões obtidas por IA – como disposição de anúncios, sugestões de produtos – avaliação e controle da utilização de matéria prima, custos de produção, impactos ambientais e uma infinidade de possibilidades.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em colaboração com a Universidade de Lancaster, desenvolveu o KEOHPS, um sistema especialista que se utiliza de IA para projetar sistemas hidráulicos aplicando conceitos de Engenharia Simultânea, levando em consideração características de outras áreas, como manutenção, treinamento e marketing. Dentre as funções do sistema tem-se a geração automática de possíveis circuitos hidráulicos, ordenação preliminar das possibilidades de circuitos baseada em atributos gerais, cálculos de potência e dimensões básicas e documentação em HTML.

3 IMPACTOS

Depois de povoar o imaginário de entusiastas da tecnologia e fãs de filmes de ficção científica por décadas, hoje a inteligência artificial é uma realidade e tem estado cada vez

mais presente na vida das pessoas de forma direta ou indireta. Conseqüentemente, o emprego dessa tecnologia traz consigo impactos também reais, sejam eles positivos ou negativos.

Como a IA pode impactar positivamente a vida das pessoas?

A capacidade de máquinas dotadas de inteligência artificial replicarem habilidades dos seres humanos traz vantagens claras para o seu uso e algumas das muitas aplicações existentes hoje já foram discutidas no decorrer do texto. Não foi discutido, no entanto, o produto final da utilização dessa nova tecnologia: afinal, como a aplicação da IA pode melhorar a vida do ser humano?

Os robôs inteligentes estão aos poucos libertando o ser humano de trabalhos tediosos, repetitivos e muitas vezes perigosos. Um dos grandes exemplos nesse sentido é o caso da soldagem robotizada. O processo manual de soldagem é extremamente perigoso ao corpo humano, uma vez que a fumaça oriunda de metais e revestimentos pode causar graves doenças. Alguns produtos contêm chumbo ou amianto, e a exposição a estas substâncias pode causar enfisema, doenças pulmonares e até mesmo insuficiência renal e câncer. Além disso, o processo de soldagem gera muito barulho e calor intenso. O ambiente ruidoso pode causar perda auditiva parcial ou até mesmo total do soldador enquanto o calor pode causar queimaduras e exaustão pelo calor. Com a automatização do processo de soldagem através da IA, vem sendo reduzido o número de pessoas expostas a tais condições.

Robôs inteligentes conseguem analisar e organizar grandes quantidades de dados muitas vezes em questão de segundos e a realização dessas atividades no lugar de seres humanos pode tornar as pessoas mais eficientes no trabalho. A maioria dos trabalhadores do conhecimento estão sempre sobrecarregados por tarefas morosas e repetitivas que exigem muito mais serviço braçal do que intelectual. A IA tem o potencial de ajudar as pessoas a conseguirem muito mais em seu horário de trabalho.

Hoje já existem diversas frentes de pesquisa que buscam fazer da IA uma ferramenta para auxiliar no monitoramento e preservação do meio ambiente. Não obstante, diversas aplicações da inteligência artificial em outras áreas também se traduzem em um impacto ambiental positivo.

É sabido que resíduos sólidos industriais constituem uma das principais formas de degradação do meio ambiente. A IA torna a atividade industrial muito mais eficiente em termos de produtividade: há um número menor de falhas durante os processos de fabricação, gerando uma quantidade significativamente menor de resíduos industriais.

Impactos negativos e riscos à humanidade

Quando se pensa em IA e os possíveis impactos negativos do avanço da ciência nessa área, dois riscos são normalmente lembrados: o desemprego de milhões de pessoas ocasionado pela total automatização das linhas de produção em fábricas e a possibilidade de robôs inteligentes rebelarem-se contra seus criadores, tornando os seres humanos seus inimigos.

De fato, inúmeros estudos vêm mostrando que o processo de automação impulsionado pela IA coloca em risco parcela significativa dos empregos hoje existentes, desde trabalhadores de fast-food a contadores e advogados. Um estudo realizado pela CB Insights mostra que nos próximos cinco a dez anos, 10 milhões de empregos correm o risco de desaparecer, número superior a quantidade de empregos perdidos durante a crise econômica mundial de 2008. Um outro estudo realizado pelo Banco Mundial traz resultados ainda mais preocupantes. De acordo com o presidente do banco, Jim Yong Kim, 50% a 65% de todos os trabalhos existentes nos países emergentes serão eliminados pela inteligência artificial.

É importante destacar, no entanto, que a realidade tem mostrado algo diferente: pesquisadores da Capgemini realizaram pesquisas em 1000 organizações que implementaram sistemas baseados em inteligência artificial e descobriram que a IA está criando empregos em 4 a cada 5 empresas. Portanto, a tarefa de engenheiros e pesquisadores da área de IA não deve ser tentar preservar os empregos antigos, algo que dificilmente ocorrerá, mas sim utilizar essa tecnologia para gerar novos empregos que precisarão de novas capacidades.

Com relação às teorias apocalípticas presentes em filmes de ficção científica segundo as quais robôs poderiam se rebelar e causar a destruição da humanidade, deve-se entender que uma IA superinteligente dificilmente sentirá emoções humanas como o amor ou o ódio, opinião compartilhada pela maioria dos pesquisadores na área. Portanto, não há motivos para esperar que a IA se torne, de forma intencional, benevolente ou malévola. Em vez disso, ao se pensar como a IA pode se tornar um risco à humanidade, dois cenários são muito prováveis.

Uma IA superinteligente dificilmente sentirá emoções humanas como o amor ou o ódio, opinião compartilhada pela maioria dos pesquisadores na área. Portanto, não há motivos para esperar que a IA se torne, de forma intencional, benevolente ou malévola. Em vez disso, ao se pensar como a IA pode se tornar um risco à humanidade, dois cenários são muito prováveis:

Cenário 1: IA programada para fazer algo devastador

Armas autônomas são sistemas de inteligência artificial programados para matar. Nas mãos de terroristas, essas armas poderiam facilmente causar assassinatos em massa.

Além disso, uma corrida armamentista de IA poderia levar a uma guerra que resulte em milhões de mortes. Essas armas não seriam projetadas de tal forma que o inimigo pudesse simplesmente desligá-las e assim o ser humano poderia perder o controle da situação.

Cenário 2: IA programada para fazer algo benéfico, mas desenvolve um método destrutivo para atingir seu objetivo

Isso pode acontecer sempre que o ser humano não for capaz de alinhar completamente os objetivos da IA com os seus, o que pode ser extremamente difícil. Tal problema pode ocorrer devido ao fato de que, ao contrário do ser humano, uma IA não leva em consideração inúmeras questões como a ética e possíveis consequências futuras numa tomada de decisão.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial é uma área da ciência em expansão, dedicada a buscar métodos ou dispositivos computacionais que simulem a capacidade humana para resolver problemas, superando com muita facilidade ser humano em vários sentidos, sobretudo no tocante a velocidade de processamento de grandes quantidades de informações.

Ante o exposto no decorrer do texto, fica evidente que a IA é uma promissora e importante ferramenta cujas aplicações são inesgotáveis e que, quando utilizada de forma adequada, promove uma significativa melhoria na qualidade de vida do homem. Sua importância é tal que a IA é frequentemente considerada a máquina a vapor do século XXI e o motor impulsionador da Quarta Revolução, com potencial de alterar completamente o mundo como conhecemos hoje, a forma como vivemos e como nos relacionamos com as outras pessoas.

No entanto, o debate acerca do progresso da inteligência artificial, suas aplicações e consequências, levanta muito mais perguntas do que oferece respostas. Afinal, a IA vai ou não gerar desemprego? Sua aplicação trará prosperidade aos países emergentes ou aumentará ainda mais a disparidade com relação aos países desenvolvidos? A estas perguntas ainda não existem respostas, uma vez que diferentes estudos mostram diferentes resultados.

De todo modo, embora existam muitas perguntas sem respostas, com o advento de tecnologias disruptivas como a robótica, a impressão 3D e a própria inteligência artificial, é um consenso que estamos vivenciando hoje um marco na história da humanidade.

REFERÊNCIAS

BIGDATA CORP. **A Relação Entre Big Data e Inteligência Artificial**. 2017. Disponível em: <<https://www.bigdatacorp.info/single-post/a-relacao-entre-big-data-e-inteligencia-artificial>>. Acesso em: 12 out. 2017.

BREUER, Peter. **Artificial intelligence in business: Separating the real from the hype**. 2017. Publicado por McKinsey Podcast. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/artificial-intelligence-in-business-separating-the-real-from-the-hype>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

DATA SCIENCE BRIGADE. **A Diferença Entre Inteligência Artificial, Machine Learning e Deep Learning**. 2016. Disponível em: <<https://medium.com/data-science-brigade/a-diferença-entre-inteligência-artificial-machine-learning-e-deep-learning-930b5cc2aa42>>. Acesso em: 8 out. 2017.

ÉPOCA NEGÓCIOS ONLINE. **A inteligência artificial ameaça 10 milhões de empregos – mais do que a crise de 2008**. 2017. Disponível em: <<http://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2017/10/inteligencia-artificial-ameaca-10-milhoes-de-empregos-mais-do-que-crise-de-2008.html>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

HASSABIS, Demis; SILVER, David. **AlphaGo Zero: Learning from scratch**. 2017. Disponível em: <<https://deepmind.com/blog/alphago-zero-learning-scratch/>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

JOPPA, Lucas. **How artificial intelligence could save the planet**. 2017. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/vulcan-partner-zone/2017/jan/30/artificial-intelligence-could-save-planet-earth-environment>>. Acesso em: 7 out. 2017.

KEYWELL, Brad. **The Fourth Industrial Revolution is about empowering people, not the rise of the machines**. 2017. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2017/06/the-fourth-industrial-revolution-is-about-people-not-just-machines/>>. Acesso em: 12 out. 2017.

MARR, Bernard. **Instead Of Destroying Jobs Artificial Intelligence (AI) Is Creating New Jobs In 4 Out Of 5 Companies**. 2017. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/10/12/instead-of-destroying-jobs-artificial-intelligence-ai-is-creating-new-jobs-in-4-out-of-5-companies>>. Acesso em: 4 nov. 2017.

MCQUEEN, Tami. **The Future Of Artificial Intelligence Will Amplify And Catalyze Workflows**. 2017. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/forbescommunicationscouncil/2017/10/03/the-future-of-artificial-intelligence-will-amplify-and-catalyze-workflows>>. Acesso em: 28 out. 2017.

PEREIRA, Tiago. **Previsões 2017 para inteligência artificial e big data**. 2016. Disponível em: <<http://datascienceacademy.com.br/blog/previsoes-2017-para-inteligencia-artificial-e-big-data/>>. Acesso em: 11 out. 2017.

SAS (São Paulo). **Machine Learning: O que é e por que é importante?**. 2016. Disponível em: <https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/machine-learning.html#>. Acesso em: 18 out. 2017.

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond**. 2016. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>>. Acesso em: 9 out. 2017.

SILVA, Jonny Carlos da; CALETTI, Luciano; LUNA, Paulo de Tarso. Exemplos do potencial da Inteligência Artificial em áreas da Engenharia: os projetos de Sistemas Especialistas do LASHIP-UFSC. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 24, 2004, Florianópolis. **Artigo**. Florianópolis: Abepro, 2004. p. 3128 - 3135. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep0608_1832.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

VAZQUEZ, Rafael. **Inteligência artificial começa a revolucionar sociedade e mercado**. 2016. Disponível em: <<http://propmark.com.br/mercado/inteligencia-artificial-comeca-a-revolucionar-sociedade-e-mercado>>. Acesso em: 6 out. 2017.