

Internet of Things (IoT) aplicada para resolução de desafios na Administração Pública

Novas Tecnologias aliadas à IoT

Módulo

3

Fundação Escola Nacional de Administração Pública

Diretoria de Desenvolvimento Profissional

Conteudista

Taiser Barros (conteudista, 2022);

Diretoria de Desenvolvimento Profissional.



Enap, 2022

Fundação Escola Nacional de Administração Pública

Diretoria de Desenvolvimento Profissional

SAIS - Área 2-A - 70610-900 — Brasília, DF

Sumário

Unidade 1: Big Data e Inteligência Artificial	4
1.1 Integração entre IoT e Big Data	4
1.2 Integração entre IOT e Inteligência Artificial	11
Referências	17
Unidade 2: Machine Learning e Cloud Computing	19
2.1 Integração entre IoT e Machine Learning para Análise de Dados	19
2.2 Integração entre Cloud Computing e IoT	25
Referências	29

3 Novas Tecnologias aliadas à IoT

Neste módulo, a discussão será focada em tecnologias que podem ampliar ainda mais o leque de aplicações das redes IoT, bem como suas funcionalidades.

Você conhecerá conceitos relacionados a quatro tecnologias principais: *Big Data*, Inteligência Artificial, *Machine Learning* e *Cloud Computing*. Cada uma delas se relaciona à IoT de uma forma particular, que será explicada no texto deste módulo.

Assim como a IoT, as quatro tecnologias citadas permitem que novos tipos de negócios, serviços e produtos sejam desenvolvidos. Que tal conhecê-las e prospectar a gama de aplicações que podem surgir a partir da utilização delas?

Unidade 1: Big Data e Inteligência Artificial

Objetivo de aprendizagem

Ao concluir esta unidade, você estará apto(a) a identificar como ocorre a integração da IoT com as tecnologias de Big Data e de Inteligência Artificial.

1.1 Integração entre IoT e Big Data

Uma das figuras mais importantes do mundo da tecnologia é o fundador da Microsoft, o visionário Bill Gates. Atribui-se a ele uma previsão infundada sobre a máxima quantidade de memória que precisaríamos em nossos computadores pessoais: 640 *kilobytes*.



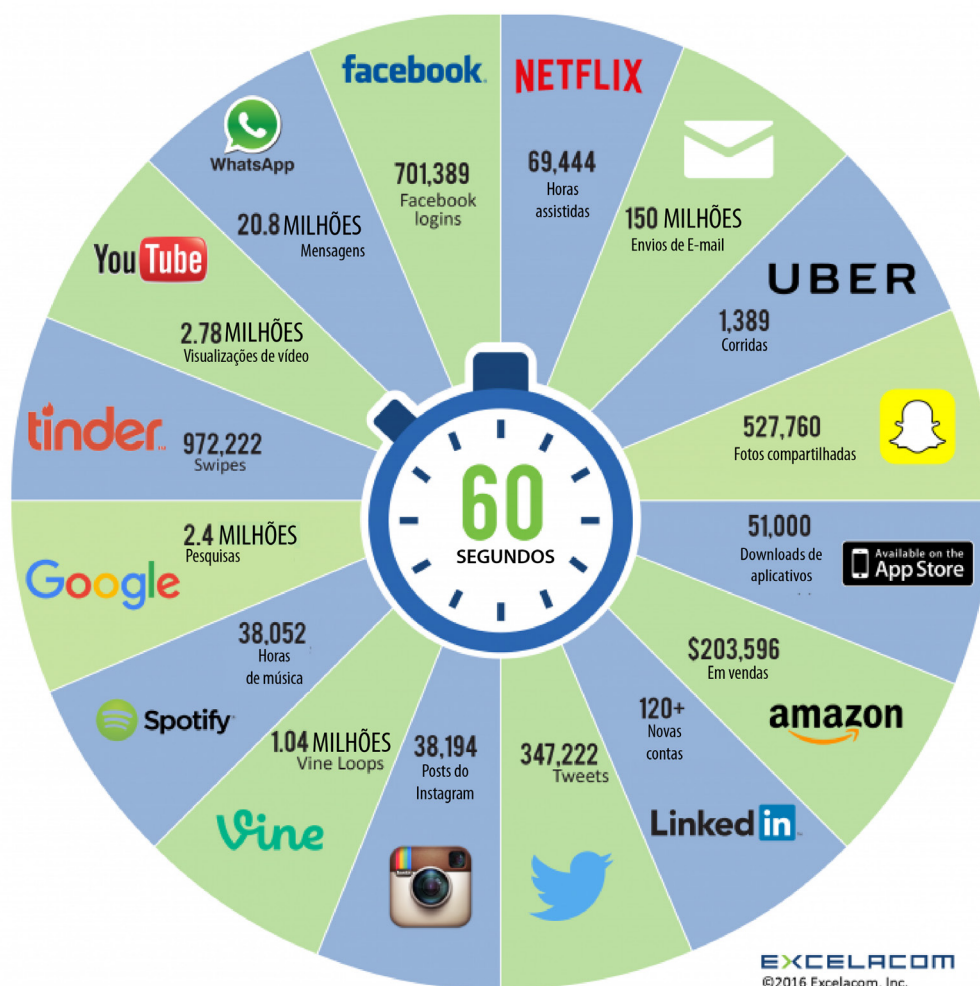
Bill Gates.

Fonte: Pixabay

Para se ter ideia do quanto esta previsão foi errada, um arquivo com extensão mp3, utilizado para reproduzir áudio, tem em média 6 *megabytes* (5 minutos de música). Essa quantidade de memória é aproximadamente dez vezes maior que a prevista por Bill Gates. Ou seja, se realmente fosse utilizado o máximo de memória previsto por ele, não teríamos espaço nem para escutar uma música!

Gates com certeza não esperava que a quantidade de dados gerados pela humanidade fosse atingir índices tão elevados como os que ocorreram na última década. A figura a seguir apresenta uma ideia da quantidade gigante de dados que trafegam na internet a cada minuto:

2016 O que acontece em um minuto na internet?



O que acontece em um minuto na internet.

Elaboração: CEPED/UFSC (2022). Adaptado de Excelacom (2016)

Os dados produzidos por milhares de usuários precisam ser tratados, armazenados e acessados por diferentes aplicativos e bases de dados. Da mesma forma, as indústrias e serviços oferecidos a diferentes tipos de consumidores geram uma grande quantidade de dados a cada minuto. A tecnologia conhecida como *Big Data* se refere justamente à grande quantidade de dados gerados e toda a infraestrutura necessária para gerir esses dados.

Mendonça, Andrade e Neto (2018, p. 135) indicam que



“o Big Data é um tema relevante entre estudiosos e profissionais, definido como ‘[...] uma abordagem holística para gerenciar, processar e analisar os dados em cinco dimensões, e que tem como objetivo permitir a entrega de valor de forma sustentada, medir desempenho, criar competências e melhorar o processo decisório.’”



Os autores destacam ainda as cinco dimensões (os 5 “Vs”) do *Big Data*:

- 1 **Volume:** satisfação, acessibilidade aos dados;
- 2 **Variedade:** diversidade de fontes e tipos de dados;
- 3 **Velocidade:** tempo de acesso à informação e a tomada de decisão;
- 4 **Veracidade:** confiança na exatidão apresentada pelos dados; e
- 5 **Valor:** o que as informações melhoram nos resultados, além do valor financeiro utilizado para obter os dados com um bom nível de qualidade.

A relação entre IoT e *Big Data* é citada no trabalho de Mudholkar e Mudholkar (2018, p. 5003) a partir da ideia de que uma solução para gerenciar o grande aumento de dados gerados é necessária. A IoT conecta cada vez mais dispositivos à rede, e esses dispositivos contribuem para geração de uma grande quantidade de dados.

O *Big Data* é uma solução para o problema de dados, permitindo armazenar uma quantidade ilimitada deles em ambiente seguro. Adicionalmente, combinar essa tecnologia com a IoT permitirá uma revolução técnica para as futuras gerações.

Assim como estabelece o documento do BNDES (2017), as aplicações de IoT são geradoras de Big Data, pois os dispositivos de uma rede IoT geram um expressivo volume de dados – em períodos de minutos, horas ou até mesmo dias – que precisam ser armazenados. Assim, torna-se necessária uma tecnologia de *software* capaz de organizar e tratar dados em alto volume, demanda atendida pelo *Big Data*.



Big Data.

Fonte: Freepik.com

Um exemplo de aplicação do *Big Data* são as iniciativas Rio Datamine e Data.Rio (SISTEMA FIRJAN, 2016, p. 24), caracterizadas por uma nova concepção de gestão de informação urbana formada por diversas bases de dados produzidas por agências e instituições da cidade do Rio de Janeiro. O documento do Sistema FIRJAN (2016) explica que esses tipos de iniciativas, as quais dão acesso aos dados públicos, permitem o desenvolvimento de serviços encadeados.

As iniciativas Rio Datamine e Data.Rio promoveram uma visão holística da cidade, com fontes convergentes de dados, tecnologias virtuais e aplicativos, com dados ubíquos. Há ainda uma previsão de que a cidade do Rio de Janeiro consiga aprimorar a produtividade das iniciativas citadas agregando funcionalidades por meio da utilização da IoT.

Como outros exemplos de utilização integrada de *Big Data* e IoT, Mudholkar e Mudholkar (2018, p. 5004) apresentam:

1 Transportes inteligentes permitem acessar transporte público, compartilhamento de caronas e uma quantidade não quantificável de conveniências. Os transportes, sejam de via aérea, terrestre ou marítima, bem como a logística, são componentes essenciais para a produtividade de muitas empresas, e o acesso aos dados dos modais de transporte em tempo real é crítico.



Transportes inteligentes.

Fonte: Freepik.com

2 Por meio do uso das tecnologias móveis e da IoT, as empresas podem acelerar a produtividade, lucratividade e operações com soluções projetadas especificamente para seus processos. Elas podem conectar todos os seus dispositivos em uma rede em nuvem centralizada e capturar e compartilhar seus dados com *Big Data*, permitindo visibilidade em tempo real de suas operações.



Tecnologias móveis.

Fonte: Freepik.com

③ Os hospitais inteligentes podem usar a IoT para coletar, transmitir e analisar os dados de pacientes. O Hospital Universitário Clermont-Ferrand, na França, implantou uma iniciativa de IoT e *Big Data* em parceria com as empresas Microsoft e Capsule Technologies. O hospital construiu um sistema para coletar e organizar dados de dispositivos médicos conectados, as enfermeiras autenticam o acesso em um aplicativo móvel e podem enviar os dados do paciente diretamente de seus dispositivos e ferramentas médicas. O sistema permite que os profissionais possam coletar mais dados em menos tempo, otimizando o trabalho.



Big Data.

Fonte: Freepik.com

E você, consegue prever as possibilidades de integrar uma rede de dispositivos conectados que geram um grande volume de dados e posteriormente utilizar uma ferramenta capaz de analisá-los para fornecer propostas de novas soluções, independentemente da área de análise? É isso o que se consegue aliando o *Big Data* à IoT. Esse tipo de solução pode ser aplicada vastamente no setor público, oferecendo serviços otimizados aos cidadãos.

Os exemplos apresentados foram das áreas de transporte e saúde, mas podem ser estendidos para outros setores, como agricultura, segurança, coleta seletiva de resíduos, entre outros.



DESTAQUE

De uma forma menos técnica, você pode compreender a relação entre IoT e *Big Data* como dois *players*, com o primeiro sendo aquele que vai “a campo”, coleta e entrega dados, e o segundo, aquele que reúne os dados coletados, analisa-os e mostra como podem gerar uma solução!

1.2 Integração entre IOT e Inteligência Artificial

Uma definição de Inteligência Artificial (IA) é apresentada por Ghosh, Chakraborty e Law (2018) como:



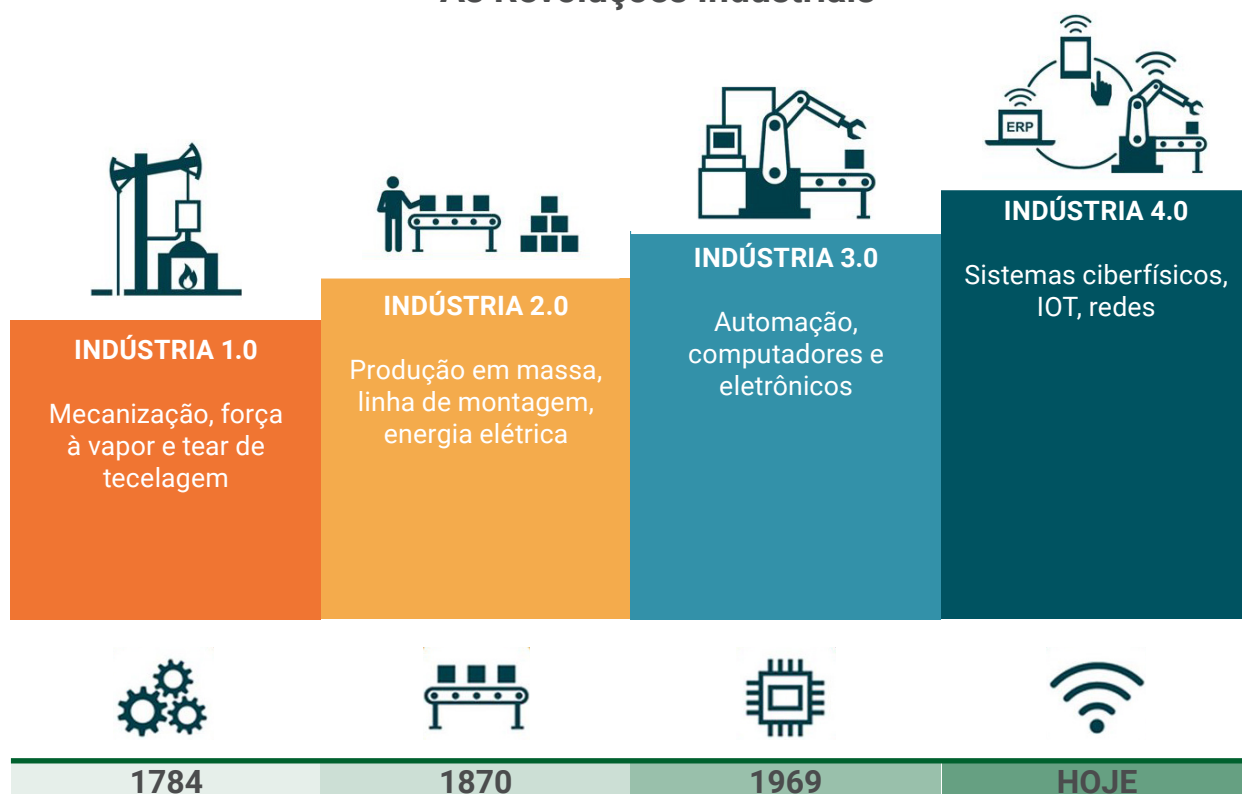
“[...] ciência capaz de gerar inteligência em máquinas para que estas sejam capazes de efetuar tarefas que tradicionalmente exigem habilidades da mente humana” (p. 1).



Com essa definição, fica claro que, de alguma forma, estamos permitindo que máquinas consigam efetuar tarefas ordinariamente associadas com a atividade humana. Pense nisso!

A Inteligência Artificial, assim como outras tecnologias, como o *Big Data*, é um dos vetores de inúmeras transformações tecnológicas que estamos vivenciando. Neste contexto, Magrani (2018, p. 4) destaca a Inteligência Artificial, a internet ubíqua e móvel e a rede de sensores como algumas das tecnologias que permitiram a chamada Quarta Revolução Industrial:

As Revoluções Industriais



As quatro revoluções industriais

Elaboração: CEPED/UFSC (2022). Adaptado de Shutterstock.com



SAIBA MAIS

A quarta revolução industrial, também conhecida como “Indústria 4.0”, situa as transformações e inovações industriais no panorama associado a tecnologias como a IoT, IA e *Big Data*, entre outras. Na indústria 4.0, os processos de produção estão mais automatizados, podendo gerar dados que são analisados em tempo real, além de poderem, em muitos casos, ser customizados pelos clientes. Algumas empresas permitem que o próprio cliente faça a micro gestão de um pedido, customizando, por exemplo, a estampa de uma camiseta que foi produzida com um determinado tipo de tecido também customizado.

Na figura, foram apresentadas as quatro revoluções industriais, iniciando com a mecanização da indústria (1.0), que corresponde ao surgimento da máquina à vapor de James Watt, até chegar no momento atual, conhecido como indústria 4.0.

Os modelos de negócio estão e continuarão sendo afetados pelas transformações tecnológicas. Atualmente, uma das maiores indústrias mundiais é a de veículos automotores, na qual a grande maioria dos fabricantes ainda comercializa o velho modelo com base no motor à combustão. Mesmo que empresas como a Tesla tenham demonstrado que o mundo está preparado para o veículo elétrico, em países como o Brasil essa realidade ainda parece distante. Contudo, empresas como a Alphabet (matriz do Google) já têm foco no desenvolvimento de *softwares* para veículos autônomos, com base em suas forças na computação de dados maciça (ROGERS, 2017, p. 90).

Rogers (2017) explica que, quando os carros autônomos se tornarem viáveis comercialmente, a empresa que hoje é mais conhecida pelo seu mecanismo de busca poderá tornar-se um dos atores dominantes na indústria automobilística mundial, a qual está cada vez mais focando em dados e em inteligência artificial. Com essa fala, o autor faz uma relação entre IA e IoT, considerando que,

“ à medida que sensores e conectividade digital se tornam partes essenciais de cada vez mais objetos (automóveis e aparelhos domésticos, por exemplo), a IoT provavelmente redefinirá as fronteiras de muitos setores que até agora foram menos impactados. ”

Ou seja, setores que hoje ainda não possuem uma conexão direta com a área da IoT e da inteligência artificial tendem a agregar estas tecnologias. Essa previsão é extremamente otimista, pois permite imaginar que áreas como saúde, educação, mobilidade e segurança pública estarão entre os setores beneficiados.



Bot.

Fonte: Freepik.com

A Inteligência Artificial muitas vezes parece um tópico de ficção científica, distante da realidade; porém, se forem analisados os sistemas atuais, é possível perceber que a IA já é uma realidade presente. Qual foi a última vez que você teve um atendimento de uma operadora de telefonia que tenha sido realizado totalmente por um atendente humano? Geralmente, os passos iniciais do atendimento são realizados por um *bot*, que é uma inteligência artificial programada para imitar o passo a passo seguido por um operador humano.

Interagir com *bots* já está se tornando tão natural que, muitas vezes, pode passar despercebido o fato de que isto é tecnologia pura empregada no dia a dia, para o benefício do usuário/consumidor. Assim deve ocorrer com cada nova modificação tecnológica que houver em no cotidiano: aos poucos, a utilização se torna natural para o ser humano.

Na resenha apresentada por Pinto de Paula Filho e Lamy (2020, p. 226), pode-se verificar indicações da utilização de sistemas de IA, IoT e *Big Data* voltados à saúde que tendem a modificar o tratamento médico, centrando-o na saúde e não na doença. Assim, o paciente será o centro do sistema, e não mais o médico.



DESTAQUE

O quão próximo estamos do momento em que teremos robôs autônomos que possam cuidar de pacientes? Pessoas idosas que precisam de companhia e cuidado constante poderão ter um cuidador robótico, recebendo informações em tempo real via sensores instalados no paciente que monitoram pressão sanguínea, nível de glicose e de hidratação. Todos esses sensores são conectados via IoT com o robô, que possui um nível de IA avançado e dedicado para o cuidado. Ficção ou um produto em desenvolvimento que estará disponível nos próximos anos?



SAIBA MAIS

Em algumas áreas da medicina e da saúde, a utilização de robôs já é uma realidade, como é o caso do robô Da Vinci (veja [aqui](#)), utilizado em cirurgias, e da linha de robôs da empresa KUKA Robotics, aplicada em tratamento de pacientes (veja [aqui](#)). O robô Da Vinci possui uma estrutura com braços robóticos que

permite ao cirurgião executar movimentos precisos utilizando ferramentas como bisturi e agulhas de sutura, garantindo precisão milimétrica nos movimentos.

Com a evolução da IA e da IoT, é possível prever que, em alguns anos, um robô cirúrgico será capaz de identificar por visão computacional qual porção de um órgão ou tecido precisa ser operada e, por meio da leitura de uma rede de sensores, extrair informação em tempo real de como o processo cirúrgico está influenciando os sinais vitais do paciente. Será que cada vez mais o papel do ser humano será o de supervisionar a máquina, sem precisar atuar diretamente na cirurgia? Pense nisso!



DESTAQUE

De uma forma mais figurativa, compreenda que a inteligência humana é “emprestada” para as máquinas pelo uso da IA, bem como os sentidos, como tato e visão, são “imitados” pelos sensores.

Outra aplicação significativa de IA aliada à IoT é na área da educação e ensino, como apresentado por Vicari (2021), utilizando tecnologias como:

- Processamento de Linguagem Natural (PLN);
- Realidade Aumentada (RA); e
- Realidade Virtual (RV).

Especificamente sobre a integração IA – IoT, Vicari (2021, p. 80) cita a utilização de equipamentos ou tecnologias vestíveis (*wearables*) na manutenção da atenção dos alunos durante as aulas: a autora exemplifica o uso de tiaras que possuem sensores que recebem sinais do cérebro (eletroencefalograma (EEG)) e emitem sinais para monitorar a atenção dos alunos que as vestem.

Os equipamentos vestíveis, em geral, estão conectados à internet – neste caso, à IoT –, configurando uma aplicação educacional desta tecnologia. A autora cita ainda que o mercado de equipamentos vestíveis que utilizam IA pode movimentar U\$ 180 bilhões até 2023 (VICARI, 2021, p. 80).

A educação é um setor prioritário em países de primeiro mundo e deve ser também uma prioridade em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Neste sentido, a aplicação de tecnologias na educação pode representar uma alternativa governamental para melhorar os índices de desempenho.

E você, de que forma enxerga a aplicação destas tecnologias na sociedade? Em seu setor de atuação, considera possível apresentar propostas de implantação destas tecnologias, agregando-as aos serviços oferecidos aos cidadãos? Ou ainda, considera possível desenvolver novos produtos que utilizem as tecnologias citadas para desenvolver a indústria nacional e otimizar os comércios e estabelecimentos? Reflita sobre essas questões.

Você chegou ao final desta unidade em que foi apresentado a conceitos relativos às áreas de Big Data e de IA, relacionando-as com a IoT. Agora, está habilitado(a) a identificar como ocorre a integração destas tecnologias. Continue firme em seus estudos!

Referências

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Produto 8: **Relatório do Plano de Ação** – Iniciativas e projetos mobilizadores. Rio de Janeiro, 2017. Versão 1.1. 65 p. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/269bc780-8cdb-4b9b-a297-53955103d4c5/relatorio-final-plano-de-acao-produto-8-alterado.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m0jDUok>. Acesso em: 21 jan. 2022.

EXCELACOM. **2016 Update: What Happens in One Internet Minute?** 2016. Disponível em: <https://www.excelacom.com/resources/insights/2016-update-what-happens-in-one-internet-minute.html>. Acesso em: 25 jan. 2022.

GHOSH, Ashish; CHAKRABORTY, Debasrita; LAW, Anwasha. Artificial Intelligence in Internet of Things. **CAAI Transactions On Intelligence Technology**, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 1-11, out. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328223360_Artificial_Intelligence_in_Internet_of_Things. Acesso em: 25 jan. 2022.

MAGRANI, Eduardo. **A Internet das Coisas no Brasil**: Estado da arte e reflexões críticas ao fenômeno. Rio de Janeiro: Instituto Igarapé, 2018. 21 p. Artigo Estratégico 37. Disponível em: <https://igarape.org.br/wp-content/uploads/2018/11/A-Internet-das-Coisas-no-Brasil-Estado-da-arte-e-reflexo%CC%83es-cri%CC%81ticas-ao-feno%CC%82meno-Eduardo-Magrani.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.

MENDONÇA, Cláudio Márcio Campos; ANDRADE, António Manuel Valente de; SOUSA NETO, Manoel Veras de. Uso da IoT, Big Data e inteligência artificial nas capacidades dinâmicas. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 131-151, 28 mar. 2018. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/pca/article/view/11350/pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.

MUDHOLKAR, Pankaj; MUDHOLKAR, Megha. Internet of Things (IoT) and Big Data: A Review. **International Journal Of Management, Technology And Engineering**, [S.l.], v. 8, n. XII, p. 5001-5007, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340529026_Internet_of_Things_IoT_and_Big_Data_A_Review. Acesso em: 25 jan. 2022.

PINTO DE PAULA FILHO, Luiz; LAMY, Marcelo. A revolução digital na saúde: como a inteligência artificial e a internet das coisas tornam o cuidado mais humano, eficiente e sustentável. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 225–234, 2020. Disponível em: <https://www.cadernos.prodisa.fiocruz.br/index.php/cadernos/article/view/707>. Acesso em: 25 jan. 2022.

ROGERS, David L. **Transformação digital: repensando o seu negócio para a era digital**. 1ª ed. São Paulo: Autêntica Business, 2017.

SISTEMA FIRJAN (Rio de Janeiro). **Indústria 4.0**: Internet das Coisas. 2016. Publicações Firjan: Cadernos de Inovação. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0.htm>. Acesso em: 25 jan. 2022.

VICARI, Rosa Maria. Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 35, n. 101, p. 73-84, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/185034>. Acesso em: 25 jan. 2022.

Unidade 2: *Machine Learning* e *Cloud Computing*

Objetivo de aprendizagem

Ao concluir esta unidade, você estará apto(a) a identificar a integração da IoT com as tecnologias de *Machine Learning* e *Cloud Computing*.

2.1 Integração entre IoT e *Machine Learning* para Análise de Dados

Para iniciar a discussão sobre *Machine Learning* (ML), é interessante você notar que a definição de Inteligência Artificial (IA) propõe que a máquina consiga realizar tarefas com complexidade similar àquela apresentada pela mente humana.



DESTAQUE

De uma forma simples, compreenda o *Machine Learning* (em português, aprendizado de máquina) como uma parte da IA que busca ensinar a máquina a “pensar”. Obviamente, essa compreensão precisa ser fundamentada com conceitos técnicos para não trazer uma percepção incorreta do objetivo desta área de estudo.

Singh et al. (2021, p. 1) trazem que o aprendizado de máquina é uma aplicação da IA que permite a um sistema aprender automaticamente por meio de experiência, sem precisar de uma programação explícita. Os autores destacam que o aprendizado de máquina pode ser usado para sintetizar relações fundamentais de uma grande variedade de dados, que são utilizados para resolver problemas em tempo real.

① Quando se ensina uma criança a falar, começa-se de maneira simples e gradual: primeiro com sons, depois com palavras simples e, finalmente, a criança começa a encaixar as palavras e formar frases.



Ensinando a criança a falar.

Fonte: Freepik.com

② O aprendizado de máquina é uma ciência que tenta descrever para uma máquina como ela pode aprender determinada tarefa ou reconhecer um padrão. Isso é feito utilizando uma série de informações passadas para um algoritmo capaz de distinguir entre um determinado conjunto de classificadores.



Ensinando a máquina a falar.

Fonte: Freepik.com

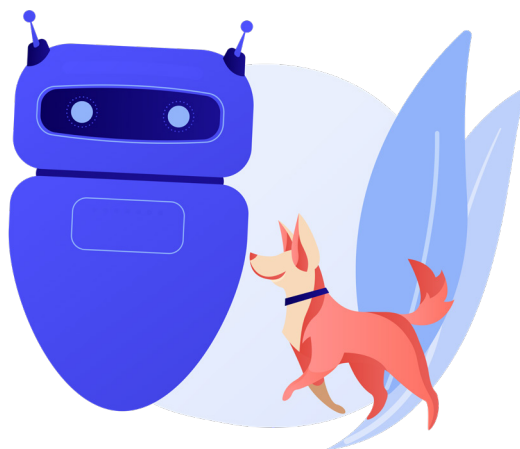
3 Não há muita diferença entre ensinar um humano, um animal ou uma máquina; para que ocorra o aprendizado, basta utilizar as técnicas apropriadas para cada situação. Para que você compreenda o processo da aprendizagem de máquina, pense analogamente em como nós, seres humanos, aprendemos. Em uma tarefa simples, como reconhecer uma determinada espécie animal, não é necessário tê-la visto ao vivo – basta que o humano tenha observado um conjunto de imagens do animal e, caso encontrasse um exemplar da espécie, seria natural reconhecê-la.



Processo de aprendizagem da máquina.

Fonte: Freepik.com

4 Assim como o ser humano, a máquina vai precisar analisar as fotos do animal previamente para “aprender” suas características, como cor, tipo de pelos, tamanho, se possui ou não penas etc. Depois que as características são assimiladas, é possível reconhecer o animal ou qualquer outro objeto. Especificamente no caso das máquinas, deve-se utilizar um conjunto (“set”) de dados para que ocorra o aprendizado.



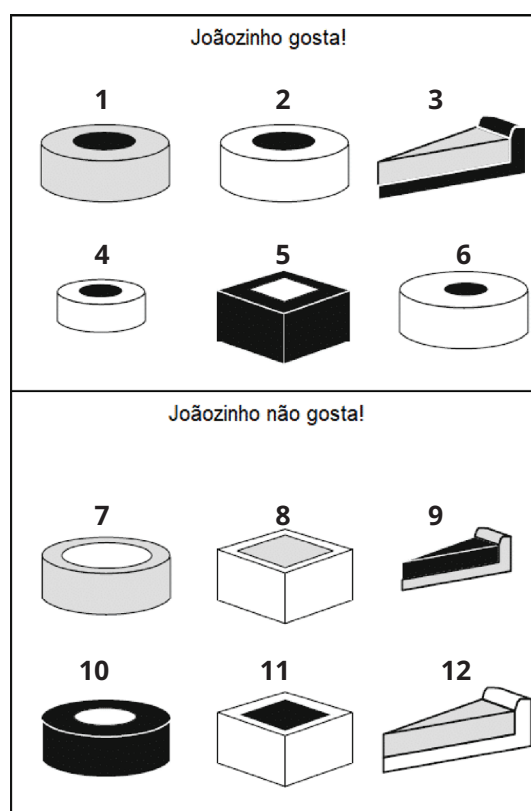
Máquina reconhece um animal.

Elaboração: CEPED/UFSC (2022). Adaptado de Freepik.com

Kubat (2017, p. 1) apresenta um exemplo de teor técnico que consiste em um conjunto de dados relativo aos tipos de torta que “Joãozinho” gosta ou não gosta. Gostar e não gostar constituem um exemplo de um set de dados do tipo “positivo” e “negativo” de treinamento, por meio do qual a máquina vai induzir um classificador.

O classificador é um algoritmo capaz de classificar conforme um conjunto dado de categorias. Para o exemplo mencionado, serão utilizadas duas classificações (categorias): positiva (Joãozinho gosta da torta) ou negativa (Joãozinho não gosta da torta).

A figura a seguir mostra os seis tipos de torta que Joãozinho gosta e os seis tipos que ele não gosta.



Tipos de torta que Joãozinho gosta e tipos que ele não gosta.

Elaboração: CEPED/UFSC (2022). Adaptado de Kubat

O número de classes que serão informadas ao algoritmo classificador pode, obviamente, ser maior que duas. Imagine que o classificador vá verificar a estação do ano em que uma foto foi tirada: nesse caso, seriam necessárias quatro classes, uma para cada estação. Para o exemplo oferecido, Kubat (2017) justifica a utilização de apenas duas classes somente pela simplicidade.

Ao analisar a figura anterior, pode-se definir cinco atributos relativos ao domínio “Tortas”:

- ① **forma:** círculo, triângulo ou quadrado;
- ② **tipo da crosta:** fina ou grossa;
- ③ **coloração da crosta:** branca, cinza ou escura;
- ④ **espessura do recheio:** fino ou grosso; e
- ⑤ **coloração do recheio:** branco, cinza ou escuro.

Os atributos são uma forma padronizada de informar ao classificador o que pode ser “aprendido” a partir da figura. O quadro a seguir apresenta as doze classificações possíveis para as tortas apresentadas na figura “Tipos de torta que Joãozinho gosta e as que ele não gosta”. Os doze exemplos são os dados de entrada para o algoritmo classificador.

Exemplo	Forma	Crosta		Recheio		Classe
		Tamanho	Coloração	Tamanho	Coloração	
1	Círculo	Grossa	Cinza	Grossa	Escura	Positiva
2	Círculo	Grossa	Branca	Grossa	Escura	Positiva
3	Triângulo	Grossa	Escura	Grossa	Cinza	Positiva
4	Círculo	Fina	Branca	Fina	Escura	Positiva
5	Quadrado	Grossa	Escura	Fina	Branca	Positiva
6	Círculo	Grossa	Branca	Fina	Escura	Positiva
7	Círculo	Grossa	Cinza	Grossa	Branca	Negativa
8	Quadrado	Grossa	Branca	Grossa	Cinza	Negativa
9	Triângulo	Fina	Cinza	Fina	Escura	Negativa
10	Círculo	Grossa	Escura	Grossa	Branca	Negativa
11	Quadrado	Grossa	Branca	Grossa	Escura	Negativa
12	Triângulo	Grossa	Branca	Grossa	Cinza	Negativa

Exemplos de treinamento para o algoritmo classificador.
 Elaboração: CEPED/UFSC (2022). Adaptado de Kubat (2017).

Com os dados disponibilizados, é o momento de criar o classificador, que será programado em alguma linguagem específica, seguindo uma equação lógica. É possível montar, por exemplo, uma equação lógica que retorna “verdadeiro” para os exemplos positivos e “falso” para os exemplos negativos: **[(Forma = Círculo) E (Coloração do Recheio = Escura)]**.

Utilizando esse classificador nos dados do quadro, verifica-se que todos os exemplos com classificação negativa retornam falso, enquanto os quatro exemplos da classificação positiva retornam verdadeiro. Dessa forma, esse classificador não foi projetado corretamente, pois, dos seis exemplos de tortas que Joãozinho gosta, o classificador acertou apenas quatro, cometendo dois erros.

Um outro exemplo que pode ser analisado é o classificador **[(Forma = Círculo) E (Coloração do Recheio = Escura)] OU [NÃO(Forma = Círculo) E (Coloração da Crosta = Escura)]**, que, ao ser aplicado nos dados do quadro apresentado, retorna falso. Ou seja, esse é outro classificador que não “acerta” as tortas que Joãozinho gosta.

O processo agora seria analisar os dados do quadro buscando um classificador ideal, que consiga uma taxa de acerto o mais próximo possível de 100%. Claro que esse processo efetuado “manualmente” tem propósitos didáticos, apenas. Pode-se utilizar bibliotecas já consolidadas para efetuar essa classificação, como as bibliotecas TensorFlow e PyTorch, disponibilizadas para utilização com linguagem Python.

Com relação à integração entre aprendizado de máquina e IoT, as possibilidades de aplicação trazem um vasto panorama. Por exemplo: imagine que uma rede de sensores pode gerar dados em tempo real enquanto estes dados são transferidos para um processamento central, no qual um algoritmo classificador os avalia, retornando ao usuário determinada análise. Um controle de atividade sísmica, nesse caso, poderia prever com grande antecipação a ocorrência de um terremoto, garantindo segurança aos habitantes de regiões propensas ao fenômeno.

As técnicas de *machine learning* estão sendo utilizadas para criar aplicações IoT mais “inteligentes”, como traz Arora (2020). Porém, uma vez que as aplicações de ML exigem um processamento poderoso, ainda há limitação nos tipos de aplicações existentes. Nos casos como o do exemplo citado para controle sísmico, no qual a rede IoT coleta dados e o ML está instalado em uma máquina com capacidade de processamento, já existem soluções prontas rodando.

Agora, aplicações mais específicas, como a utilização de ML para garantir segurança de criptografia nas aplicações IoT com o processamento acontecendo direto nos nós da rede, há uma limitação de aplicações associadas com a restrição da capacidade de processamento de cada nó.

Assim como o exemplo de classificação de tortas anteriormente apresentado, os conceitos básicos de aprendizagem de máquina são bastante técnicos. Recomenda-se a busca de aprofundamento no tópico de aprendizagem de máquina com a leitura do trabalho de Sharma e Nandal (2020), que apresenta exemplos de aplicação desta tecnologia junto à IoT.

Para conhecer mais sobre a relação do *machine learning* com a IoT, assista ao vídeo a seguir:



2.2 Integração entre *Cloud Computing* e IoT

Cloud Computing ou computação em nuvem, conforme a definição de Al-Qamash et al. (2018, p. 276),



É um paradigma de avanço em desenvolvimento de software, o qual permite que dados e programas sejam deslocados dos computadores pessoais e dos servidores das organizações para a nuvem.

Para Humayun (2020, p. 494), a computação em nuvem é como um *data center* que está disponível sob demanda para qualquer usuário na internet, propiciando compartilhamento de recursos e economia em escala. A nuvem pode ser corporativa (limitada a uma única organização) ou pública (muitas organizações e/ou muitos usuários).



Humayun (2020) acrescenta que o conceito de computação em nuvem amadureceu amplamente nos últimos anos, permitindo que qualquer coisa (dados, recursos, serviços) possa ser hospedada na internet e disponibilizada quando necessário.

As possibilidades de ampliação de negócios com o surgimento do conceito de computação em nuvem foram imensas. Atualmente, uma pequena empresa não precisa de um grande investimento para possuir uma estrutura computacional. Ao invés disso, essa estrutura pode ser “alugada” de empresas como Amazon e Google.

Rayes e Salan (2018) indicam que a computação em nuvem como a conhecemos surgiu em 2008 e foi dividida em três categorias de serviços:

- 1 Serviço de Infraestrutura (*Infrastructure as a Service* – IaaS), que permite que empresas aluguem uma plataforma computacional;
- 2 Serviço de Plataforma (*Platform as a Service* – PaaS) e;
- 3 Serviço de Software (*Software as a Service* – SaaS).

O serviço de PaaS, por exemplo, permite que uma empresa utilize a plataforma computacional fornecida por uma empresa terceira, podendo focar sua atenção no desenvolvimento de seu *software*.

Utilizar um serviço em nuvem não é exclusividade de empresas ou grandes corporações: usuários comuns também utilizam constantemente serviços disponibilizados em nuvem, como armazenamento de dados e *softwares* que não estão instalados em nossos computadores, mas sim “rodando” em um servidor. Você já armazenou alguma foto no Google Photos? Ou utilizou espaço de armazenamento no Google Drive ou no OneDrive da Microsoft?

Há alguns anos, para poder utilizar um processador de texto ou uma planilha eletrônica, era necessário instalar os *softwares* localmente no computador. Atualmente, esses serviços são disponibilizados *online*, assim como o Google Documents e Google Sheets, além do Pacote Office, disponibilizado pela Microsoft.

Toda essa gama de serviços oferecidos *online* é possível graças ao conceito de virtualização, que implica em dividir um servidor (máquina física) em várias “entidades virtuais” (RAYES; SALAN, 2018). Ou seja, quando você acessa um *software online* ou armazena seus dados, é como se você tivesse um computador alugado disponibilizado em um local físico sendo acessado pela internet.



SAIBA MAIS

Dentre as maiores empresas que fornecem serviços de nuvem, pode-se citar DropBox, Google Cloud, Microsoft Azure e AWS-Amazon Web Services. Cada uma delas possui características particulares e formas de monetizar o espaço de armazenamento e tipos de serviço. Uma introdução sobre os serviços fornecidos pela nuvem da Amazon pode ser verificada no vídeo “What is AWS? Amazon Web Services” (veja [aqui](#)).

Com relação à integração da Computação em Nuvem com a Internet das Coisas, Kaur (2020, p. 20) apresenta os seguintes itens:

Rápido transporte:

A computação em nuvem permite o rápido transporte da grande quantidade de dados gerados pelas redes IoT;

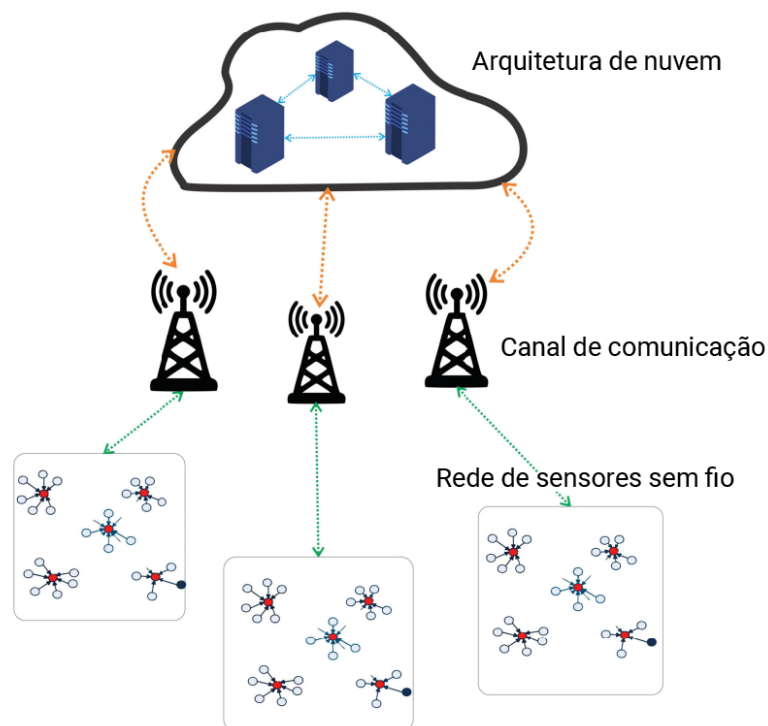
Startups de IoT:

a possibilidade de utilizar serviços em nuvem por preços acessíveis agrega valor às startups de IoT, que podem reduzir seu custo total em infraestrutura computacional;

Projetos:

ao possibilitar armazenamento e acesso aos dados remotamente, a nuvem permite que desenvolvedores implementem projetos sem atrasos, e, adicionalmente, ao armazenar e acessar dados na nuvem, as empresas de IoT acessam uma grande quantidade de dados (*Big Data*).

A arquitetura de uma aplicação que faz a comunicação de uma rede de sensores (típica da IoT) com um serviço de nuvem foi apresentada por Alturki *et al.* (2021, p. 89345) como sendo o conjunto denominado “nuvem de sensores”. Os principais componentes da nuvem são os sensores, o meio de comunicação sensores-nuvem e a arquitetura da nuvem. O meio de comunicação atua como uma ponte entre os sensores e a arquitetura da nuvem, facilitando a comunicação segura de dados. A figura apresenta uma representação desta nuvem de sensores:



Arquitetura de uma aplicação de comunicação de uma rede de sensores com uma nuvem

Fonte: Alturki *et al.* (2021)

Uma aplicação típica da nuvem de sensores é no sistema de coleta de lixo automatizada que ocorre em Heidelberg, na Alemanha. Os sensores são instalados nos coletores de lixo e monitoram em tempo real a necessidade de esvaziá-los. A nuvem que provê o serviço de monitoramento é gerenciada por uma aplicação da empresa alemã SAP.

Esse exemplo se encaixa em várias tecnologias discutidas até este momento, principalmente a rede de sensores (IoT), o serviço em nuvem e o conceito de cidade inteligente. Esse serviço permite que, ao invés dos caminhões de coleta acessarem os coletores em datas e horários específicos, a retirada do lixo ocorra em tempo real (assim que um coletor indicar que está cheio), garantindo mais agilidade, evitando fluxo desnecessário de caminhões e odor desagradável por exposição do lixo por um tempo maior que o necessário dentro de um coletor.



SAIBA MAIS

Você pode conhecer mais sobre aplicação de nuvem de sensores assistindo ao vídeo referente ao sistema de suprimentos aeroespaciais clicando [aqui](#).

Aplicações voltadas a cidades inteligentes são ótimos exemplos de como a IoT e suas tecnologias de apoio, como a computação em nuvem, podem ser utilizadas de forma a melhorar a qualidade de vida de uma população.

Assim como a coleta de lixo automatizada, diversos outros serviços podem ser pensados e implantados nas cidades para otimizar setores como saneamento, transporte, saúde e segurança.

Contudo, em primeiro lugar é necessário formar equipes com capacidade técnica tanto para projetar como para implantar projetos tecnológicos que consigam utilizar todos os recursos disponíveis na preparação de uma melhor infraestrutura nas cidades. Pense nisso!

Você chegou ao final desta unidade, na qual teve a oportunidade de aprender como ocorre a integração da IoT com as tecnologias de *machine learning* e *cloud computing*. Espera-se que os conceitos apresentados sirvam para aprimorar sua análise sobre os temas discutidos e que você possa aplicá-los em sua atividade profissional. Agora é hora de colocar os conhecimentos em prática: realize os exercícios disponíveis no ambiente virtual. Boa sorte!

Referências

ALCATEL-LUCENT ENTERPRISE (ALE). **A Internet das Coisas (IoT) nas Empresas: Crie uma base segura para aproveitar as oportunidades de negócios da IoT.** 2019. Resumo da Solução IoT para Empresas. Disponível em: <https://www.al-enterprise.com/-/media/assets/internet/documents/iot-for-enterprise-solutionbrief-ptbr.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

AL-QAMASH, Amal; SOLIMAN, Iten; ABULIBDEH, Rawan; MOUTAZ, Saleh. Cloud, Fog, and Edge Computing: A Software Engineering Perspective. Beirut: **2018 International Conference on Computer and Applications (ICCA)**, 26 jul. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327638413_Cloud_Fog_and_Edge_Computing_A_Software_Engineering_Perspective. Acesso em: 24 jan. 2022.

ALTURKI, Ryan et al. Sensor-Cloud Architecture: A Taxonomy of Security Issues in Cloud-Assisted Sensor Networks. **IEEE Access**. [S.l.], vol. 9, p. 89344-89359, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9451213>. Acesso em 26 jan. 2022.

ARORA, Jyoti Batra. IoT and Machine Learning - A Technological Combination for Smart Application. **International Conference on Innovative Advancement in Engineering and Technology (IAET-2020)**, Jaipur, 2020. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3548431. Acesso em: 26 jan. 2022.

HOLDOWSKY, Jonathan; MAHTO, Monika; RAYNOR, Michael J.; COTTELEER, Mark. **Inside the Internet of Things (IoT): A primer on the technologies building the IoT.** Westlake: Deloitte University Press, 2015.

HUMAYUN, Mamoona. Role of Emerging IoT Big Data and Cloud Computing for Real Time Application. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)**, [S.l.], n. 11, v. 4, p. 494-506, 2020. Disponível em: <https://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=11&Issue=4&Code=IJACSA&SerialNo=66>. Acesso em: 26 jan. 2022.

KAUR, Chamandeep. The Cloud Computing and Internet of Things (IoT). **International Journal of Scientific Research in Science, Engineering And Technology**, [S.l.], v. 1, n. 7, p. 19-22, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338490865_The_Cloud_Computing_and_Internet_of_Things_IoT. Acesso em: 26 jan. 2022.

KUBAT, Miroslav. **An Introduction to Machine Learning.** 2nd ed. New York: Springer, 2017.

MINERVA, Roberto; BIRU, Abyi; ROTONDI, Domenico. **Towards a definition of the Internet of Things (IoT):** Revision 1 - Published 27 May 2015. IEEE Internet Initiative, 2015. 86 p. Disponível em: https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf. Acesso em: 21 jan. 2022.

PINTO JUNIOR, Jo Elias S.; SILVA, Clerisson dos Santos e; XAVIER, Danilo Domingos. Segurança em Internet das Coisas: Um survey de soluções lightweight. **Revista de Sistemas e Computação – RSC**. Salvador, v. 7, n. 2, p. 365-384, 2017. Disponível em <https://revistas.unifacs.br/index.php/rsc/article/view/5110>. Acesso em: 25 jan. 2022.

RAYES, Ammar; SALAN, Samer. **Internet of Things from Hype to Reality: The Road to Digitization**. 2nd. ed. New York: Springer Publishing Company, Incorporated, 2018.

ROGERS, David L. **Transformação digital: repensando o seu negócio para a era digital**. 1ª ed. São Paulo: Autêntica Business, 2017.

SERPANOS, Dimitrios; WOLF, Marilyn. **Internet-Of-Things (IoT) Systems: Architectures, Algorithms, Methodologies**. 1st ed. New York: Springer, 2018.

SHARMA, Kirti; NANDAL, Raiumi. A Literature Study On Machine Learning Fusion With IOT. **3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)**, Tirunelveli, pp. 1440-1445, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8862656>. Acesso em: 26 jan. 2022.

SINGH, Bhavesh; DESAI, Rahil; ASHAR, Himanshu; TANK, Parth; KATRE, Neha. A Trade-off between ML and DL Techniques in Natural Language Processing. **Journal of Physics: Conference Series: International Conference on Robotics and Artificial Intelligence (RoAI) 2020**, Chennai, v. 1831, n. 0, p. 1-7, 2021. IOP Publishing. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1831/1/012025/pdf>. Acesso em: 26 jan. 2022.

What is AWS? **Amazon Web Services**. 2019. (3 min.), son., color. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=a9_D53WsUs. Acesso em: 26 jan. 2022.

ZETTER, Kim. **Contagem Regressiva até Zero Day: Stuxnet e o lançamento da primeira arma digital do mundo**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.