

UM ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL A DISPOSITIVOS TIPO INTERNET DAS COISAS

A STUDY ON THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO INTERNET OF THINGS DEVICES

Anderson Bastos Bandeira

Sistemas de Informação, Unipac, Brasil, emaildeandersonbastos@gmail.com

Resumo

Aparelhos que compõem a Internet das Coisas estão presentes em muitos momentos da vida em sociedade atual. Várias de suas funcionalidades envolvem o uso de Inteligência Artificial, como os recursos de voz em um celular. A produção de informações nesses aparelhos é enorme, mas eles não possuem o poder computacional suficiente para processar a Inteligência Artificial necessária à execução das tarefas e acabam recorrendo aos recursos disponibilizados na nuvem. Porém essa estrutura tem cada vez mais dificuldades em dar apoio a tais tarefas, provocadas pela centralização de grande poder computacional, porém esparsa geograficamente, que concentra as atividades que lhe é requisitada e provocam tempos de resposta longos com custos grandes em infraestrutura de rede. Uma solução proposta para esse problema é uma estrutura conhecida como Edge Computing, que dá apoio à estrutura convencional de nuvem absorvendo para si parte das atividades que seriam originalmente requisitadas aos grandes centros de processamento. Por ser composta de estruturas fisicamente mais próximas dos usuários finais e não precisar lidar com tantas atividades ao mesmo tempo (comparado a uma nuvem tradicional), o custo com infraestrutura é reduzido e o tempo de resposta é encurtado, viabilizando tarefas da Inteligência Artificial, além de abrir novas possibilidades de aplicação. A implementação da estrutura de Edge Computing possui diversos desafios, mas já é experimentado pelos interessados na ideia e há propostas e soluções que buscam explorar tais recursos.

Palavras-chave: Internet das Coisas. Inteligência Artificial. Edge Computing.

Abstract

Devices that make up the Internet of Things are present in many moments of life in today's society. Several of its features involve the use of Artificial Intelligence, such as voice features on a cell phone. The production of information on these devices is huge, but they do not have enough computing power to process the Artificial Intelligence necessary to perform the tasks and end up using the resources available in the cloud. However, this structure has more and more difficulties in supporting such tasks, caused by the centralization of great computational power, however sparse geographically, which concentrates the activities required of it and provoke long response times with great costs in network infrastructure. A proposed solution to this problem is a structure known as Edge Computing, which supports the conventional cloud structure by absorbing for itself part of the activities that would have been originally required from large processing centers. Because it is composed of structures that are physically closer to the end users and does not have to deal with so many activities at the same time (compared to a traditional cloud), the cost of infrastructure is reduced and the response time is shortened, enabling Artificial Intelligence tasks, in addition to to open up new application possibilities. The implementation of the Edge Computing structure has several challenges, but it is already under experimentation by those interested in the idea and there are proposals and solutions that seek to exploit such resources.

Keywords: Internet of Things. Artificial Intelligence. Edge Computing.

1. INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é uma solução para um dos grandes quebra cabeças existentes: como é possível, para um cérebro (biológico ou eletrônico) pequeno e lento, perceber, entender, prever e manipular um mundo muito maior e mais complicado que ele mesmo? Como produzir algo com essas propriedades? Apesar da dificuldade de entendimento, o simples fato do próprio ser humano existir já mostra que é possível um sistema como descrito acima existir. O estudo da inteligência existe há mais de 2000 anos, nos trabalhos dos filósofos, enquanto que o aparecimento de computadores na década de 1950 permitiu o estudo da possibilidade de produzir inteligência artificialmente e, ao contrário do que se imaginava na época, mostrou-se algo muito mais complexo de se produzir do que o inicialmente imaginado, mas isso não desencorajou os envolvidos, pelo contrário, abriu caminho para novas ideias, conforme (RUSSEL, NORVIG 2002).

Segundo Katare (2018), a tecnologia da Internet das Coisas (IdC) permite que aparelhos diversos sejam integrados às redes de comunicação, como a internet, e se beneficie dos recursos que ela disponibiliza, ao mesmo tempo que permite à rede o acesso aos serviços prestados pelo aparelho. Essa integração abriu novas possibilidades de uso para aparelhos em diversas áreas das atividades humanas e expandiu o alcance das redes virtuais no mundo físico, permitindo a aplicação de soluções do mundo virtual em uma velocidade e escala muito superiores aos anteriormente possíveis, abrindo novas fronteiras para o desenvolvimento da humanidade.

Ainda segundo Katare (2018), a IdC está em estágio inicial de crescimento por causa das limitações de processamento, enquanto a IA cresce muito rapidamente, o que justifica a combinação de ambas as tecnologias, e assim promover o desenvolvimento de novas tecnologias para colher os benefícios da IdC.

Assim sendo, uma análise do que já existe em IdC que possa beneficiar a integração com a IA é importante para trilhar novos caminhos.

1. Objetivos

1.1 Objetivo Geral

Fazer um levantamento do que há de relevante em IdC que permita uma melhor integração com a IA.

1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar a Internet das Coisas, a Computação em Nuvem e o Edge Computing;
- Apresentar aplicações e potenciais aplicações das tecnologias citadas, especialmente o Edge Computing;
- Apresentar perspectivas para aplicações futuras do Edge Computing.

2. Revisão da Literatura

A IA possui, dentre suas diversas possibilidades de aplicações, o potencial de redução da necessidade de intervenção humana em funcionalidades envolvendo aparelhos capazes de se conectar a redes digitais, como por exemplo a Internet. Tais aparelhos podem ser aplicados em processos industriais, médicos ou mesmo em tarefas comuns no dia a dia como acender ou apagar luzes de acordo com a necessidade do usuário, conforme explica Katare (2018).

Bahrammirzaee (2010) apresenta uma discussão de aplicações da IA em ambientes financeiros, envolvendo previsões, concessão de crédito e gerenciamento de portfólios. Os dados conhecidos dos clientes são injetados em uma rede neural — meio utilizado para realizar o aprendizado de máquina, utilizando exemplos para treinamento do sistema até que ele apresente resultados satisfatórios (HARDESTY, 2020) — que após adquirir precisão aceitável é utilizada para tomar decisões relacionadas ao crédito (o mesmo princípio se aplica às demais operações). Xu (2019) apresenta uma discussão da aplicação da IA em tratamentos médicos relacionados a câncer, de forma a personalizar o tratamento para o combate específico às formas de câncer utilizando a larga base de dados existente sobre os genomas cancerígenos conhecidos. A IA é utilizada para acelerar a obtenção e interpretação dos genomas obtidos, um processo normalmente lento e até então feito por especialistas na área, o que afeta a escalabilidade e reprodutividade do processo. Shanin (2016) apresenta uma aplicação de IA no uso de fundações para obras, que permite uma melhor previsão de comportamento geral em relação às técnicas tradicionais de engenharia, permitindo construções mais seguras e mais otimizadas para o terreno e localidade definidos.

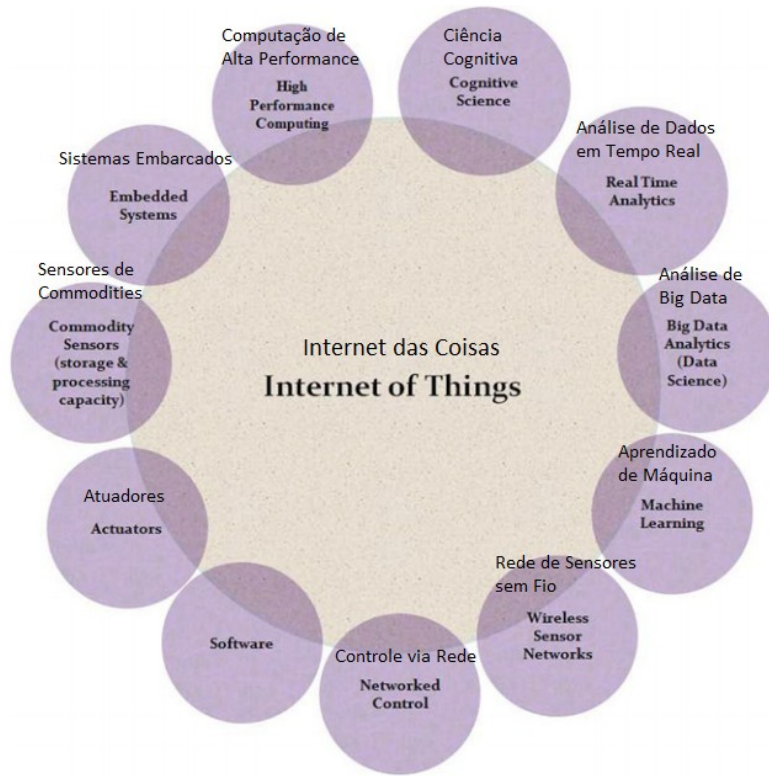
Segundo Ghosh (2018), houve um crescimento da quantidade de equipamentos capazes de se conectar à internet e a tendência de crescimento é ainda maior, além do alcance das tarefas capazes de serem realizadas graças à IA. Algumas aplicações conhecidas são: assistentes de voz, capazes de auxiliar os usuários no uso de outros serviços tais como interagir com outros equipamentos da própria casa, fazer compras ou reservar vagas em restaurantes, dispositivos mais inteligentes, capazes de reconhecer rostos, vozes ou letras, além de aplicações industriais como

análise em tempo real da linha de produção com identificação de anomalias e predição de problemas. Um resumo das possibilidades é exibido na figura 1.

Continua Ghosh (2018), uma vantagem de dispositivos IdC, capazes de produzir ou coletar dados, processar dados, enviar ou receber dados e consegue identificar a si mesmo, é que pode transmitir informação sobre si mesmo e como consequência é possível conectá-lo ao mundo físico, além de poder controlá-lo remotamente se assim for desejado, conforme figura 2. Qualquer aparelho celular atual é uma grande central de sensores, permitindo obtenção de imagens, dados de localização geográfica e sua própria situação física (se está em movimento, se está caindo, etc). Outros exemplos de presença da IdC em aparelhos são: TVs, automóveis, atuadores industriais, câmeras, laptops, consoles para jogos, geladeiras, máquinas de lavar, e muitos outros.

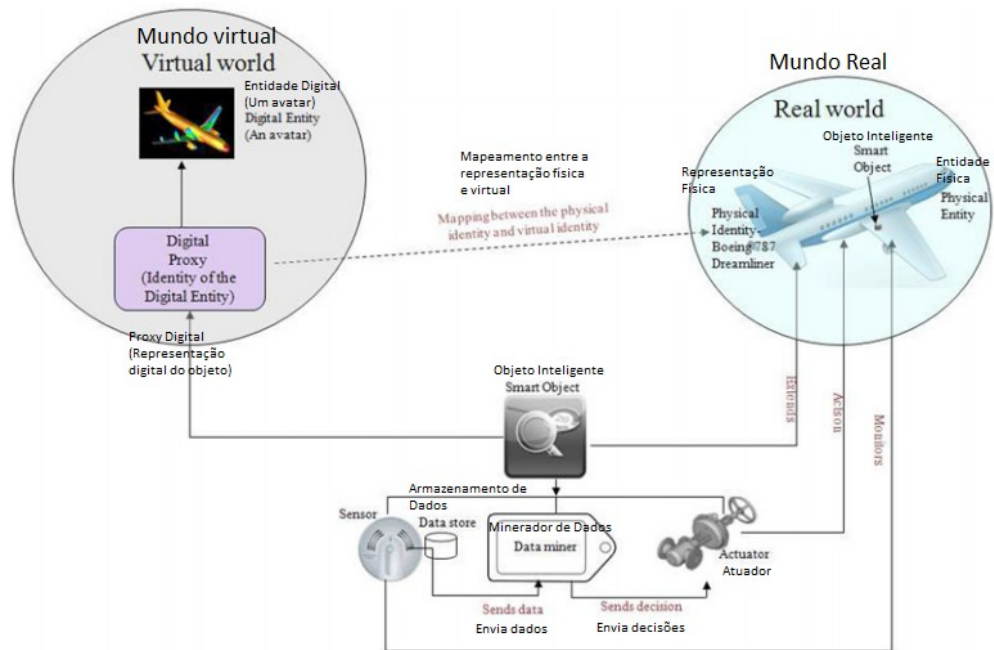
Ainda segundo Ghosh (2018), os aparelhos IdC podem ter capacidades limitadas de armazenamento e poder de processamento, o que significa a necessidade de divisão de tarefas: atividades simples, como o alarme de um relógio inteligente, são feitas localmente, sem a necessidade de transmissão de qualquer informação, enquanto funções mais elaboradas, que precisam realizar tomadas de decisão para longo prazo, pode ser necessário transferir os dados para processamento em ambientes remotos, mais aptos a atender a demanda.

Figura 1 – Aplicações da Internet das Coisas



Fonte: Adaptado de GHOSH, 2018

Figura 2 – Integração com a realidade



Fonte: Adaptado de GHOSH, 2018

Aparelhos que existem na Internet das coisas (IdC) são casos típicos de aparelhos capazes de coletar informações suficientes para uma tomada de decisão, mas de acordo com Merenda (2020), raramente conseguem, por conta própria, executar um software de IA, exigindo algoritmos produzidos especificamente para estes aparelhos limitados, como o edge machine learning.

Katare (2018) informa que a IdC por si só também sofre com desafios a serem solucionados, tal como a escalabilidade, a complexidade do software e a interpretação de dados, além de a escalabilidade requerer que as aplicações em IdC sejam aplicáveis tanto em ambientes de grande escala e pequena escala, de forma que se adapte de maneira uniforme independentemente do tamanho. Para a complexidade de software espera-se que sejam desenvolvidos aparelhos inteligentes e que, portanto, utilizem o mínimo de complexidade para entrega de bom desempenho. Do mesmo modo, a interpretação dos dados precisa ser realizada da maneira mais precisa possível. Estes três pilares dependem da capacidade de execução de softwares dentro das limitações do tipo de aparelho ao qual fará uso da tecnologia.

Ainda segundo Katare (2018), outros dois desafios relevantes são a interoperabilidade e a descoberta de ambiente, ambos essenciais ao lidar com a IdC e com a IA. Os aparelhos envolvidos são diversos e é desejável que estes possuam a capacidade de se adaptar automaticamente a um novo ambiente operacional, de modo que sejam padronizados de acordo com o domínio que é convencional à internet.

Soluções envolvendo IA costumam envolver grande quantidade de dados processados por algoritmos que requerem alto poder computacional. Uma forma proposta para a viabilização, segundo (GHOSH, 2018), de tal processo é a transferência dos dados via rede para computadores mais aptos a atender as demandas da IA e a posterior devolução de respostas ao aparelho IdC, tais como o Microsoft Azure, da Microsoft ou o Google Cloud Platform, da Google, que disponibilizam acesso à enorme capacidade de processamento do sistema de nuvem de suas respectivas empresas em aplicações envolvendo IA.

Ainda segundo Ghosh (2018), esse tipo de viabilização adiciona mais desafios a serem superados, como a segurança da rede, dos computadores envolvidos e dos dados. A falta de segurança pode comprometer a confiança dos dados que por consequência coloca em risco a vida de seus usuários, como é o caso de aplicações médicas. Desafia também a compatibilidade entre os aparelhos envolvidos, que precisam ser capazes de se comunicar e se compreender, mesmo sendo bem diferentes entre si, ou não conseguirão participar eficientemente de um processo envolvendo IA. Superados estes desafios, o fator tempo de comunicação em si é relevante em várias aplicações envolvendo decisões rápidas, como sistemas de pilotagem autônoma, robôs recepcionistas ou controladores automáticos de ferramentas industriais, e precisa considerar o tempo necessário para ida e vinda de dados.

Grandes empresas de tecnologia utilizam computação na nuvem. Segundo Pedrosa e Nogueira (2011) a nuvem é um modelo de computação que permite o acesso às aplicações e serviços em qualquer lugar e independente de plataforma, bastando apenas ter uma forma de acesso ao mesmo. Ao usuário final fica disponibilizado apenas uma interface, escondendo toda a complexidade da estrutura, que é composta por hardwares, softwares, estruturas de rede, locais para armazenamento de dados (bancos de dados), equipamentos para controle dos recursos, e o que mais for necessário para a prestação do serviço para quem requisitar. Borges (2011) complementa, definindo a nuvem como um paradigma de infraestrutura que estabelece o software como serviço, baseado na internet com o objetivo de fornecer funcionalidades de uma forma mais acessível, sendo cobrado pelo uso.

Segundo Hayes (2008), o processamento remoto se utiliza do princípio de transferir os dados para os computadores da nuvem, mais apto ao processamento e a posterior devolução de uma resposta ao aparelho requisitante, dedicando grupos grandes de computadores para permitir que aparelhos residenciais possuam sua funcionalidade incrementada significativamente via IA. Ghosh (2018) complementa que alguns dos serviços de IA na nuvem mais conhecidos são: Alexa, da Amazon, Siri, da Apple, e o Google Assistant, da Google. Todos os citados permitem integração via seus respectivos kits de desenvolvimento de software com qualquer aparelho capaz de extrair alguma utilidade dos mesmos, e consequentemente

permitindo comandos de voz em uma Smart TV ou celular, “digitar” um texto via voz, fazer compras online e organizar agenda de compromissos automaticamente.

Segundo Ghosh (2018), na indústria há a aplicação do mesmo conceito para a elaboração de robôs humanoides capazes de atuarem no atendimento ao público com um elevado grau de similaridade a um humano na mesma função, sendo capazes inclusive de simular reações emocionais ou mesmo realizar tarefas mais complexas, como atuação artística ou culinária. A Hanson Robotics desenvolve a Sophia, um robô capaz de interagir como um humano e que já participou de vários eventos pelo mundo, e é também uma plataforma de pesquisa em IA.

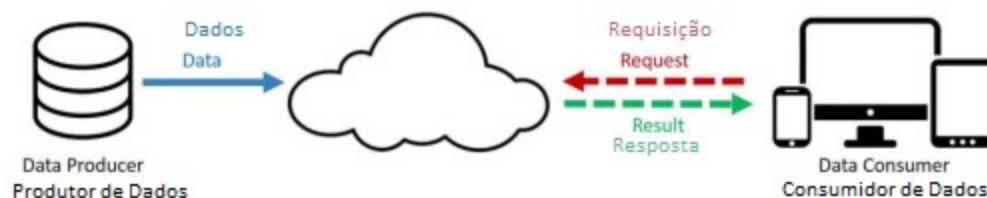
A estrutura de nuvem para o uso de IA sofre com a necessidade de cada vez mais recursos de processamento e transmissão por causa do cada vez maior volume de aparelhos que precisam ser atendidos. Wang (2020) afirma que há uma estimativa de produção de dados em dispositivos fora da nuvem na casa de 850 Zettabytes (um zettabyte equivale a 2^{70} bytes ou duas vezes o que existia na Web em 2009 (WRAY, 2009)), enquanto o fluxo de dados é de apenas 20.6 Zettabytes, o que já incentiva o uso de soluções distribuídas em detrimento de concentrar tudo na nuvem. Mas essas soluções estão gradativamente sendo insuficientes para lidar com todo esse volume de dados e controle de todo esse poder de processamento, pois a nuvem ainda é o elo final de todas estas operações, o que apresenta sérios desafios em termos de poder computacional e infraestrutura de rede, além do tempo de resposta não ser satisfatório principalmente para serviços que exigem tempos de resposta muito baixos, tais como direção autônoma ou dispositivos médicos.

Uma proposta, segundo Dolui (2017) para solucionar esse tipo de problema é apresentado no que ficou conhecido como Edge Computing (EC), que transfere parte da responsabilidade do processamento de dados para aparelhos na borda de rede, seja nuvens locais, seja o próprio aparelho IdC, ou mesmo uma combinação dos dois, e o que for mais complexo para ser processado é mandado para uma nuvem tradicional para efetuar a tarefa. Ao contrário da estrutura atual, uma parte considerável dos problemas sequer chegariam na nuvem tradicional para serem processados, apenas aquilo que realmente não houvesse outra forma seria mandado para lá, o que reduziria custos com estrutura de rede e reduziria o tempo

de resposta do sistema, resolvendo o problema de latência principalmente para as aplicações que precisam atuar em tempo real.

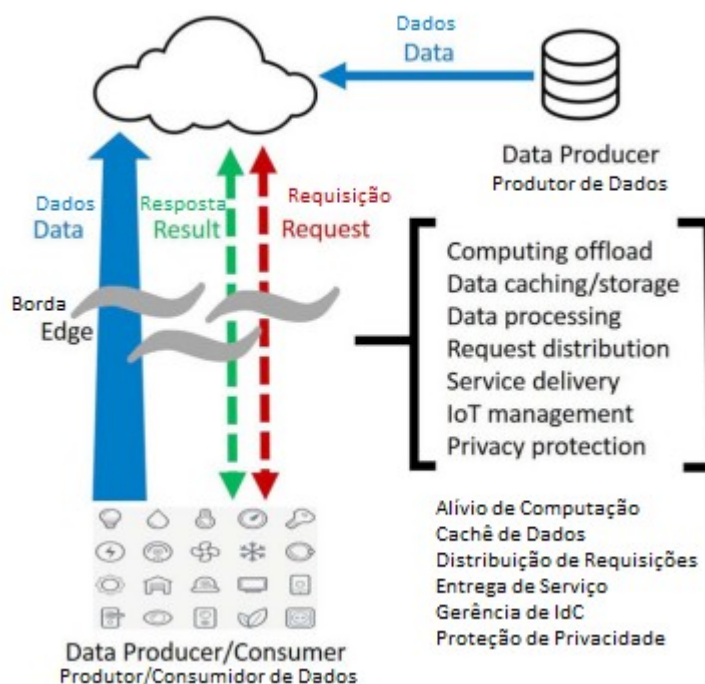
A ideia central do EC, conforme Shi (2016), é adequar a estrutura atual da internet ao impacto dos dispositivos IdC cada vez mais presentes no cotidiano, e com requisitos distintos daqueles exigidos por sistemas tradicionais: dispositivos IdC não apenas consomem dados, mas produzem muitos dados, e eles apresentam limitações de poder de processamento e energia, que podem ser mitigados se o processamento for feito externamente. A transmissão dos dados de tais dispositivos para a nuvem tradicional congestiona os canais de transmissão, enquanto a demanda por processamento é muito grande, mesmo para grandes nuvens, e cujos efeitos combinados significam atrasos significativos nas respostas e custos enormes com infraestrutura de rede e computadores para incrementarem o poder de processamento da nuvem. Ao utilizar intermediários mais próximos fisicamente para transmitir e processar tais dados, não apenas os custos de infraestrutura de rede caem substancialmente como o tempo de resposta se torna muito mais curto, pois a estrutura local apenas processa dados locais e a transmissão é feita por um caminho físico bem mais curto, além de aliviar a demanda das nuvens tradicionais, cuja infraestrutura agora pode ser utilizada para lidar apenas com os problemas complexos demais para serem resolvidos localmente. As figuras 3 e 4 apresentam imagens resumindo os conceitos descritos acima.

Figura 3 – Estrutura de nuvem tradicional



Fonte: Adaptado de SHI, 2016

Figura 4 – Estrutura de Edge Computing



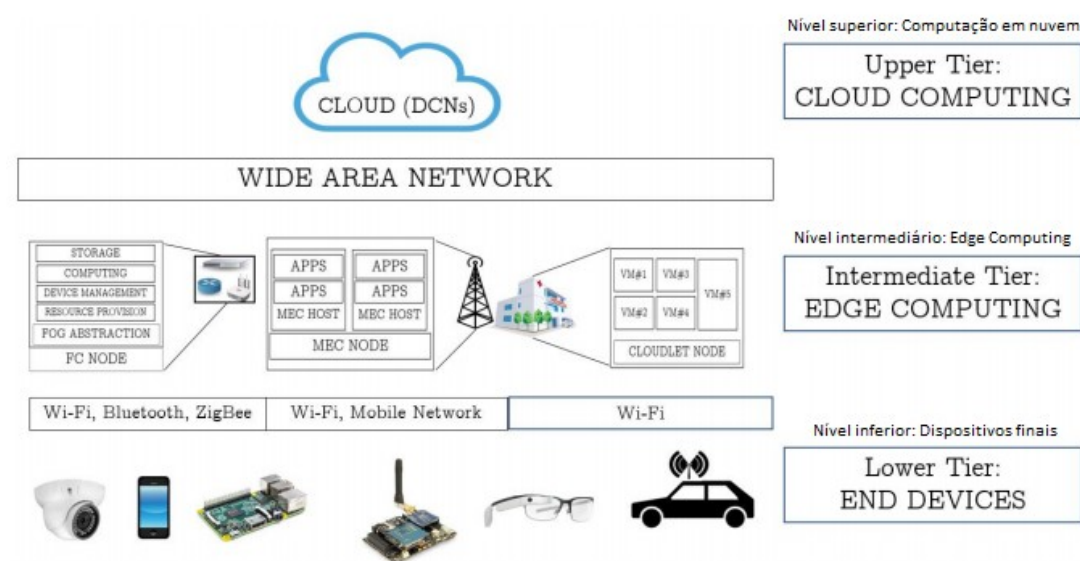
Fonte: Adaptado de SHI, 2016

Na proposta de EC, de acordo com Wang (2020), há problemas para serem resolvidos. Um deles é a coordenação de todos esses recursos envolvidos na rede. Na computação em nuvem tradicional, os recursos computacionais e de rede já são conhecidos ou podem ser estimados matematicamente com grande precisão, além de a própria nuvem comandar a execução dos serviços, enquanto no conceito de EC os recursos disponíveis são bem variáveis (aparelhos IdC e nuvens locais não necessariamente estarão disponíveis para as tarefas que antes eram integralmente solucionadas na nuvem) e não necessariamente estarão sob controle total na nuvem, o que por si só já exige um sistema inteligente apenas para organizar os recursos disponíveis em tempo real. Outro problema é a segurança e privacidade dos dados: apesar da vantagem de precisar transmitir menos dados por longas cadeias de transmissão (e conseqüentemente reduzir a exposição dos dados na rede), há agora mais aspectos do sistema a serem protegidos, pois agora cabe aos diversos sistemas na ponta da rede decidir o que vai para a nuvem tradicional e o que será resolvido localmente.

Segundo Dolui (2017), a própria ideia de EC não é monolítica, apresentando variantes ao longo de todo o trabalho acadêmico existente. As mais conhecidas, e representadas na figura 5, são:

- Fog Computing (FC), com sua estrutura descentralizada e um número variável de elementos computacionais entre o usuário final e a nuvem, cuja complexidade é oculta dos elementos na ponta dessa estrutura;
- Mobile EC (MEC), que inclui estruturas de processamento e armazenamento nas antenas de rádio, e via virtualização, é capaz de fornecer poder computacional aos dispositivos presentes naquela rede;
- Cloudlet Computing, que são pequenas estruturas de nuvem, mais próximas do usuário na ponta da rede, que atuam como intermediários entre os dispositivos nas pontas, em uma estrutura com camadas e hierarquia bem definidas.

Figura 5 – Variações do Edge Computing



Fonte: Adaptado de DOLUI, 2017

O conceito de EC já encontra propostas para a utilização de seu potencial e melhorar processos já existentes:

- Abdellatif (2019) faz uma proposta de integrar serviços de saúde em redes com EC, aproveitando da imensa produção de dados dos aparelhos IdC e a capacidade de processamento do EC combinada com a IA para monitorar pacientes remotamente, prevendo problemas futuros na saúde do paciente ou

mesmo detectando a necessidade de atendimento médico emergencial, em que o tempo para agir faz muita diferença no prognóstico da vítima;

- Debauche (2020) apresenta uma proposta de implementação de um sistema inteligente para monitoramento do ambiente de uma granja em busca de concentrações fora do padrão de gases tóxicos e controle de umidade, além do monitoramento da alimentação das aves, e é capaz de fazer previsões das condições futuras do ambiente via IA, cujos dados de entrada são facilitados pelo EC;
- Debauche (2020) também elabora uma proposta de um sistema para controle climático na criação de plantas em estufa e animais exóticos, ambos com ganhos expressivos de produção se controlados precisamente. O sistema é composto de partes de diversos fornecedores e, graças à IA e o EC, o equipamento e o material utilizado pode ser alterado para o de outros fornecedores e a inteligência do sistema seria capaz de adaptar a estrutura para funcionar adequadamente mesmo com tais alterações, sem necessidade de fazer nova análise de tudo;
- El Moulat (2020) apresenta uma proposta de um sistema capaz de monitorar em tempo real o risco de deslizamento de terras. Ao utilizar os dados provenientes de dispositivos diversos, a IA é capaz de melhor analisar os riscos de deslizamento e o EC permitiu reduzir drasticamente o fluxo de dados para a nuvem e o fluxo de dados médio na rede: tanto o fluxo para a nuvem quanto o fluxo médio de dados caiu em mais de 90% no experimento realizado;
- Li (2019) propõe um sistema capaz de organizar e coordenar os diversos sistemas presentes em uma indústria inteligente via aplicação de IA em uma estrutura de EC, permitindo ações em tempo real, com consumo otimizado de energia e desempenho satisfatório do processo de produção.

Quanto à demanda e a utilização futura do EC, Pham (2020) fala sobre a existência das futuras redes 5G, que prometem aumentar consideravelmente o fluxo e produção de dados, abrindo novas possibilidades em termos de aplicações em tempo real, tais como veículos sem motoristas, aplicações em robótica, realidade virtual ou streaming de aplicativos para dispositivos que originalmente seriam

incapazes de executá-los. Aplicativos que envolvam IA receberão grande suporte das capacidades adicionais do 5G, enquanto o EC viabilizará os custos de infraestrutura de redes e os custos com a nuvem, permitindo distribuir o fluxo adicional de dados de forma mais eficiente, sem sobrecarregar os elementos da rede e disponibilizando comunicação com baixa latência, abrindo novas possibilidades para os desenvolvedores de sistemas.

Em termos de estrutura a ser implementada para dar suporte ao EC (com exemplos na figura 6), Miller (2020) informa que há problemas práticos enfrentados por empresas do setor, como a Cisco, que informou falhas em três quartos dos projetos de IdC que implementou, com metade desses problemas causados pela falta de expertise na área e em 2019 a Microsoft informou que 38% dos decisores relacionados a projetos de IdC se frustram com a falta de habilidades técnicas relacionados à área, e 47% não conseguem mão de obra capacitada para atuar na área. Há a situação dos investidores e dos usuários finais atuais estarem focados em custo-benefício de curto prazo, o que apresenta uma oportunidade de expandir a implementação do conceito, pois de acordo com consultores da área, a economia de custos com a implementação do EC será de 4,1 trilhões de dólares até 2030. É informado que mesmo com toda a vantagem de longo prazo da EC, não é necessariamente todo o projeto que dará certo, pois o custo inicial não é barato e ainda não há um modelo replicável para uso comum, mas que certamente todas as instalações para EC serão automatizadas, sem presença humana e remotamente geridas. Como ainda é uma área muito nova, há muito o que fazer para tornar realidade o sistema, e isso já vem sendo feito por empresas do ramo e empresas criadas com essa finalidade, interessadas em explorar o potencial da tecnologia.

Figura 6 - Exemplos de estruturas para Edge Computing. (a) Data Center da Vapor, (b) Data Center da Anthem, (c) DataStation da SRP e (d) Carro Autônomo da Ford



Fonte: Adaptado de MILLER, 2020

Considerações Finais

Neste trabalho foi levantado o que há de mais utilizado em termos de IA aplicada a dispositivos IdC, com uma abordagem mais prática em termos de propostas atuais e desafios enfrentados.

Com base no que foi descrito é possível concluirmos que atualmente as tecnologias voltadas para IdC enfrentam desafios de natureza técnica, física e lógica e ainda há muito trabalho a ser feito para resolvê-los de modo a compensar as dificuldades intrínsecas da tecnologia.

A infraestrutura, em especial, é um problema bem complexo para ser resolvido por causa da grande variedade e mutabilidade das regras estatais em diversos lugares, o que vai exigir grande criatividade dos envolvidos no estabelecimento de equipamentos de apoio para a EC.

Resolvidos os desafios, o potencial de aplicação da IA em escala muito maior que a utilizada hoje é muito promissora, principalmente por viabilizar a transmissão de dados e o processamento dos algoritmos de IA em larga escala, permitindo que até dispositivos mais simples se beneficiem de sistemas mais inteligentes, capazes de atuar sem necessidade de intervenção ou supervisão constantes de pessoas especializadas em determinada tarefa.

Robôs como a Sophia podem funcionar como atendentes 24 h, sempre atendendo da melhor forma possível. Especialistas de diversas áreas podem ser menos demandados ao delegar parte de suas responsabilidades a um sistema de IA, de fácil acesso graças à EC. Monitoramentos, análises e tarefas repetitivas em geral já são automatizadas, e agora poderão ser automatizadas em nível de controle e decisão. Com poder computacional disponibilizado de forma barata e rápida, não mais será obrigatório ter que comprar computadores velozes para executar certas tarefas, podendo ser substituído por um plano de assinatura e com a vantagem de não precisar se preocupar tanto com a obsolescência do computador.

Com a ajuda da IA de fácil acesso, viabiliza-se uma quantidade maior de negócios, agora podendo operar com menos pessoas, apoiadas por sistemas de IA otimizadas para as atividades necessárias ao bom funcionamento da organização, melhora-se processos e técnicas já conhecidas via assistência da IA em cálculos de engenharia, monitoramento e organização de processos, sistemas de predições e o que mais for interessante para reduzir as incertezas e otimizar as atividades já existentes, liberando recursos escassos imobilizados em tarefas atuais e permitindo a extensão das atividades produtivas da sociedade, elevando a riqueza de todos.

Em suma, o EC vai revolucionar o fluxo e tratamento de dados e trará vantagens competitivas para aqueles que se prepararem para tal, tanto em empresas, que poderão prestar melhores serviços, quanto a população, que se beneficiará de recursos mais eficientes e acessíveis.

Referências

ABDELLATIF, Alaa Awad et al. **Edge computing for smart health: Context-aware approaches, opportunities, and challenges**. IEEE Network, v. 33, n. 3, p. 196-203, 2019.

BAHRAMMIRZAEI, Arash. **A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems**. Neural Computing and Applications, v. 19, n. 8, p. 1165-1195, 2010.

BORGES, Hélder Pereira et al. **Computação em nuvem**. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, v. 87, 2011.

BOSE, Bimal K. **Artificial intelligence techniques in smart grid and renewable energy systems—Some example applications**. Proceedings of the IEEE, v. 105, n. 11, p. 2262-2273, 2017.

DEBAUCHE, Olivier et al. **Edge computing and artificial intelligence for real-time poultry monitoring**. Procedia Computer Science, v. 175, p. 534-541, 2020.

DEBAUCHE, Olivier et al. **Edge computing and artificial intelligence semantically driven. application to a climatic enclosure**. Procedia Computer Science, v. 175, p. 542-547, 2020.

DOLUI, Koustabh; DATTA, Soumya Kanti. **Comparison of edge computing implementations: Fog computing, cloudlet and mobile edge computing**. In: 2017 Global Internet of Things Summit (GloTS). IEEE, 2017. p. 1-6.

EL MOULAT, Meryem et al. **Edge computing and artificial intelligence for landslides monitoring**. Procedia Computer Science, 2020.

FRAGKOS, Georgios; TSIROPOULOU, Eirini Eleni; PAPAVALASSILOU, Symeon. **Artificial intelligence enabled distributed edge computing for Internet of Things**

applications. In: 2020 16th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS). IEEE, 2020. p. 450-457.

GHOSH, Ashish; CHAKRABORTY, Debasrita; LAW, Anwasha. **Artificial intelligence in Internet of things.** CAAI Transactions on Intelligence Technology, v. 3, n. 4, p. 208-218, 2018.

HARDESTY, Larry. **Explained: neural networks.** Disponível em: <<http://news.mit.edu/2017/explained-neural-networks-deep-learning-0414>>, Acessado em: 08 out. 2020.

HAYES, Brian. **Cloud computing.** Communications of the ACM, v. 51, n. 7, p. 9-11, 2008.

KATARE, Geetanjali; PADIHAR, Gourish; QUERESHI, Z. **Challenges in the integration of artificial intelligence and Internet of things.** International Journal of System and Software Engineering, v. 6, n. 2, p. 10-15, 2018.

LI, Xiaomin et al. **A hybrid computing solution and resource scheduling strategy for edge computing in smart manufacturing.** IEEE Transactions on Industrial Informatics, v. 15, n. 7, p. 4225-4234, 2019.

MERENDA, Massimo; PORCARO, Carlo; IERO, Demetrio. **Edge Machine Learning for AI-Enabled IoT Devices: A Review.** Sensors, v. 20, n. 9, p. 2533, 2020.

MILLER, Rich. **Edge Computing: A New Architecture for a Hyperconnected World,** Data Center Frontier, 2020.

PEDROSA, Paulo HC; NOGUEIRA, Tiago. **Computação em nuvem.** Unicamp, 2011.

PHAM, Quoc-Viet et al. **A survey of multi-access edge computing in 5G and beyond: Fundamentals, technology integration, and state-of-the-art.** IEEE Access, v. 8, p. 116974-117017, 2020.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Artificial intelligence: a modern approach**. Prentice Hall, v. 1, 2002.

SANTOS, Bruno P. et al. **Internet das coisas: da teoria à prática**. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, v. 31, 2016.

SHAHIN, Mohamed A. **State-of-the-art review of some artificial intelligence applications in pile foundations**. Geoscience Frontiers, v. 7, n. 1, p. 33-44, 2016.

SHI, Weisong et al. **Edge computing: Vision and challenges**. IEEE internet of things journal, v. 3, n. 5, p. 637-646, 2016.

SOPHIA. Hanson Robotics. Disponível em:

<<https://www.hansonrobotics.com/sophia>> Acesso em: 08 nov. 2020

VARGHESE, Blesson et al. **Challenges and opportunities in edge computing**. In: 2016 IEEE International Conference on Smart Cloud (SmartCloud). IEEE, 2016. p. 20-26.

WANG, Xiaofei et al. **Convergence of edge computing and deep learning: A comprehensive survey**. IEEE Communications Surveys & Tutorials, v. 22, n. 2, p. 869-904, 2020.

WRAY, Richard. **Internet data heads for 500bn gigabytes**. The Guardian, 2009.

Disponível em: <<https://www.theguardian.com/business/2009/may/18/digital-content-expansion>> Acesso em: 08 nov. 2020

XU, Jia et al. **Translating cancer genomics into precision medicine with artificial intelligence: applications, challenges and future perspectives**. Human Genetics, v. 138, n. 2, p. 109-124, 2019.