

Indústria 4.0 e a robótica como substituição da mão de obra humana

**Vinicius Zanchet de Lima, Barbara Sulzbach Lopes, Taylor Balduino Barea,
Eduarda Bazanella Merlin, Letícia Ramalho Lipski**

RESUMO

O setor industrial tem passado por grandes mudanças desde a revolução industrial até como se conhece hoje. A indústria 4.0 é um dos métodos que começou a surgir para mudar o setor industrial, a partir de métodos tecnológicos. Por possuir pilares que compõem a indústria 4.0 contempla o pilar da robótica, o qual está acarretando a troca de mão de obra humana pela robótica e maquinário inteligente. O objetivo desta pesquisa, foi de compreender como surgiu a indústria 4.0 e como a robótica pode acarretar questões sociais devido ao constante receio da substituição da mão de obra humana, bem como compreender suas vantagens e desvantagens perante a este cenário. A presente pesquisa utilizou do método pesquisa bibliográfica, por meio de pesquisas em bases de dados sobre os temas indústria 4.0 e robótica. Após as pesquisas concluiu-se que a utilização da robótica é útil para as organizações, porém demanda altos custos de compra e a manutenção dos mesmos, ocasionando também questionamentos sociais se de fato vale a pena a implementação da robótica, uma vez que para a implementação da indústria 4.0 em uma organização ela necessita de vários fatores econômicos e sociais que atrapalham de ser aplicada em determinados países.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Robótica. Setor Industrial.

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros passos de um conceito de indústria o qual conhece-se atualmente, teve seu início no final do século XVIII, onde começara as primeiras revoluções industriais, as quais mudariam completamente o setor industrial. Uma vez que as industriais durante as revoluções passaram por métodos artesanais até os métodos mecânicos como são conhecidos e implementados hoje (CASSAPO, 2016).

Após estudos e avanços graduais da indústria 4.0, acabou-se por formar os pilares que a compõem, a indústria 4.0 contempla 9 a 10 pilares, variando para cada autor e para cada organização que a deseja implementar. Tais pilares fazem com que a indústria 4.0 torne-se o que ela é atualmente, envolvendo internet, novas tecnologias, robótica e alguns já conhecidos, como: internet das coisas e computação em nuvem (SANTOS et al. 2018).

O pilar da robótica por sua vez, é um dos principais pilares, devido a sua importância para o setor industrial, conforme Maia (2004), a robótica não só na indústria 4.0, mas em setores industriais que ainda não aderiram a esse modelo, vem crescendo gradativamente, contudo a utilização de robôs tem seus benefícios malefícios, o início da aplicação da robótica acabou gerando grandes discussões na sociedade.

O estudo da robótica ocorre desde os anos 50, ou seja, a robótica sempre esteve presente na humanidade, contudo, na indústria 4.0 a robótica é considerada como um dos principais pilares, não só a utilização de robôs autônomos como maquinário inteligente (SANTOS et al. 2018).

A importância do estudo da robótica é de grande valor, uma vez que a aplicação de robôs autônomos não só em setores industriais, mas em outros lugares corriqueiros já vem sendo uma realidade para a sociedade de países desenvolvidos (WOLF et al. 2009). Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo mostrar como a robótica tem influenciado o setor industrial e

principalmente na indústria 4.0, mostrando suas vantagens e desvantagens.

Não só no âmbito de negócios, mas também no social é relevante compreender sobre como a indústria 4.0 e a robótica tem acarretado questionamentos sociais, éticos e financeiros para o país que decide aplicá-la. Compreender vantagens da utilização de robôs e maquinário inteligente, contribui para o conhecimento e preparação para o progresso tecnológico que está por vir (MATOS, 2018).

Sendo assim, o trabalho foi construído em capítulos e subcapítulos para um melhor entendimento cronológico dos acontecimentos que trouxeram a indústria 4.0 para a história. No primeiro capítulo falará sobre a história da primeira revolução industrial, em seguida um subcapítulo sobre a produção enxuta, a qual foi um antecessor indústria 4.0.

O seguinte capítulo resumirá a história sobre a indústria 4.0 e como ocorreu o surgimento dela, os subcapítulos seguintes falarão sobre os 9 pilares que compõem a indústria 4.0, seguindo do capítulo principal a robótica como a substituição de mão obra humana bem como suas vantagens e desvantagens e por fim considerações finais, limitações e pesquisas futuras.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de utilizado foi de pesquisa bibliográfica, a qual se caracteriza por responder o problema principal da pesquisa buscando em referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as contribuições científicas que o estudo proporcionou. Tal método de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado (BOCCATO, 2006).

Conforme Salomon (2004), a pesquisa bibliográfica fundamenta-se em conhecimentos proporcionados pela Biblioteconomia e Documentação, entre outras ciências e técnicas aplicadas de forma metódica envolvendo a identificação, obtenção da informação e redação do trabalho científico. Este processo demanda uma busca planejada de informações bibliográficas para elaborar e formular um documento de pesquisa bibliográfica.

Segundo Gil (2014), a pesquisa bibliográfica pode também ser caracterizada como material já elaborado, constituído basicamente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho desta natureza, há algumas pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Partes dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisa bibliográficas, assim como certo número de pesquisas desenvolvidas a partir da técnica de análise de conteúdo.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizadas bases de dados bibliográficos, tais como: Scielo e Google Acadêmico. Conforme explica Galvão (2010), as bases de dados bibliográficos se destinam a um público-alvo, possui uma vasta quantidade de tipos de documentos e uma cobertura temática, ou seja, conteúdos de caráter informacional que são escolhidos pelo autor da pesquisa. Portanto, resume-se que nenhuma base de dados é exaustiva e que é preciso buscar a informação relevante em bases de dados adequadas e compatíveis com a temática a ser pesquisada.

Além de base de dados, também foram utilizados repositórios institucionais, onde encontram-se artigos publicados por outros acadêmicos. Crow (2002), resume o repositório institucional como um arquivo digital de produtos intelectuais criados por docentes, pesquisadores e estudantes de uma instituição, e de livre acesso aos demais.

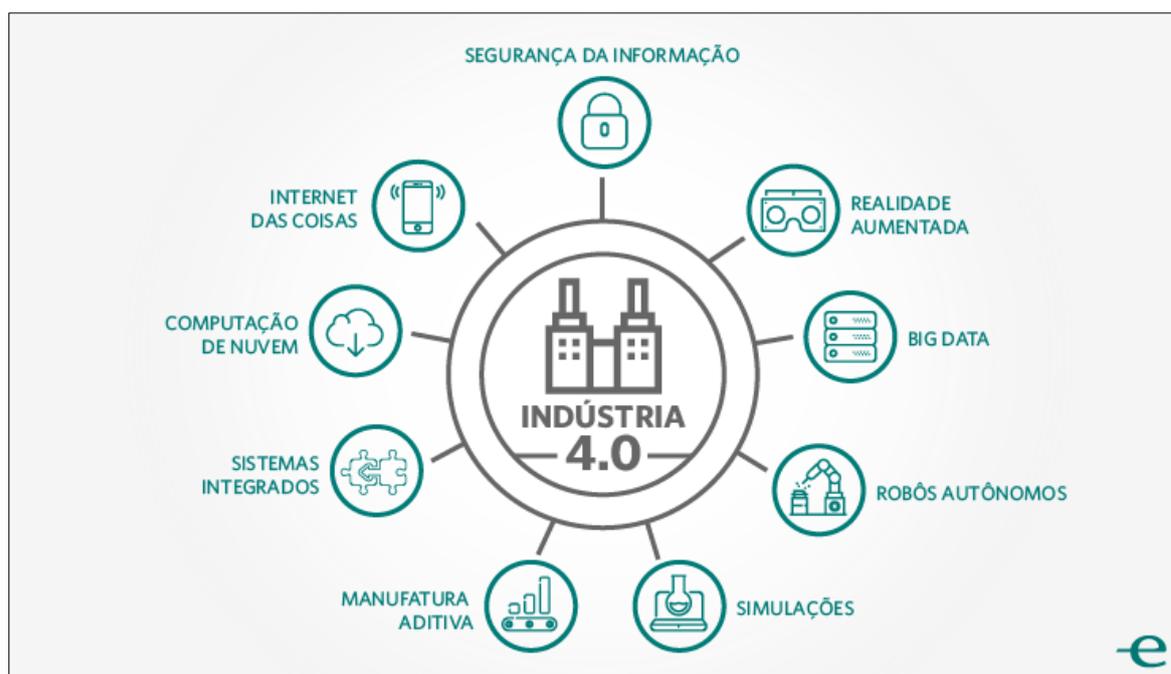
Por fim, utilizou-se também de revistas e livros, as revistas foram majoritariamente internacionais. Tais métodos originaram-se das pesquisas através das bases, uma vez que essas bases não só contêm artigos, mas artigos que provém de revistas. Utilizou-se da barra de pesquisa das bases, pesquisando por inicialmente revolução industrial, em seguida produção enxuta, indústria 4.0 e pôr fim a robótica.

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 OS PILARES QUE COMPOEM A INDÚSTRIA 4.0

Sabe-se que a indústria 4.0 tem por sua base em resumo a robótica e sistemas, que promovem melhorias contínuas na manufatura industrial. Entretanto pode-se ressaltar que a indústria 4.0 possui os pilares que a constitui (CARDOSO 2016). Alguns autores afirmam que são 10 pilares, já outros afirmam que são, porém (ESTÉVES 2016), afirma que são 9 pilares que estão sendo usados nos sistemas produtivos.

Figura 1 – Infográfico dos pilares da indústria 4.0



Fonte: (TERTULIANO et al. 2019)

3.1.1 Internet das Coisas

A internet das coisas IOT (*Internet of things*), foi criada em 1999 por Kevin Ashton, quando ele falara que nós chegaríamos ao tal ponto em avanços tecnológicos que computadores iriam coletar dados sem qualquer intervenção humana (SANTOS,2018). Nessa época a internet já existia, estava caminhando a passos largos até o momento que se conhece hoje.

Em uma entrevista Kevin Ashton afirmou: que o termo Internet of Things foi primeiro utilizando em seu trabalho intitulado “I made at Procter & Gamble” em 1999. Na época, a IoT era associada ao uso da tecnologia (ASHTON, 2009). A ideia por trás da internet das coisas é fazer a conexão de objetos à rede mundial de computadores, estabelecendo a união das redes dos humanos com as diversas redes de objetos (CARDOSO 2016).

A internet das coisas atualmente é considerada como uma das maiores tendências da tecnologia, ela nada mais é que a conexão web com vários objetos que utilizam no dia-a-dia tais como: construções, carros, etc (SCHWAB,2016). A palavra coisas, no termo internet das coisas, significa de fato “coisa”, ou seja, objetos inanimados (SANTOS, 2018).

Atualmente devido aos avanços tecnológicos, a humanidade convive com a internet das

coisas todos os dias, conexões com smartphones, tvs, carros, assistentes virtuais que auxiliam nos afazeres domésticos ou até mesmo em pesquisas. Fala comandos para os objetos, já virou algo comum atualmente (SANTOS, 2018).

Na indústria 4.0 a internet das coisas vem sendo uma aliada para a atual manufatura, sendo assim considerado um dos pilares da indústria 4.0, pois é através da internet das coisas que são feitas as conexões com maquinário e robôs industriais, as próprias “coisas” da indústria alertariam, como está a situação das máquinas por exemplo, fazendo assim com que se saiba quando fazer a manutenção ou uma atualização de software (NASSAR; VIEIRA, 2017)

3.1.2 Big Data

A big data é um grande aglomerado de dados armazenados, para o processamento do grande volume de informações, não é possível processá-los por meio de armazenamento e processamento comuns (SEREF; DUYGU, 2013).

Big Data é o fenômeno em que os dados são produzidos em vários formatos e armazenados por uma grande quantidade de dispositivos e equipamentos (AMARAL, 2016). As soluções de Big Data são feitas para lidar com um grande volume de dados não-estruturados. Ou seja, eles não têm relação entre si e nem uma estrutura definida. Como, por exemplo, posts no Facebook, vídeos, fotos, tweets, geolocalização, comportamento (RODRIGUES, 2019)

Atualmente geram-se dados de quase tudo que uma pessoa faz, segundo os bytes são exemplos de dados que são armazenados, como por exemplo 385 terabytes guardam todo o catálogo da Biblioteca do Congresso americano, a maior do mundo, enquanto 1,8 zettabyte armazena todos os dados acumulados pela civilização em um ano. Comparando com os 3 exabytes que a humanidade conseguia guardar em 1986 (hoje são produzidos quase o dobro disto em 2 dias) (LOH, 2014).

A complexidade da big data, fez com que, Doug Laney no ano de 2000, criasse uma perspectiva diferente do big data, surgindo assim os 3V's, que atualmente se transformaram em 5V's: velocidade, variedade, veracidade e valor (CARDOSO, 2016).

A grande quantidade de dados processados por dia é gigantesca, tais volumes podem ser gerados através de: e-mails, transferências bancárias, downloads, uploads, etc. é considerado um desafio o processamento de tais dados diariamente, bem como processá-los de maneira de que sejam apenas filtrados dados úteis para as empresas (VIEIRA et al. 2011). A velocidade é necessária, pois se o número de dados é enorme a velocidade de processamento tem de ser equiparada com a quantidade, portanto é necessário que esses dados sejam processados em tempo real, pois se tornam obsoletos rapidamente (GALDINO, 2015).

Devido aos dados serem dos mais variados tipos, desde imagens, textos, vídeos, etc, é necessário um processamento que consiga separar os tipos de dados que estão sendo fornecidos. Com grande quantidade de informações sendo recebidas e enviadas e as mesmas sendo variadas, é importante, dados desatualizados podem ser considerados inverídicos não porque tenham sido gerados com segundas intenções, mas porque não correspondem mais à realidade, por isso é necessário cuidado com a veracidade dos dados. (KAISLER, et al. 2013)

Segundo Taurion, (2013). Nem todos os dados são importantes, é necessário verificar se tais dados possuem valor, se são realmente relevantes. É necessário estar focado para a orientação do negócio, o valor que a coleta e análise dos dados trará para o negócio. Não é viável realizar todo o processo de *Big Data* se não se tem questionamentos que ajudem o negócio de modo realístico (Também é importante a empresa estar atenta aos custos envolvidos nessa operação, o valor agregado de todo esse trabalho desenvolvido, coleta, armazenamento e análise de todos esses dados têm de compensar os custos financeiros envolvidos).

No âmbito da indústria 4.0, a big data contribui no controle de dados da empresa, tais

como: estoque, funcionários, e-mails e assim por diante. O Big Data se bem explorado, pode contribuir para: redução de custos, redução de tempo produção e manutenção de máquinas, respostas rápidas a reclamações de mercado, melhoramento e criação de novos produtos. (SILVA, 2018)

3.1.3 Manufatura Aditiva

A manufatura aditiva (MA) compreende os processos necessários para fabricação de produtos através de processos de produção aditivos (de material), e tem atraído cada vez mais o interesse de empresas e pesquisadores por apresentar diversas vantagens em relação aos processos de produção subtrativos (de material) (GUTIERRES, et al. 2017).

A manufatura aditiva reúne um grupo de tecnologias que através de um sistema que desenvolve produtos 3D, acabam gerando o produto físico. Atualmente as impressoras 3D, exercem a função de manufatura aditiva (ALBERTI, et al. 2014).

A manufatura aditiva possui não requer a utilização de moldes, pois tudo é feito pelos programas de desenvolvimento 3D, isso reduz custos de fabricação (CARDOSO, 2016). Apesar das grandes vantagens, os processos de manufatura aditiva possuem diversos obstáculos, os quais necessitam ser superados a fim de tornar esses processos mais viáveis.

Pode-se citar o tempo de fabricação de um único componente, que é muito maior comparado ao dos processos de fabricação em massa, disponibilidade de máquinas com a flexibilidade necessária para trabalhar com diversos materiais, geometrias e precisão adequada, que variam de acordo com a peça e custo de equipamentos. Devido a constante busca das organizações em implementarem a indústria 4.0, é possível que se consiga executar uma grande produção por meio da manufatura aditiva (ALBERTI, et al. 2014).

3.1.4 Computação Em Nuvem

O termo computação em nuvem surgiu em 1997 criado pelo professor de T.I Ramnath Chellappa, porém o conceito de computação na nuvem começara em 1960 onde: De acordo com Soares et al. (2011), a influência mais importante no desenvolvimento da ARPANET, que imaginava a computação na forma de uma rede global, e John McCarthy (que cunhou o termo “inteligência artificial”, que definia a computação como uma utilidade pública. Alguns dos primeiros usos foram vistos no processamento de transações financeiras e dados do censo. Ao longo dos anos as empresas começaram a aderir a computação em nuvem, pois reduzia custos, e simplificava burocracias dos setores de T.I, emissão de papel, e licenças de softwares (BOLSONI et al. 2009).

A computação em nuvem é o compartilhamento de dados pela internet, similar ao e-mail, porém pode-se compartilhar qualquer tipo de arquivo e manter o mesmo guardado, como se fosse um hd ou um cartão de memória. Conforme Cogo (2013), os arquivos podem ser acessados de qualquer lugar, desde que se tenha, um tablet, smartphone, notebook e uma conexão com a internet. É um método on-line em que uma organização consiga compartilhar seus dados entre si com mais agilidade e em qualquer lugar.

A computação em nuvem surge da necessidade de construir infraestruturas de TI complexas, onde os usuários têm que realizar instalação, configuração e atualização de sistemas de software. Em geral, os recursos de computação e hardware são propensos a ficarem obsoletos rapidamente e a utilização de plataformas computacionais de terceiros é uma solução inteligente para os usuários lidarem com a infraestrutura de TI (SOUSA, 2010).

Na computação em nuvem os recursos de TI são fornecidos como um serviço, permitindo que os usuários o acessem sem a necessidade de conhecimento sobre a tecnologia

utilizada de qualquer lugar possível, desde que haja uma conexão com internet. Assim, os usuários e as empresas passaram a acessar os serviços sob demanda e independente de localização, o que aumentou a quantidade de serviços disponíveis (TIGRE; NORONHA, 2013) Na indústria 4.0, as quase infinitas possibilidades de compartilhamento pela nuvem, irão contribuir substancialmente para manter tudo em ordem e atualizado.

3.1.5 Cyber Segurança

A indústria 4.0 tem por sua base, a utilização de sistemas que possuem informações sigilosas e importantes para a organização, desde valores financeiros até quantidade estoque por exemplo, fazendo com que uma possível invasão ou perda desses acabe gerando perdas financeiras ou até mesmo colocar em risco vidas humanas (CARDOSO, 2016).

A cyber segurança é nome dado a procedimentos de segurança online, visam proteger dados, proteger os gadgets de vírus ou spywares, a proteção online. Grandes sites do governo, ou grandes corporações como o Google por exemplo, utilizam de cyber segurança para protegem os dados de seus usuários. Machado (2018), explica: Se a cyber segurança não for utilizada por provedores ou usuários, poderiam causar os seguintes danos: Perda parcial ou total de dados; roubo de senhas, identidade, dados bancários, entre outros, suborno para resgate de informações sigilosas, espionagem, manipulação de dados corporativos e disseminação de SPAM.

Por sua vez a indústria 4.0 deve aderir a cyber segurança, uma vez que utiliza big data e internet das coisas, sistemas interligados com máquina e equipamentos, até mesmo os robôs. “Os sistemas industriais antes estavam protegidos devido ao seu isolamento e a falta de conexão com redes externas o que não representa a realidade atual. Estudos apontam que 35% das anomalias no funcionamento das redes industriais pode ser atribuída a invasões cibernética.” (CARDOSO, 2016).

Toda e qualquer organização deve aderir a cyber segurança, a organização já tem implementado a indústria 4.0 deve implementar também os seguintes itens: Política de segurança interna, controle de acesso e detecção de invasão, uso de assinaturas digitais, isolamento de conexão, monitoramento de sistemas e redes. A cyber segurança destina-se para proteger redes não só industriais, mas sistemas, desktops, smartphones, etc. Ela permite que os dados sejam protegidos e mantidos em sigilo, ou livre de malwares e espionagem digital. É necessário combater as invasões constantemente, ainda mais em processo tão conectado como é caso da indústria 4.0 (CARDOSO, 2016).

3.1.6 Simulações

Na indústria 4.0, as simulações têm por base utilizar mais amplamente as informações da planta, analisando dados em tempo real, aproximando o mundo físico e virtual. O resultado da captura destas informações é o chamado *digital twin*, onde toda a cadeia de criação de um produto passa a ter sua versão virtual (ABREU et al. 2017), Um ponto crucial na Indústria 4.0, através dela o sistema real é modelado de maneira virtual, alimentado constantemente pelos dados provenientes da fábrica. A partir da realidade virtual as técnicas de otimização são aplicadas e as melhores decisões são escolhidas, testando seu impacto antes mesmo que a ação entre em vigor na planta física (GERBERT, et al. 2015).

Figueredo (2012) resume que a virtualização nas indústrias, proporciona uma maior assertividade na hora da produção, podendo ter simulações fiéis de como será o produto final. “Em uma fábrica virtual podem ser simulados todas as etapas do processo relacionadas a uma linha de montagem. Isso possibilita melhorias na qualidade ou na criação de novos produtos.

Este ambiente permite simular operações e movimentos dos operadores para prevenir futuros problemas ergonômicos.”

É por meio das simulações que é possível ter uma visão mais ampla do futuro do produto, contribuindo para que os gestores e até mesmo os colaboradores da linha de produção consigam tomar decisões mais assertivas e rápidas (GERBERT, et al. 2015).

3.1.7 Realidade Aumentada

A realidade aumentada ou VR (*virtual reality*) conforme Barilli (2011), é uma tecnologia que permite uma visão mais ampla e interna de informações que a organização necessita. Realidade Aumentada (RA) é a integração do ambiente real e virtual em tempo real, por meios tecnológicos, ou seja, através da utilização de um computador com webcam que executa um programa, proporcionando a exibição de imagens virtuais no ambiente real. A principal característica da RA é a utilização e apresentação de objetos virtuais em situações reais.

Essa tecnologia está sendo muito utilizada em jogos, possibilitando ao jogador ficar completamente imersivo no cenário, essa imersão facilita que os colaboradores das indústrias tenham a visão em tempo real do que está acontecendo na fábrica, pois um dos equipamentos utilizados é um óculo de realidade virtual, onde nele é projetado o ambiente que o colaborador deseja, visto em uma visão de 360°, ou seja, fazendo a imersão ser ainda maior (BARILLI, 2011).

Com o uso dessa tecnologia, os funcionários podem acessar o computador com as mãos livres, enquanto trabalham em qualquer posição. Desta forma, eles podem executar suas tarefas de maneira mais rápida, eficiente e apropriada, resultando em maior produtividade e qualidade nos serviços para a empresa, ao mesmo tempo em que diminuem os gastos com imprevistos na produção. (MESQUITA, et al. 2018)

Várias empresas tem adotado o método de realidade virtual, uma vez que ele era somente usado para o entretenimento, agora o VR, disponibiliza funcionalidades extremamente facilitadoras na indústria 4.0. “Para a indústria, isso significa um grande avanço, principalmente na redução de riscos para trabalhadores, aumento da capacidade nas linhas de produção e otimização de recursos na capacitação e manutenção dos processos industriais (D’ANGELO 2018).

3.1.8 Integração De Sistemas

A integração de sistemas na indústria 4.0, tem como objetivo conectar todos os sistemas, desde o chão de fábrica até a direção. Com esta junção pretende-se aumentar a competitividade, reduzir custos e aumentar a flexibilização da produção, assim gerando maior rentabilidade. Essa integração dos sistemas não ficará limitada por um único espaço físico, mas criará uma corrente entre: Cadeias logísticas, fornecedores, fabricantes e consumidores, gerando possibilidades de abertura de novos negócios, melhoria e desenvolvimento de novos produtos (DE ABREU, 2018).

Na integração de sistemas na indústria 4.0, encontram-se duas variantes: a integração vertical e a horizontal. Como explica Cardoso (2016), a integração horizontal abrange informações do chão de fábrica até a cadeia de valor (onde encontram-se matéria-prima, fornecedores e até mesmo o consumidor final). A integração vertical permite que todas as informações estejam ligadas em absolutamente todos os setores da organização a partir de uma hierarquia

Kagermann et al (2013), a integração vertical no campo da produção, da automação e

da tecnologia da informação trata-se da integração de vários sistemas de TI em vários níveis hierárquicos. A integração horizontal está na integração de vários sistemas de TI usados em diferentes estágios da produção e negócio, envolvendo troca de materiais e informação que fluem na organização.

A integração de sistemas pode oferecer várias possibilidades para os negócios, contudo ainda há um longo caminho a seguir até que venha se tornar e fato funcional a ponto de garantir a indústria 4.0 obter o sucesso esperado. O ponto chave é fazer com que sistemas diferentes tenham conexão entre si, e isso passa pela padronização e adoção de um protocolo único de comunicação (CARDOSO, 2016). A integração de sistemas proporciona comunicação e compartilhamento de informações em todos os setores da organização, bem como ambiente externo, como fornecedores e o consumidor final.

3.1.9 Robótica Autônoma

A indústria 4.0, demanda de tecnologias para ser implementada, os robôs industriais são uns dos itens que a compõe. A utilização de robôs sempre foi um tabu para a humanidade, o pensamento comum era de que os robôs iriam substituir os humanos em algum período do futuro. Na indústria 4.0, a participação e intensificação de usos de robôs autônomos nas indústrias é uma realidade (GERBERT et al. 2015).

A capacidade dos robôs em aguentar longas horas de trabalho juntamente com serviços contínuos e repetitivos, fez com que se aderisse a utilização de robôs nas indústrias, o que gera menos gastos para as organizações. Entretanto os robôs por serem máquinas, precisam de reparos e algumas vezes atualizações (FORESIGHT, 2013).

O pilar de robótica autônoma para indústria 4.0, sugere que os robôs se autorreparem, se auto atualizem, e que percebam sozinhos obstáculos no caminho, e possíveis falhas de máquinas e equipamentos. Os robôs autônomos já são utilizados em vários setores, não só os industriais, com avanços em pesquisas e inovação, os robôs irão promover grandes benefícios para suas organizações e reduziram custos (CARDOSO, 2016).

4 A ROBÓTICA COMO SUBSTITUIÇÃO DA MÃO DE OBRA HUMANA, VANTAGENS E DESVANTAGENS

De acordo com Silva et al. (2015), a robótica é um dos principais pilares da indústria 4.0, pois é através da utilização de robôs que se pode ter a ideia da substituição da mão-de-obra humana. A ISO 8373 define um robô como “um manipulador automaticamente “controlado”, reprogramável, de múltiplos propósitos e possuindo três ou mais eixos.” O instituto americano do robô designa um robô como “um manipulador reprogramável, multifuncional, projetado para mover material, peças, ferramentas ou dispositivos especializados, através de movimentos programados para desempenhar uma variedade de tarefas.”

A indústria tem sido uma das principais utilizadoras de robôs, especialmente nos âmbitos automobilísticos, nuclear e espacial. Na indústria automobilística, a “mão de obra robótica” está consolidada há alguns anos, contribuindo para o aumento da produtividade nesse setor. (SILVA et al, 2015). Em ambientes insalubres – nucleares e espaciais – essa mão de obra tem seu uso em crescimento, tendo em vista, especialmente, a segurança dos trabalhadores humanos e a disponibilidade quase que infinita dos robôs (BATISTA, et al. 2016).

Segundo a *International Federation of Robotics* (2007), de todos os robôs instalados no mundo, 70% são robôs articulados (robôs que conseguem movimentar as juntas) instalados em indústrias manufatureiras, há seis classificações para os robôs industriais conforme a sua estrutura mecânica, sendo elas: robô cartesiano, robô cilíndrico, robô esférico, robô Scada, robô

articulado e robô paralelo (MEDINA, et al 2010).

Os robôs articulados industriais são utilizados em diferentes tipos de aplicações. Entre as aplicações mais utilizadas e sua participação relativa, conforme International Federation of Robotics (2007) e dados da *United Nations Economic Commission for Europe*, estão a solda ponto (26%), solda arco (24%), manipulação (37%), paletização (6%), montagem (2%), outras aplicações diversas (5%). Dentre as aplicações diversas, pode-se destacar a solda laser, a solda plasma, moldes plásticos, usinagem, pintura e revestimento, fundição e inspeção e testes. No mundo, e considerando-se todas as indústrias, o Japão está em primeiro lugar em número de robôs instalados (MEDINA et al. 2010).

Kayali (2006), explica, a formulação e implementação da estratégia de manufatura relacionada à robotização, que segue à mais abrangente estratégia de negócio, é complexa e desafiadora devido a esse elevado investimento, que implica em análises técnicas e financeiras rigorosas e que precisa ser decidido à luz de fortes pressões das industriais que têm interesse na robotização na sua unidade industrial.

A indústrias tem buscado a utilização de robôs não apenas em tempos de indústria 4.0, mas também por uma questão de sobrevivência, uma vez que os robôs conseguem aumentar a produtividade gradativamente, sem muitos esforços, assim também permitindo que a indústrias consigam um lugar na competitividade para com seus concorrentes (GENIVAL, et al. 2018).

Singh, et al. (2013) descrevem algumas vantagens na utilização de robôs nas indústrias: Os robôs desenvolvem tarefas mais precisas e com alta qualidade; Os robôs dificilmente cometem erros; Produzem maior quantidade de produtos em menor período; Executam tarefas a uma velocidade constante e sem interrupções; Apresentam maior rapidez na execução tarefas se comparados às pessoas. Segurança no trabalho; os robôs podem desenvolver tarefas perigosas; podem executar tarefas em locais inadequados aos humanos, caracterizados pela baixa iluminação ou espaços apertados; São capazes de transportar cargas pesadas sem maiores riscos de acidentes. Economia de tempo; os robôs economizam tempo em decorrência da maior produtividade por certo período. Economia de dinheiro; os robôs reduzem desperdícios de matérias primas devido à alta precisão na produção; Garantem maior retorno financeiro às indústrias a longo prazo.

Os robôs e as máquinas: não recebem salários; não comem; não bebem; não têm que ir ao banheiro, como os humanos. Eles fazem o trabalho repetitivo o qual seria extremamente cansativo para os seres humanos, sem parar, sem diminuir o ritmo e sem sentir sono. Além disso, quando executam uma tarefa fazem com maior chance de assertividade e rapidez (SILVA, et al. 2015).

Maia (2004), demonstra que a automação por meio da robótica também proporciona, um considerável aumento na produção em massa, devido as necessidades básicas de um ser humano não serem requisitadas pelos robôs. Não só a utilização de robôs, mas também a utilização de maquinário autônomo.

Conforme Lima e Scombatti (2019), a utilização da robótica no âmbito industrial, evidencia que há muitas vantagens, principalmente a substituição da mão de obra humana, como sendo um dos fatores determinantes na implementação de robôs na indústria.

Contudo é válido ressaltar algumas das desvantagens quanto a utilização da robótica industrial. Primeiramente a precificação na compra de tais robôs são exorbitantes, dependendo do modelo e das funcionalidades que cada robô ou até mesmo um maquinário autônomo (SILVA, et al. 2015).

Não só a compra de tais itens, mas também gastos grandiosos em pesquisas relacionados a robótica, cada país tem o seu investimento em pesquisas, porém nem todos os países estão aptos a introduzirem tais métodos devido a situação financeira do país. O Brasil por exemplo utilizou cerca de 47 milhões em um período de 10 anos (VALÉRIO et al, 2014).

Além da compra, e o investimento em pesquisas há também os custos para programação e instalação, custo inicial tanto de equipamentos e instalação, necessidades em programação, também, em um caso de emergência, um robô não seria eficaz se não fosse previsto isso antes (SILVA et al, 2015).

Conforme explicam Bastos e Freire (2014), para que os robôs consigam realizar determinadas tarefas, é necessário programá-los. O robô pode executar as atividades por meio de programas realizados diretamente no computador que o controla utilizando uma das várias linguagens de programação de robôs, ou utilizar o modo "playback" para programá-lo, utilizando o comando manual.

Outra desvantagem é o fator desemprego, uma vez que os robôs substituem a mão de obra humana, acabam por tornarem obsoletos os seres humanos no ambiente industrial. É importante ressaltar que, não existem somente o crescimento de desempregados. Há também os empregos modificados. Habilidades que levaram tempo até serem adquiridas por trabalhadores, são, para alguns, bruscamente desqualificadas, porque foram tornadas inúteis pelo movimento do braço do robô (MAIA, 2004).

Quanto a programação e funcionalidade dos robôs, as desvantagens são inúmeras como por exemplo: dependendo do modelo adquirido, alguns robôs só conseguem executar apenas uma funcionalidade, não conseguem repassar um grande número de informações para a fábrica, pois não possuem grande capacidade armazenamento, a não ser que seja adquirido um robô com maior capacidade tanto de memória, gerando mais custos para a organização (PIRES 2013).

O espaço também um fator crucial, a maioria dos robôs industriais necessitam de um grande espaço para se locomover, impedindo assim a boa utilização do espaço fabril. A manutenção dos robôs e máquinas com automação, também exige um conhecimento e habilidades para consertá-los. Ressalvando os robôs que conseguem fazer automanutenção, bem como autoatualização. Os robôs que não possuem estes fatores são mais baratos, porém menos rentáveis para a indústria (VALÉRIO et al, 2014).

A robótica na indústria 4.0 tem sido um dos principais pilares, pois devido a utilização de robôs e máquinas de automação, que se consegue utilizar até a internet das coisas que é outro importante pilar da indústria 4.0. Contudo, devido a indústria 4.0 estar caminhando deveras rápido, ela depende da situação financeira dos países que buscam aplicá-la.

Segundo Antônio et al, (2018), os atuais e futuros colaboradores que participarão da indústria 4.0 precisarão passar por treinamentos e qualificações para que consigam trabalhar com grandes variedades de tecnologias necessárias para a composição da indústria inteligente. Outros, entretanto serão substituídos de fato, não só por robôs industriais como máquinas inteligentes e autônomas que farão o trabalho humano, sem hesitação.

Graglia et al. 2018 salienta que o crescimento da automação gerada por tecnologias como a robótica e a inteligência artificial traz a promessa de maior produtividade, crescimento econômico, eficiência, segurança e conveniência. Contudo essas tecnologias se levantam acabam por comprometer os empregos dos colaboradores industriais. Várias atividades que são realizadas atualmente têm potencial para serem automatizadas. Os trabalhos de menor qualificação, não só de chão de fábrica, mas também alguns serviços administrativos, possuem alto risco de substituição pela tecnologia robótica e automação ascendente

A indústria 4. exige pesquisas e necessidades de mercado, o futuro já caminha para indústria 5.0, porém a necessidade de adaptação da indústria 4.0 e até mesmo em alguns casos da produção enxuta ainda é muito grande. Segundo consenso de especialistas, a indústria nacional ainda se encontra em grande parte na transição do que seria a Indústria 2.0 (caracterizada pela utilização de linhas de montagem e energia elétrica) para a Indústria 3.0 (que aplica automação através da eletrônica, robótica e programação) (LIMA; SCOMBATTI,

2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE FUTURAS PESQUISAS

O objetivo deste artigo foi de compreender a história e a evolução da indústria 4.0, conseqüentemente os pilares que a compõem, seguindo da pesquisa relevante para este artigo o qual seria como a robótica tem influenciado a indústria 4.0 e acabara por substituir a mão de obra humana, o que já vem acontecendo.

Os resultados alcançados provenientes da pesquisa foram de que a indústria 4.0 evoluiu a partir das revoluções históricas e devido as grandes demandas tecnológicas para a fabricação de bens e serviços, contribuiu para a evolução constante do setor industrial, gerindo novas tecnologias e métodos avançados de produção.

A indústria 4.0, não só se desenvolveu através das revoluções industriais, mas também a métodos inovadores que foram conseqüências de tais revoluções, como a produção enxuta por exemplo, a qual contribuiu massivamente para o desenvolvimento da indústria 4.0. Os pilares que a compõe são focados em tecnologia, uma vez que, a indústria 4.0 tem seus fundamentos para uma indústria mais tecnológica e inovadora, onde a comunicação com a fábrica é completamente on-line.

Por sua vez, neste trabalho o principal objetivo era de mostrar como o pilar da robótica é aquele que mais tem influenciado no setor industrial, e por conseqüência acabará por substituir a mão de obra humana, uma vez que os robôs e maquinário inteligente não precisam suprir necessidades e fatores morais os quais a mão de obra humana exige.

Contudo, também se constatou que apesar da mão de obra robótica ser de grande utilidade, inovadora e ágil, os custos e manutenção exigem que as organizações se adaptem constantemente.

Também a possível substituição da mão de obra humana futuramente, já causa grandes debates éticos e sociais fazendo surgir o questionamento de que realmente é válido a troca da mão da obra humana pela robótica.

Quanto a aplicação da indústria 4.0 no Brasil, ainda caminha a passos curtos, devido à indústria 4.0 estar começando na Europa e somente consegue ser implantando em países desenvolvidos devido aos altos custos. A pesquisa bibliográfica contribuiu para que se perceba como a globalização vem mudando nossos meios de produção e como é necessário a aplicação de alta tecnologia em um setor industrial, porém é valido ressaltar que se deve mensurar a empatia pelo fato de os atuais e futuros colaboradores correrem o risco de serem substituídos pela robótica autônoma, bem como análise de custos para tais aplicações também

Na seara da pesquisa bibliográfica, observou-se um grande número de artigos sobre indústria 4.0 eram estrangeiros, dificultando os futuros pesquisadores que não dominem outros idiomas a fazer uma busca mais profunda do assunto. Também verificou, a dificuldade em encontrar publicações que focassem apenas no assunto a ser pesquisado, mas sim normalmente eram sobre assuntos secundários, isso explicaria a repetição de autores.

Apesar de a indústria 4.0 não ser tão conhecida na região ocidental, na parte oriental ela já é uma realidade, por isso, pesquisas futuras poderiam envolver temas como, indústria 5.0 por exemplo, uma vez que países como Alemanha, já aderiu a bastante tempo a indústria 4.0. Por outro lado, quando ocorressem fatos que mostrassem que a indústria 4.0 chegasse por completo no Brasil, um estudo sobre como o país estaria se adaptando a essa nova implementação seria de grande valor. Bem como na robótica pesquisas como a robótica de influenciado socialmente e tecnologicamente o país.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. E. M.; GONZAGA, D. R. B.; SANTOS, F.J.; OLIVEIRA, J. F.; MORAIS, K.D.O.; FIGUEIREDO, L.M.; NASCIMENTO, M.P.; OLIVEIRA, P.G.; YOSHINAGA, S.T.S.; OLIVEIRA, T.T.; MATA, V.S.; GOLNÇALVES, G.A.S. **Indústria 4.0: Como as empresas estão utilizando a simulação para se preparar para o futuro. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, 2017.
- ALBERTI, E.A.; SILVA, L.J.; D'OLIVEIRA, A.S. **Manufatura aditiva: o papel da soldagem nesta janela de oportunidade.** São Paulo, v. 19, n. 2, p. 190-198, 2014.
- ANTONIO, D.S.; NASCIMENTO, G.A.; PLATERO, K.B.; SOUZA, M.L.R.; PAULA, R.M.; ALMEIDA, R.R.; GERIBELLO, R.S.; AMARANTE, M.S.; A indústria 4.0 e seus impactos na sociedade, *Revista Pesquisa e Ação* 4.3 2018.
- ASHTON, K. **That 'Internet of Things' thing.** *RFID Journal*, 2009.
- BARILLI, E.C.V.C.; EBECKEN, N.F.F.; CUNHA, G.G. **A tecnologia de realidade virtual como recurso para formação em saúde pública à distância: uma aplicação para a aprendizagem dos procedimentos antropométricos.** *Ciênc. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 16, supl. 1, p. 1247-1256, 2011.
- BARROS, L.C.; OLIVEIRA, M.B.; ABRAHIM, G.S. **A produção enxuta como vantagem competitiva: um estudo de caso do setor automobilístico.** São Paulo, 2010.
- BASTOS, F.; FREIRE, T. **Aplicação de Robôs nas Indústrias**, 2014.
- BATISTA, R.; SOUZA, C.R.; MAIA, P.M.S.; SÁVIO, L. **Robotic surgery: bioethical aspects.** *ABCD, arq. bras. cir. dig.* São Paulo, v. 29, n. 4, p. 287-290, 2016.
- BOCCATO, V. R. C. **Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação.** *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.
- BOLSONI, E. P.; CARDOSO, C.; SOUZA, C. H. M. D. **Computação Ubíqua, Cloud Computing e PLC para Continuidade Comunicacional diante de Desastres**, 2009.
- CARDOSO, M.O. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial**, 2016.
- CARVALHO, E.S.S.; DUARTE, F.; NEMÉSIO, F. **Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0.** Porto, n. 27, p. 36-51, 2018.
- CAVALCANTE, Z.; SILVA, M.L.S. **A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia**, 2011.
- COGO, G.S. **Análise da intenção de adoção da computação em nuvem por profissionais da área de ti**, 2013.
- CROW, R. **The case for institutional repositories: a SPARC position paper.** Washington DC, 2002.
- D'ANGELO, T. **Desenvolvimento de dispositivos vestíveis de realidade aumentada de baixo custo para indústria 4.0**, 2018.
- DE ABREU, P.H.C. **Perspectivas para a gestão do conhecimento no contexto da Indústria 4.0.** *South American Development Society Journal*, v. 4, n. 10, p. 126-145, 2018.

- ESTÉVEZ, R. **Lós 9 pilares de la indústria 4.0**, 2016.
- FIGUEREDO, M. **FORD CRIA FÁBRICA VIRTUAL NA EUROPA**, 2012.
- FREITAS, A. **Análise bibliométrica da produção científica sobre indústria 4.0**. Minas Gerais, 2018.
- GALDINO, N. **Big Data: Ferramentas e Aplicabilidade**. Rio de Janeiro 2015.
- GALVÃO, M. C.B. **O levantamento bibliográfico e a pesquisa científica. Fundamentos de epidemiologia. 2ed.** A 398, 2010.
- GENIVAL A.; GEOVANI B.; BRUNO A.; SOARES J.E.; JAIME S.; AMANADO, J.A.D **O braço robótico como ferramenta interdisciplinar** v. 13, n. 08, 2018.
- GERBET P.; LORENZ, M.; RUBMANN, M.; WALDNER, M.; JAN, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. **Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries**, 2015.
- GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**, Ed. 6. São Paulo: Atlas S.A. 2014.
- GRAGLIA, M.; VIEIRA, M.; LAZZARESCH, NOÊMIA. **A indústria 4.0 e o futuro do trabalho: tensões e perspectivas**. *Revista Brasileira de Sociologia-RBS* 6.14 2018.
- GUTIERRES, D.V.; FERRARINI, C.; SIGAHI, T.C.A.F.; SALTORATO, P.; BORRAS, M.A.A. **Aspectos operacionais da manufatura aditiva e impressão 3d no laboratório de desenvolvimento de produtos na Ufscar/Sorocaba**. São Paulo, 2017.
- HOBBSBAWM, E.J.E. **Da revolução industrial inglesa ao imperialismo**. 5. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 325p. 2003.
- HOFFMANN, E.; RÜSCH, M. **Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics**. *Computers in industry*, v. 89, p. 23–34, 2017.
- JAMIL, G.L. **Repensando a t.i na empresa moderna: atualizando a gestão com a tecnologia da informação**, 2001.
- KAISLER, S.; ARMOUR, F.; ESPINOSA, A. **Introduction to Big Data: Scalable Representation and Analytics for Data Science**. In: *international conference on system sciences*, 46, 2013, hawaii. *Ieee computer society*, p. 984-984, 2013.
- KARGERMAN, H.; WAHLSTER, W.; HELBING,J.; **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**, 2013.
- LIMA, A.G.; SCOMBATTI, G. **Indústria 4.0: um novo paradigma para a indústria**, 2019.
- LOH, S. **Bi na era do big data para cientistas de dados indo além de cubos e dashboards na busca pelos porquês, explicações e padrões**, 2014.
- LUSTOSA, L; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e controle da produção**, 2008.
- MAIA, D.V.A. **Automação Industrial e Robótica**, 2004.
- MEDINA, R.M.; CRISPIM, S.F. **Fatores determinantes no processo de decisão de investimentos em robotização na indústria brasileira de autopeças**. São Carlos , v. 17, n. 3, p. 567-578, 2010.
- MENELAU, S.; MACEDO, F.G.L.; CARVALHO, P.L.; NASCIMENTO, T.G.; CARVALHO J.A.D. **Mapeamento da produção científica da Indústria 4.0 no contexto dos BRICS: reflexões e interfaces**. *Cadernos EBAPE.BR*, 17(4), 1094-1114. 2020.

- MESQUITA, V.; MOREIRA, F.C. **Indústria 4.0: aplicação de realidade aumentada**, 2018.
- NASSAR, V.; VIEIRA, M.L.H. **O compartilhamento de informações no transporte público com as tecnologias RFID e NFC: uma proposta de aplicação**. *Rev. Bras. Gest. Urbana, Curitiba*, v. 9, n. 2, p. 327-340, 2017.
- PIRES, J.N. Os Desafios da Robótica Industrial. *Robótica-Revista Técnico-Científica*, n. 83, 2003.
- Salomon, D.V. **Como fazer uma monografia**. Ed 11. São Paulo, 2004.
- SANTOS, B.; LIMA, T.M. **INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E OPORTUNIDADES**. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v.4, n.1, p.111-124, 2018.
- SANTOS, S. **Introdução à iot: desvendando a internet das coisas**, 2018.
- SCHWAB, K. **Klaus schwab: navigating the fourth industrial revolution**, 2016.
- SEREF, S.; DUYGU, S. **Big data: a review, collaboration technologies and systems**, 2013.
- SHAMI, M.; BOTROS, S.; HERMAN, D. **Enterprise resource planning system entity event monitoring**. U.S. Patent Application n. 13/465,869, 2013.
- SILVA, A.; SILVA, L. R.; ALMEIDA, P.L.O.; VIDAL, L.C. **Robótica na indústria atual**, 2015.
- SINGH, B; SELLAPPAN, N.; KUMARADHAS, P. **Evolution of industrial robots and their applications**. *International Journal of emerging technology and advanced engineering*, v. 3, n. 5, p. 763-768, 2013.
- SOARES, J. D.; VIDAL, K. M.; AQUINO, W. **Bibliotecas Nas Nuvens: do conceito a sua utilização**. *Revista Bibliomar*, 2016.
- SOUSA, R.G.. **Segunda revolução industrial**, 2016.
- STEFANI, S. (2014). **Manufatura aditiva**, 2014.
- TERTULIANO, I.; CÂMARA, M.; SZABO, V. **INDÚSTRIA 4.0: A INOVAÇÃO ALIADA A SUSTENTABILIDADE**, 2019.
- UGARTE, M.C.D. **O corpo utilitário: da revolução industrial à revolução da informação**, 2004.
- UK. SUMMARY REPORT. THE GOVERNMENT OFFICE FOR SCIENCE, LONDON, FORESIGHT. **The future of manufacturing: a new era of opportunity and challenge for the uk**, 2013.
- VALÉRIO, R.; GARCIA, M.V.R. (2014) **O futuro da robótica**, 2014.
- VIEIRA, V.; PEDROSA, I.; SOARES, B.H. **Big Data & Analytics-Requisitos Mínimos de Controle: uma proposta de revisão da literatura**, 2013.
- WOLF, D. F.; SIMÕES, E.V.; OSÓRIO, F.; JUNIOR, O.T **Intelligent robotics: from simulation to real world applications**, 2009.