



Indústria 4.0

Conceitos e Aplicações em Metrologia

Histórico

AULA | 01

Coordenação



Realização



Apoio



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



Rede SIBRATEC de Serviços Tecnológicos
para Produtos de Manufatura Mecânica

Sumário

Sumário.....	2
Apresentação	3
1 - Indústria 4.0 – Uma revolução contemporânea.....	4
2 - A primeira revolução industrial.....	5
3 - A segunda revolução industrial.....	8
4 - A terceira revolução industrial.....	10
Referências.....	15

Apresentação

Bem-vindo à primeira aula do curso sobre a Indústria 4.0 – Conceitos e Aplicações em Metrologia!

Neste curso vamos apresentar a Quarta Revolução Industrial.

Qual a sua história, como está ocorrendo e quais seus impactos na nossa vida hoje e amanhã. Veremos, também, como está se desenhando a nova gestão dessa ruptura!

Para nos guiar nesse importante tema, lançaremos mão de dois importantes livros de apoio: *A quarta revolução industrial. Schwab, Klaus: tradução de Daniel Moreira Miranda – São Paulo: Edipro, 2016;* e *Gestão do amanhã: tudo o que você precisa saber sobre gestão, inovação e liderança para vencer na 4ª revolução industrial. Sandro Magaldi e José Salibi Neto. – São Paulo: Editora Gente, 2018.*

Na aula de hoje estudaremos o histórico das chamadas “3 Revoluções Industriais”, conhecendo seu contexto e o que mudou após cada uma delas, bem como de que forma a metrologia estava inserida nesse contexto.

Prontos para começar?

Então vamos lá!

1 - Indústria 4.0 – Uma revolução contemporânea



Você já deve ter percebido que esse é um assunto bastante debatido atualmente no meio industrial. Mas você sabe o porquê do “4.0”?

Na verdade, é bastante simples! Por que se trata da quarta revolução industrial. Segundo Klaus Schwab (2016, Sinopse), Fundador e Presidente Executivo do Fórum Econômico Mundial:

A Quarta Revolução Industrial é diferente de tudo o que a humanidade já experimentou. Novas tecnologias estão fundindo os mundos físico, digital e biológico de forma a criar grandes promessas e possíveis perigos. A velocidade, a amplitude e a profundidade desta revolução estão nos forçando a repensar como os países se desenvolvem, como as organizações criam valor e o que significa o ser humano.

Mas antes de falarmos sobre a quarta revolução industrial, é importante você saber como tudo começou, não é verdade?

Então vamos lá!

2 - A primeira revolução industrial



Vamos pensar um pouco antes da indústria como a vemos hoje.

Como funcionava a manufatura dos produtos que eram comercializados até meados do século XVIII?

Sim, estamos falando do século XVIII, mais precisamente entre as décadas de 1760 e 1840!

Quando a MANUFATURA, termo de fato empregado

na prática, era a forma de produção existente.

A força humana e animal eram as únicas utilizadas para a produção. Ou seja, a produção dependia dos músculos!

Artesãos trabalhavam nas suas casas, primordialmente, onde fabricavam com suas mãos (e ferramentas cuja força empregada dependia de músculos – pessoas ou animais) os produtos para comercialização.

Sendo assim, imagina-se a noção de tempo e escala produtiva disponível para ofertar produtos ao mercado.

Tecidos eram produzidos em teares manuais, assim como todo o tipo de utilidades.

Claro que isso acabaria atrasando o desenvolvimento de povos, ou melhor, sua expansão.

Também o transporte terrestre de pessoas e produtos dependia dos músculos, quer das pernas humanas, quer dos animais como cavalos e bois.

Apesar de há muito tempo a civilização já dominar o transporte marítimo e fluvial com suas elaboradas embarcações, essas eram totalmente construídas com o emprego de ferramentas simples, movidas a “força muscular”.



E assim se davam, até então, as relações entre produção, distribuição e venda de produtos!

Até que, em meados de 1760, o engenheiro inglês James Watt introduziu mudanças importantes nas primeiras máquinas a vapor na Inglaterra.

Criava-se, então, uma nova força motriz para a produção e a logística: O VAPOR!

O desenvolvimento da MÁQUINA A VAPOR gerou uma verdadeira Revolução Industrial, conhecida hoje como a Primeira Revolução Industrial.

Obviamente, essa revolução somente foi percebida como tal décadas mais tarde, quando já era corrente o uso dessa nova e poderosa força pela, então iniciada, INDÚSTRIA.

A indústria como a conhecemos hoje, ou seja, uma empresa grande focada na produção de itens em quantidade, teve sua raiz nesse processo.

A Inglaterra foi o primeiro país a se industrializar utilizando a máquina a vapor na sua produção em diversos setores, como por exemplo:

- Produção de tecidos: a substituição do tear manual para teares mecanizados possibilitou um considerável aumento na produção de tecidos, colocando a Inglaterra na liderança mundial da época.
- O uso da máquina a vapor, cujo uso na indústria de tecido, nas usinas de carvão mineral, na industrialização do ferro, nas embarcações (navios a vapor), nas estradas de ferro (locomotiva a vapor), entre outras, representou uma **revolução no transporte de passageiros e cargas**.

Novas máquinas que se aproveitavam da **energia calorífica do carvão**, transformando-a em **energia mecânica** para fazer funcionar as máquinas, representaram um grande avanço nas técnicas empregadas para a fabricação de mercadorias e, conseqüentemente, no aumento da produção.

A Inglaterra passou da manufatura, para a produção por máquinas. Tornou-se possível produzir e vender seus produtos industriais em todo o mundo, graças, entre outros fatores, à expansão do sistema colonial.

Dessa forma, no século XVIII, o país tornou-se a maior nação capitalizada do mundo, sendo Londres a capital financeira internacional.

É possível, mesmo hoje, imaginar a enorme diferença entre os processos de produção e distribuição que eram empregados antes e depois da invenção das máquinas a vapor!

E foi durante esse mesmo período, em função dessa industrialização, que a ciência da gestão de empresas começou a ser desenvolvida.

De acordo com Magaldi e Salibi Neto (2018, p 24), temos a seguinte explicação para isso:

No contexto social, o principal impulsionador foi a invenção do motor a vapor. Até então, o desempenho de um negócio dependia exclusivamente de força humana ou animal. Com o advento das máquinas a vapor, uma única máquina era capaz de realizar o trabalho de centenas de cavalos.

(...) Com a rápida evolução da industrialização, emergia a demanda por um pensamento científico cujo principal objetivo era aumentar a produtividade das fábricas. Começaram a surgir em todo o mundo, de maneira totalmente inédita e inovadora, métodos e modelos de gestão.

Ou seja, junto com a máquina a vapor, nascia e se desenvolvia a gestão de empresas!

E como estava a Metrologia nesta época?

Conforme muito bem resumido por José Luciano de Mattos Dias, no seu artigo “História da Metrologia no Brasil” na publicação da REMESP “REMESP Informa – Publicação Trimestral – Ano III – Nº 11 de novembro de 2015”, a metrologia à época da primeira revolução industrial estava no seguinte momento:

A Consolidação do Bureau Internacional de Pesos e Medidas/BIPM, simbolizada pela entrega dos trinta padrões do metro e do quilograma aos países signatários da Convenção do Metro, entre 1875 e 1889, representou o ponto final no processo de organização do sistema métrico.

*A fração do meridiano terrestre **materializou-se no metro padrão** e no **quilograma padrão** depositados no Pavilhão de Breteuil – uma construção de 1743 cedida pelo governo francês, situada no Parque de Saint-Cloud, em Sèvres, a oeste de Paris -, que encontravam assim o caminho para sua universalização, passando a ser legalmente reconhecidos até mesmo pela Inglaterra e pelos Estados Unidos. Sua maquinaria institucional, apesar das resistências da comunidade científica francesa também foi posta em funcionamento. A*

*Conferência Geral de Pesos e Medidas/CGPM, composta por delegações diplomáticas dos países signatários da **Convenção do Metro**, reuniu-se pela primeira vez em 1889, com poderes de apreciar o relatório do Comitê Internacional de Pesos e Medidas/CIPM, a indicação do diretor, e a posição administrativa e financeira do Bureau. Este último passou a contar com um staff científico, laboratórios e uma secretaria para manutenção dos protótipos internacionais do quilograma e do metro, além de aferir os padrões por solicitação de vários países.*

*Entretanto, o movimento que, através da crítica ao trabalho dos pioneiros do **final do século XVIII** – o metro e quilograma dos arquivos, levou às definições cientificamente sólidas da **Convenção do Metro de 1875** fazia parte de **uma transformação muito mais ampla**. As últimas décadas do século XIX testemunharam o início da revolução científica, cujos desdobramento até hoje vivemos.*

A grande novidade, porém, estava na ligação crescente entre as descobertas científicas e o mundo industrial em expansão. O estudo da termodinâmica e o aperfeiçoamento das técnicas de medição de temperatura eram cruciais para a operação de altos-fornos e máquinas a vapor.

3 - A segunda revolução industrial

Com as máquinas a todo vapor (!), a industrialização seguia um ritmo acelerado de crescimento.



Os avanços não paravam.

Cientistas e pesquisadores renomados também estavam com seus cérebros “a pleno vapor”.

Aprimorar as máquinas, otimizando recursos, eram um dos objetivos desse meio científico. Aquele que conseguisse uma inovação, por mínima que fosse, ganharia em escalas gigantes fatias de mercado.

Nesse processo, no final do século XIX, Thomas Edison acabou conseguindo resolver um grande desafio: o uso dos

conceitos de eletricidade para melhorar a iluminação por meio da lâmpada incandescente!

A partir desse momento, a eletricidade começou a ser cada vez mais dominada, com seu uso tornando-se viável não somente para a iluminação, mas também para o movimento de motores!

Dava-se início à chamada **SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL!**

Essa nova revolução pode ser caracterizada pela **eletrificação da fábrica**, pela utilização dos métodos científicos de produção culminando com a fábrica de produção em massa.

Tendo seu início percebido no final do século XIX e seu ápice nas primeiras décadas do século XX.

Foi nessa época que as primeiras linhas de transmissão de energia elétrica surgiram, levando a eletricidade gerada por hidrelétricas aos pontos de consumo.

A produção em massa, como a criada por Henry Ford na sua famosa linha de montagem em 1913, é um exemplo clássico e robusto da segunda revolução industrial.



Conhecida também como a Revolução Tecnológica, a segunda revolução industrial apresentou ao mundo o **motor elétrico!**

Os motores a vapor, apesar de extremamente úteis e eficazes, consumiam muito carvão, eram deveras barulhentos e poluíam muito! Além do fato de precisarem, em muitos casos, de horas e mais horas em funcionamento para o devido aquecimento antes da produção de fato ser iniciada.

Por sua vez, os motores elétricos eram bem mais silenciosos e podiam ser ligados diretamente às máquinas, exigindo menos polias e engrenagens. Além do fato de seu funcionamento com vistas à produção ser imediato, não produzia a fumaça e fuligem dos motores a vapor!

Também vimos o surgimento dos motores a explosão, que não utilizavam carvão. Sua força derivava de explosões controladas de combustíveis derivados de petróleo.

Os motores a explosão também geravam resíduos da combustão, mas eram a única forma de serem “portáteis”, ou seja, não estarem ligados a tomadas. Com isso, foram utilizados nos veículos desde carros até caminhões pesados para transporte de carga!

A segunda revolução industrial tem seu desenvolvimento completo até a Segunda Grande Guerra Mundial, onde os “frutos” dessa nova forma de produção foram largamente percebidos pelo uso de equipamentos, tais como: tanques, carros, caminhões, aviões, navios rápidos e, por que não, pela grande produção de

armamento. Além, claro, dos meios de comunicação que foram introduzidos nesse mesmo processo industrial: telefone, telégrafo, rádio, etc.

E como estava a metrologia nesta época?

A metrologia estava em pleno uso, devido às necessidades de comparações entre máquinas e produtos, tanto para trocas comerciais, quanto para evolução de processos produtivos em ainda maior escala.

Produtos que tinham suas peças totalmente fabricadas num único local, estavam sendo fabricados a partir de peças produzidas em diversos locais, situados, por vezes, em países diferentes.

Dessa forma, a rastreabilidade metrológica era fundamental. Por meio das cadeias de calibrações, ligadas a padrões internacionais, tornou-se possível esse processo de “linhas de montagem”.

4 - A terceira revolução industrial

Com a indústria em ritmo acelerado de crescimento, com a população mundial também crescendo em quantidade devido às novidades que o século XX trouxe no campo médico (medicamentos novos, técnicas cirúrgicas, higiene, etc) houve uma aceleração no campo científico também.

Os materiais conhecidos como “semicondutores” não eram novidade durante essas décadas. No entanto, seu uso ainda não estava dominado e direcionado.

Um semicondutor é um material sólido capaz de mudar sua condição de isolante para condutor de energias com grande facilidade.

O material com melhores características de semicondutor é o silício.

Você certamente já ouviu a expressão “Vale do Silício”. Bom, esse lugar não é tão famoso por acaso.

Desde o início do século XX, o local que hoje é conhecido como “Vale do Silício” tem sido o lar de empresas de alta tecnologia. Esse tipo de indústria começou através da experimentação e inovação nas áreas de rádio, televisão e produtos eletrônicos militares.

Pesquisadores da Universidade de Stanford desempenharam um papel importante no desenvolvimento desta área.



Durante os anos 1940 e 1950, Frederick Terman, engenheiro e reitor da Universidade de Stanford, incentivou professores e graduados a começar suas próprias empresas. Ele incentivou Hewlett-Packard, Varian Associates e outras empresas de alta tecnologia, até que o Vale do Silício cresceu em torno do campus de Stanford. Terman é muitas vezes chamado de "pai do Vale do Silício".

Durante 1955-85, a pesquisa da tecnologia do estado sólido desenvolvida na Universidade de Stanford resultou em três ondas de inovação industrial, possível graças ao apoio de empresas privadas, principalmente Bell Telephone Laboratories, Shockley Semiconductor, Fairchild Semiconductor, e Xerox PARC. Em 1969, o Stanford Research Institute (agora SRI Internacional), operou um dos quatro nós originais que compunham a ARPANET, o antecessor da Internet.

Foi no Vale de Silício que o **circuito integrado baseado em silício**, o **microprocessador**, o **microcomputador**, entre outras tecnologias chave, foram desenvolvidas.

Bom, e o que essa breve história sobre o Vale do Silício tem a ver com a Terceira Revolução Industrial?

Tudo!

A partir da invenção e popularização dos semicondutores e, sobretudo, de seu uso em microprocessadores e microcomputadores, uma nova forma de gerir a indústria estava à disposição: **a informatização!**

Tornou-se possível automatizar tarefas mecânicas e repetitivas.

Controles de produção e qualidade puderam ser sistematizados de forma automática, o que diminuía intervenções humanas constantes e aumentava a possibilidade de obtenção de dados.



Os dados, sendo analisados criticamente, no volume em que eram gerados, puderam otimizar processos, ajudar a reduzir desperdícios e prever necessidades com base em estatística.

Certo, mas essas análises não são feitas pelas pessoas?

Claro que são!

No entanto, a velocidade de processamento de dados de um computador é incomparavelmente maior que a do nosso cérebro, sendo possíveis milhares de cálculos num curtíssimo espaço de tempo. O que levaria horas e horas de várias pessoas, um computador pode fazer em pouco segundos (ou até numa fração de segundo).

Essa evolução da indústria seguiu (e segue) a pleno vapor até os dias atuais.

Tanto a população mundial, quanto a evolução tecnológica vem crescendo em ritmo praticamente exponencial ao redor do mundo.

E isso implica em novas tecnologias, novas formas de produção, disseminação da informação e logística.

Ainda no campo evolutivo, tivemos neste período uma das invenções que mais impactaram as formas de relacionamento, transmissão de dados, cultura, informações, e, por óbvio, produção industrial: a **INTERNET!**

Saiba mais!

A internet surgiu a partir de pesquisas militares no auge da Guerra Fria. Na década de 1960 (1969), quando dois blocos ideológicos e politicamente antagônicos exerciam enorme controle e influência no mundo, qualquer mecanismo, qualquer inovação, qualquer ferramenta nova poderia contribuir nessa disputa liderada pela União Soviética e pelos Estados Unidos: as duas superpotências compreendiam a eficácia e necessidade absoluta dos meios de comunicação.

Nessa perspectiva, o governo dos Estados Unidos temia um ataque russo às bases militares. Um ataque poderia trazer a público informações sigilosas, tornando os EUA vulneráveis.

Então foi idealizado um modelo de troca e compartilhamento de informações que permitisse a descentralização das mesmas. Assim, se o Pentágono fosse atingido, as informações armazenadas ali não estariam perdidas. Era preciso, portanto, criar uma rede, a ARPANET, criada pela ARPA, sigla para Advanced Research Projects Agency.

A ARPANET funcionava através de um sistema conhecido como chaveamento de pacotes, que é um sistema de transmissão de dados em rede de computadores no qual as informações são divididas em pequenos pacotes, que por sua vez contém trecho dos dados, o endereço do destinatário e informações que permitiam a remontagem da mensagem original.

*O ataque inimigo nunca aconteceu, mas o que o Departamento de Defesa dos Estados Unidos não sabia era que dava início ao maior fenômeno midiático do século 20, **único meio de comunicação que em apenas 4 anos conseguiria atingir cerca de 50 milhões de pessoas.***

No Brasil, os primeiros embriões de rede surgiram em 1988 e ligavam universidades do Brasil a instituições nos Estados Unidos. No mesmo ano, o Ibase começou a testar o Alternex, o primeiro serviço brasileiro de Internet não acadêmica e não governamental.

Inicialmente o AlterNex era restrito aos membros do Ibase e associados e só em 1992 foi aberto ao público.

Em 1989, o Ministério da Ciência e Tecnologia lança um projeto pioneiro, a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP). Quando foi lançada, a organização tinha o objetivo de capacitar recursos humanos de alta tecnologia e difundir a tecnologia Internet através da implantação do primeiro backbone nacional.

O backbone funciona como uma espinha dorsal, é a infraestrutura que conecta todos os pontos de uma rede. O primeiro backbone brasileiro foi inaugurado em 1991, destinado exclusivamente à comunidade acadêmica. Mais tarde, em 1995, o governo resolveu abrir o backbone e fornecer conectividade a provedores de acesso comerciais. A partir dessa decisão, surgiu uma discussão sobre o papel da RNP como uma rede estritamente acadêmica com acesso livre para acadêmicos e taxada para todos dos outros consumidores. Com o crescimento da Internet comercial, a RNP voltou novamente a atenção para a comunidade científica.

A partir de 1997, iniciou-se uma nova fase na Internet brasileira. O aumento de acessos a rede e a necessidade de uma infraestrutura mais veloz e segura levou a investimentos em novas tecnologias. Entretanto, devido a carência de uma infraestrutura de fibra óptica que cobrisse todo o território nacional, primeiramente, optou-se pela criação de redes locais de alta velocidade, aproveitando a estrutura de algumas regiões metropolitanas.

Como parte desses investimentos, em 2000, foi implantado o backbone RNP2 com o objetivo de interligar todo o país em uma rede de alta tecnologia. Atualmente, o RNP2 conecta os 27 estados brasileiros e interliga mais de 300 instituições de ensino superior e de pesquisa no país, como o INMETRO e suas sedes regionais.

A partir de 2005, a comunicação entre os point of presence (PoPs) da rede começou a ser ampliada com o uso de tecnologia óptica, o que elevou a capacidade de operação a 11 Gbps. (HISTÓRIA DA INTERNET, 2019)

E essa evolução não para! Ainda bem, não é?

Você deve estar se perguntando: aonde vamos parar??!

Pois é, difícil saber. Talvez, o melhor seja nem pensar nisso.

Mas é importante conseguir embarcar neste rumo que estamos vivenciando hoje em todas as áreas, caso contrário, ficaremos presos ao passado...

Já nos cantou, brilhantemente, Renato Russo:

E O FUTURO JÁ NÃO É COMO ERA ANTIGAMENTE!

Neste exato momento, em que você está realizando este curso, ano de 2019-2020, estamos vivenciando a chamada Quarta Revolução Industrial!

Ela ainda não aconteceu. Está acontecendo. Somos parte dela.

E com isto concluímos a aula de hoje!

Na próxima aula veremos o que a história da Internet tem a ver com a Quarta Revolução Industrial, bem como o motivo pelo qual ela está acontecendo!

Até lá!

Referências

MAGALDI, SANDRO; NETO, JOSÉ SALINI. Gestão do amanhã: tudo o que você precisa saber sobre a gestão, inovação e liderança para vencer na 4ª Revolução Industrial. São Paulo: Gente, 2018.

SCHWAB, KLAUS. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2016.

DA SILVA, ROBSON MARINHO. Sistema de Controle da Indústria 4.0 – Modelagem e Técnicas de Projeto. [S. l.]: Amazon, 2018. *E-book*.

SOUZA, ERICK. Entenda sobre a Indústria 4.0. A quarta revolução industrial que estamos vivendo hoje. [S. l.]: Amazon, 2019. *E-book*.

PERIARD, CLÁUDIA VALENTE. Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial. Sobre administração, [S. l.], p. 1-6, 19 set. 2018. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/industria-4-0-4-revolucao-industrial/>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

TIAGO, EDIANE. Vida Inteligente: quem é, para que serve, como lidar. Revista Época Negócios, [S. l.], 5 mar. 2019.

VILARINHO, JULIA. Internet das Coisas: Um Desenho do Futuro. [S. l.], 2018. Disponível em: <<https://www.proof.com.br/blog/internet-das-coisas/>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

MANUFATURA ADITIVA. In: 3D PRINTING. Disponível em: <<https://3dprinting.com.br/manufatura-aditiva-uma-revolucao-pervasiva-na-producao/>>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

JEHA, ANDRÉ. Indústria 4.0: Como avançar. Julho de 2018. Disponível em: <https://www.falconi.com/flcn_articles/industria-4-0-como-avancar/>. Acesso em 17 de julho de 2019

O QUE É BIOLOGIA. In: Planeta Biologia. Disponível em: <<https://planetabiologia.com/o-que-e-biologia-sintetica-resumo/>>. Acesso em 19 de julho de 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Desafios para a indústria 4.0 no Brasil / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2016. 34 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Oportunidades para a indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2017. 58 p

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Investimentos em indústria 4.0 / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2018. 31 p.

SILVEIRA, CRISTIANO BERTOLUCCI. O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o Mundo. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em 19 jul. 2019

GRAFENO. In: WIKIPEDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2019. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Grafeno>>. Acesso em: 06 ago. 2019

RFID. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2019. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Identifica%C3%A7%C3%A3o_por_radiofrequ%C3%Aancia>. Acesso em: 06 ago. 2019

VERMUIJ, ROBERTO. Políticas para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil. IEDI. Julho de 2018. Disponível em: <https://www.iedi.org.br/media/site/artigos/20180710_politicas_para_o_desenvolvimento_da_industria_4_0_no_brasil.pdf>. Acesso em 19 de julho de 2019

INDÚSTRIA 4.0. Agenda brasileira para a Indústria 4.0. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br/>>. Acesso em: 17 de julho de 2019.

PIPELINES, PLATAFORMAS E NOVAS REGRAS DE ESTRATÉGIA. Harvard Business Review. Disponível em: <<https://hbrbr.uol.com.br/pipelines-plataformas-e-novas-regras-de-estrategia/>> Acessado em 07 de junho de 2019

ALIMENTE SUA MENTE. Enciclopédia Explore O Curioso Mundo da Ciência. Disponível em: <<http://alimenteminhamente.blogspot.com/2014/11/biomimetismo-ligacao-entre-vida-e.html>> Acessado em 06 de agosto de 2019

ÉPOCA NEGÓCIOS. Globo.com. Disponível em:

<<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/03/conheca-6-aplicacoes-da-internet-das-coisas-que-ja-estao-tornando-o-mundo-melhor.html>> Acessado em 09 de julho de 2019