



ABORDAGEM SOCIOTÉCNICA DA INDÚSTRIA 4.0

ANTONIO RAMALHO DE SOUZA CARVALHO
ramalhosjc@gmail.com
FAAP E DCTA

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar os principais elementos teóricos e práticos aderentes à indústria 4.0, na abordagem sociotécnica, de modo a sensibilizar os gestores e engenheiros da importância dessa nova realidade. A metodologia adotada neste artigo é o estudo de caso, por meio de uma observação direta, apoiada na experiência, compreensão e julgamento do pesquisador referente à gestão e indústria na atualidade. O delineamento de pesquisa apoiou-se em diferentes fontes de evidências, com ênfase na indústria 4.0. A estrutura conceitual para este artigo busca a compreensão da abordagem sociotécnica, a evolução da gestão tecnológica e, por fim, os recursos e processos que subsidiam a quarta revolução industrial, dentro da abordagem da economia circular. Ao responder à questão de pesquisa, pode-se afirmar, numa abordagem sociotécnica, que a indústria 4.0 impactará no estilo de vida das pessoas, necessidades operativas das empresas e tecnologias disruptivas, sendo os principais elementos a serem considerados: Sistema social (Pessoas e Talentos na Indústria 4.0, Legislação e Economia circular); Sistema estrutural (Big Data, Design Thinking, Lean Manufacturing, Análise de Riscos, Governança Organizacional aplicada à Indústria 4.0, Práticas Ágeis em Gestão de Projetos, Sistema Complexo, Marketing digital, Inovação disruptiva e Startup); e Sistema tecnológico (Internet das Coisas (IoT), Manufatura Aditiva e avançada, Inteligência Artificial, Robótica avançada, Realidade Virtual e Aumentada, Manipulação genética e Veículos autônomos).

Palavras Chave: Indústria 4.0 - Revolução Industrial - Sociotécnica - Inovação -

1. INTRODUÇÃO

A indústria 4.0 não é uma opção. Ela já é uma realidade e todo o setor produtivo deve estar mobilizado para que o país esteja apto a acompanhar esta nova revolução. Entendemos que inovar e fazer acontecer a indústria do futuro é um compromisso que deve mobilizar a todos e o Sistema FIEB estará preparado para apoiar a indústria” – Ricardo Alban, presidente da Federação das Indústrias do Estado da Bahia - FIEB, quadriênio 2018-2022 (ESTÚDIO CORREIO, 2018).

A essência da vida moderna não é apenas sobre a produção e processamento de informações digitais. Não é apenas sobre automação, desenvolvimento de hardware ou robôs. É uma demanda cada vez mais intensa e mais transparente solicitada pela sociedade, uma vez que os dados estão disponíveis em volumes quase infinitos em tempo real, é uma verdadeira revolução tecnológica, ou seja, a quarta revolução tecnológica (ou quarta revolução industrial).

A consolidação da quarta revolução industrial representa um desafio vital para a indústria brasileira, sendo que, mais do que os aspectos tecnológicos que singularizam a chamada indústria 4.0, é um processo que depende de uma eficiente integração entre a tríade formada por pessoas, processos e tecnologia.

Nesse cenário, os sistemas convencionais de produção tornam-se gradualmente obsoletos, devido ao surgimento de novos processos, novos produtos e novos modelos de negócios, emergentes da estratégia digital, ou seja, o processo produtivo automatizado migra para um processo decisório de investimento em tecnologias chaves do sucesso da indústria 4.0.

Nesse novo contexto de migração, tem-se a conexão entre tecnologias, informações e ser humano como fatores responsáveis pela transformação tecnológica, ou seja, a transformação ocorre na perspectiva sociotécnica de gestão de empresas, onde o gerenciamento integra pessoas, processos e tecnologias na busca de resultados.

Ter o olhar para a indústria 4.0, também conhecida como Manufatura Avançada, Indústria inteligente, entre outros, é ter obrigatoriamente um olhar para uma nova gestão de empresas, onde pessoas e tecnologias se complementam em suas ações, sendo os resultados gerados para pessoas. Para ficar no comando, é importante entender o que a revolução industrial envolve. Entender as soluções em diferentes formas e formatos, diante disso, a questão importante a ser respondida é: *Quais operações são realmente aderentes e importam para que as pessoas e empresas se engajem na quarta revolução industrial?*

Trata-se também de uma questão já formulada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), que trabalha desde 2016, na sensibilização da indústria para a importância de se engajar no movimento em direção à Indústria 4.0 e atua junto ao governo para a criação de políticas públicas capazes de apoiar o desenvolvimento tecnológico das empresas brasileiras, assim como vem ocorrendo nas demais nações industrializadas.

As operações são os elementos dos processos produtivos e que não dependem diretamente das especificações operacionais dos processos tecnológicos, dos requisitos da matéria-prima ou das determinações de um processo de fabricação qualquer (GARCIA, 1980).

Diante do disposto, este artigo tem como objetivo apresentar os principais elementos teóricos e práticos aderentes à indústria 4.0, na abordagem sociotécnica, de modo a sensibilizar os gestores e engenheiros da importância dessa nova realidade.



2. METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia adotada neste artigo é o estudo de caso, por meio de uma observação direta, apoiada na experiência, compreensão e julgamento do pesquisador referente à gestão e indústria na atualidade.

A experiência foi complementada pela participação do pesquisador no Encontro Executivo Inovador para a Indústria 4.0 no Brasil, de dezesseis horas de imersão. Nesse encontro, o tema Indústria 4.0 foi abordado em uma trilha executiva e técnica, a partir de experiências práticas dos gestores, esclarecendo dúvidas e debatendo sobre estratégias e mecanismos para implementação e benefícios que as empresas podem obter por meio do avanço da quarta revolução industrial.

Além da evidência realizada no Encontro, foram pesquisadas notícias na Internet, no idioma Português, a fim de entender quais os principais eventos da Indústria 4.0 estavam ocorrendo. Para isso, apoiou-se na ferramenta Alerta do Google®, para o termo “Indústria 4.0” ativado no período de 14 de abril à 24 de maio de 2018. Compreendeu-se que trinta dias seriam suficientes para o levantamento das informações no atual estágio dessa pesquisa.

A análise da coleta de dados foi por intermédio do Método Heurístico de Análise, considerando a repetição de um mesmo tema, dentro do contexto indústria 4.0. A geração do resultado tem como base a Nuvem de Palavras (Word Cloud, Tag Cloud ou Nuvem de Tags), no qual é codificada a frequência de palavras e apresentada por meio do tamanho da fonte, tipografia, cor e composição. Quanto maior a fonte, maior a frequência. A ferramenta foi a Wordclouds (wordclouds.com), gratuita, que é um site que permite criar nuvem de palavras utilizando diversas formas e imagens.

Yin (2005) informa que o estudo de caso é preferido quando as questões utilizadas são o “como” e o “por que”, devido o controle pelo investigador sobre os eventos ser muito reduzido, ou quando o foco temporal está em fenômenos contemporâneos dentro do contexto de vida real. Trata de um estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita a investigação de seu amplo e detalhado conhecimento.

Esta forma de investigação tem por si mesma um caráter particularizador, já que seu poder de generalização é limitado na medida em que a validade de suas conclusões permanece contingente.

O estudo de caso neste artigo considera as operações aderentes à indústria 4.0, na abordagem sociotécnica. As etapas do estudo de caso foram assim seguidas (MIGUEL, 2007, p. 221):

- definição da estrutura conceitual teórica, tendo como tema central a indústria 4.0;
- planejamento do caso, a partir do problema de pesquisa, tendo como delimitador a indústria 4.0;
- coleta de dados por meio de uma observação direta, participação de evento e outras fontes de evidências, tais como documentos e contato direto com pessoal envolvido em áreas do conhecimento da indústria 4.0;
- análise dos dados apoiado na base teórica pesquisada e na contextualização da quarta revolução industrial;
- proposição das principais operações aderentes à indústria 4.0, na abordagem sociotécnica.



O delineamento de pesquisa, conforme apresentado por Yin (2005), apoiou-se em diferentes fontes de evidências (EISENHARDT, 1989, p. 534), com ênfase na indústria 4.0. Ao escolhê-las, familiariza-se com cada um dos elementos, considerando-as como entidades autônomas (EISENHARDT, 1989, p. 540), que interagem entre si.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O tema central deste artigo é a indústria 4.0. A estrutura conceitual teórica para este artigo busca a compreensão da abordagem sociotécnica no gerenciamento de empresas, a evolução da gestão tecnológica e, por fim, os recursos e processos que subsidiam a quarta revolução industrial, dentro da abordagem da economia circular.

A economia circular é definida como sendo modelo econômico que tem a certeza de estoques finitos e necessários fluxos renováveis, que associa o crescimento econômico a um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo, preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos sistêmicos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

3.1. ABORDAGEM SOCIOTÉCNICA

A abordagem sociotécnica tem por objetivo principal desvendar os requisitos principais de qualquer sistema tecnológico e as possíveis influências destes sobre o desempenho do sistema social, ou seja, a eficácia do sistema produtivo total depende a adequação do sistema social em atender os requisitos do sistema técnico (GARCIA, 1980).

Para Maximiano (2002, p. 369) e Robbins (2002), uma abordagem sociotécnica aborda a organização pelo enfoque da interligação de três sistemas, o social, o estrutural e o tecnológico:

- **Sistema social:** os funcionários da organização comportam-se como pessoas, organismos, e não como máquinas. O comportamento e interesses individuais, de grupos e dos integrantes da organização interagem e são muitas vezes conflitantes. Neste ambiente, o relacionamento informal influencia o comportamento organizacional;
- **Sistema estrutural:** tem a estrutura hierárquica organizacional, normas e regulamentos como importantes instrumentos para ação disciplinadora dos grupos, porém eles podem se tornar barreiras na disseminação da informação e do conhecimento em organizações de gerenciamento complexos; e
- **Sistema tecnológico:** acrescenta, além dos maquinários utilizados para o desempenho das atividades esperadas pelos gestores, a tecnologia moderna.

De acordo com Angeloni (2002), esses três sistemas ou “dimensões” possibilitam a formação e a consolidação da seguinte estrutura sistêmica na era do conhecimento:

- **Sistema social:** diz respeito à necessidade de se considerar o agente humano nas organizações e o desenvolvimento de ações coordenadas para a ampliação do conhecimento;
- **Sistema estrutural:** inclui trabalhar aspectos como cultura e estrutura organizacional, com o objetivo de direcioná-la para uma gestão participativa; e
- **Sistema tecnológico:** a infraestrutura tecnológica – computadores, redes de comunicação de dados, softwares – disponibilizada para criar, armazenar e compartilhar conhecimentos é necessária ao gerenciamento do conhecimento.



Para Spiegel et al. (2005), cada modelo de organização possui uma forma de resposta ao mercado, e muitas não são capazes de manobras rápidas de adaptação quando enfrentam mudanças rápidas.

Entende-se que a era do conhecimento pode ser vista como a integração da criação, armazenamento, disseminação e utilização do conhecimento para atingir plenamente os objetivos das organizações, tornado-as competitivas, apoiadas na tríade formada por pessoas, processos e tecnologia.

3.2. EVOLUÇÃO DA GESTÃO TECNOLÓGICA

O sociólogo britânico Roy Rothwell apresentou uma visão da gestão da inovação tecnológica por meio de cinco gerações. Cada geração vinha como resposta a uma mudança significativa no mercado, envolvendo o crescimento econômico, a expansão industrial, a concorrência mais intensa, a inflação, a recuperação econômica, o desemprego e as restrições de recursos.

Cada geração representa um modelo descritivo de como as empresas estruturam seus processos de inovação ao longo do tempo (ROTHWELL, 1994). De uma forma macro pode-se escrever:

- **1ª Geração – Science-Technology push (1950 a 1960):** nesse período, tem-se o crescimento rápido da economia e a expansão industrial no mundo ocidental e no Japão. O processo de inovação é visto como linear simples e sequencial, com ênfase em P&D. O mercado é visto como um receptor dos resultados das atividades de inovação, trata de uma abordagem do lado da oferta do processo de inovação. As informações de mercado são incorporadas ao final do processo, dificultando qualquer intervenção no processo inovativo;
- **2ª Geração – Demand pull (1960 a 1970):** durante esse período, ocorreu a intensificação da concorrência. A ênfase de investimentos começou a mudar para novos produtos cujo objetivo era responder às necessidades do mercado, que passou assim a direcionar as ações das empresas. Análises custo-benefício foram feitas nos projetos de P&D que tinham uma ação reativa no processo de inovação. Tratava-se ainda de uma visão sequencial, mas com ênfase no mercado;
- **3ª Geração - Acoplamento de P&D e Marketing (1970 a 1980):** nesse período, o foco estratégico estava na consolidação das empresas e de portfólios de produtos. Houve uma sinergia entre os setores de Marketing e P&D, sendo a busca pela redução de custos operacionais, um pilar relevante desse modelo de sinergia. A inovação tecnológica é vista como um resultado da combinação entre a Science-Technology push e a Demand pull. O processo ainda é sequencial, mas com loops de realimentação. A P&D e o Marketing têm papéis equilibrados que refletem em capacitações tecnológicas. A ênfase é dada à interface entre os dois, com um conjunto complexo de canais de comunicação;
- **4ª Geração – Integração dos processos de negócios (1980 a 1990):** durante esse período, o foco era a redução do ciclo de vida dos produtos. O processo de inovação passou de sequencial para paralelo, com desenvolvimento integrado, no qual as equipes de produção, de vendas e técnica colaboravam simultaneamente para o desenvolvimento do projeto. Enfatizava-se também o



aprendizado concomitante com os fornecedores, buscando integrá-los nas fases iniciais do desenvolvimento do produto, numa visão ampliada da organização;

- **5ª Geração - Integração de sistemas e de redes (a partir de 1990):** nesse período ocorreu a ênfase na integração de sistemas e redes, a fim de garantir a flexibilidade e velocidade de desenvolvimento, de modo a conviver com a restrição de recursos, as taxas elevadas de mudança tecnológica e os curtos ciclos de vida dos produtos. A competitividade está relacionada com o lançamento no mercado de novos produtos. Os processos de negócio passam a ser automatizados por meio de sistemas de informação informatizados. Buscam-se parcerias estratégicas, marketing colaborativo e arranjos de pesquisa, como a inovação aberta, combinando ideias internas e externas, focadas na colaboração entre uma organização e seu ambiente e na qualidade, bem como em fatores não relacionados diretamente aos preços dos produtos, instigando uma visão de sistemas complexos.

3.3. QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Cada revolução industrial é consequência da transformação de dois vetores: tecnologia e organização social (SIMÃO FILHO; PEREIRA, 2014, p. 45). Tendo como base esses setores:

- **a primeira revolução industrial:** foi provocada pelo surgimento da máquina a vapor e início do desenvolvimento do pensamento econômico liberal, com a publicação, por Adam Smith, da obra “*An inquiry into the nature and cause of the wealth of Nations*”;
- **a segunda revolução industrial:** teve início no início do século XX, impulsionada pela linha de montagem e pela proposta de Frederick Taylor na utilização de métodos cartesianos na administração de empresas;
- **a terceira revolução industrial:** iniciou na década de 60 do século XX, como a robotização e automação, tendo como organização social o plano de Marshall, que gerou o fluxo de investimentos e o impulso pela inovação;
- **a quarta revolução industrial:** da qual a sociedade vive no momento, é defendida por Schwab como sendo a convergência das tecnologias dos mundos digitais, físicos e biológicos (SCHWAB, 2017, p.23). Os três fatores que sustentam essa revolução, ou indústria 4.0, é assim apresentada por Schwab: (i) velocidade das mudanças e da interconexão, criando um círculo virtuoso e acelerado de progresso tecnológico; (ii) amplitude e profundidade da mudança, capaz de produzir inovações em uma alta frequência; (iii) impacto sistêmico, com transformações de sistemas inteiros entre países, dentro deles, na sociedade nas organizações e nos indivíduos. A indústria 4.0 ainda não apresenta claramente o vetor organização social (BARBOSA; BAISSA, ALMEIDA, 2018, p. 3)

As principais tecnologias associadas à indústria 4.0, segundo Schwab (2017, p. 23) estão relacionadas a três mundos (digital, físico e biológico):

- **Internet** das coisas: onde objetos do nosso dia-a-dia passam a se conectar por intermédio da Internet (mundo digital);
- **Blockchain:** solução que interliga interessados sem a necessidade de intermediários e que busca a desburocratização (mundo digital);



- **Plataformas digitais:** ambientes digitais capazes de oferecer serviços a custo marginal de acesso (mundo digital);
- **Veículos autônomos:** veículos que se movimentam sem a ação humana (mundo físico);
- **Impressão 3D:** impressão por camadas que possibilita um alto grau de personalização (mundo físico);
- **Robótica avançada:** inclusão de robôs para desempenhar tarefas variadas (mundo físico);
- **Novos materiais:** desenvolvimento de materiais mais leves, mais fortes e recicláveis e adaptáveis, possibilitando a criação de novos produtos (mundo físico);
- **Manipulação genética:** valorizando a biologia sintética, onde as limitações são éticas (mundo biológico).

Nesta mesma linha, a Confederação Nacional da Indústria (2016, 12), em estudo que trata dos desafios da indústria 4.0 no Brasil, aponta a internet das coisas, o big data, a computação em nuvem, a robótica avançada, a inteligência artificial, novos materiais e as novas tecnologias de manufatura aditiva (impressão 3D) e manufatura híbrida (funções aditivas e de usinagem em uma mesma máquina) como sendo as principais tecnologias habilitadoras dessa revolução.

Conforme Schwab (2018, p. 324), o ser humano está mais consciente do poder transformador da tecnologia e do impacto na sociedade. As tecnologias são muito mais que conjuntos de máquinas, ferramentas ou sistemas interligados à produção e ao consumo. As tecnologias são vetores que moldam valores e perspectivas sociais. É por meio delas que interpretamos o mundo e moldamos o futuro da sociedade, ou seja, todas as partes interessadas devem internalizar o fato de que os resultados do avanço tecnológico estão ligados às nossas escolhas em cada nível de desenvolvimento e implantação, seja como cidadão, gestor ou representante da sociedade.

O posicionamento de Schwab é corroborado pela pesquisa realizada pela Deloitte Touche Tohmatsu Limited, sociedade privada, de responsabilidade limitada, estabelecida no Reino Unido, com 1600 executivos. Verificou-se que as empresas estão nos estágios iniciais de maturidade de aplicação e aproveitamento do potencial da Indústria 4.0, o que aumenta o risco e as incertezas de sua aplicabilidade. A pesquisa enfatizou quatro vertentes (DELOITTE, 2018):

- **Impacto social:** a Quarta Revolução Industrial poderá criar um mundo mais justo e estável;
- **Estratégia:** tende para uma abordagem holística, explorando recursos essenciais e aprimorando novos produtos para atender uma ampla parte de interessados;
- **Talento e força de trabalho:** criação de oportunidades de treinamento, tanto dentro da organização quanto nas comunidades carentes, fortalecendo uma cultura de aprendizado e colaboração;
- **Tecnologia:** a tecnologia deve apoiar um amplo espectro de responsabilidades e partes interessadas necessárias para prosperar na Indústria 4.0.

Entende-se que a Indústria 4.0 é o casamento das tecnologias físicas e digitais entre e com a sociedade, pessoas e estratégias organizacionais.



4. PLANEJAMENTO E COLETA DE DADOS

O planejamento da solução pretendida vem da importante questão a ser respondida: “*Quais operações são realmente aderentes e importam para que as pessoas e empresas se engajem na quarta revolução industrial?*”. A resposta a este questionamento surge das seguintes premissas:

- Uma empresa deve ser entendida como a interligação de três sistemas - o social, o estrutural e o tecnológico - quando abordada numa abordagem sociotécnica (MAXIMIANO, 2002; ROBBINS, 2002; GARCIA, 1980);
- Uma empresa deve estar situada na 5ª Geração - Integração de sistemas e de redes de processos de inovação (ROTHWELL, 1994);
- Uma empresa deve ser capaz de se adaptar à quarta revolução industrial quanto a interconexão das coisas, amplitude, profundidade e velocidade da mudança e impacto das transformações em toda sociedade, nos ambientes digitais, físicos e biológicos (SCHWAB, 2017);
- Uma empresa possui características em seu DNA que devem ser consideradas ao tentar se adaptar em uma nova demanda do mercado (SPIEGEL et al, 2005);
- Uma empresa deve se utilizar da Indústria 4.0 para criar um mundo mais justo e estável, aplicar uma abordagem holística como estratégia organizacional, criar oportunidades de treinamento até para a sociedade, por meio da colaboração, e a tecnologia deve ter um amplo espectro de responsabilidade (DELOITTE, 2018).

Tais premissas são norteadoras ao indicar os principais elementos aderentes à indústria 4.0.

5. ANÁLISE DO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA PRÁTICA

Destaca-se que o interesse ao longo do tempo pelo assunto “indústria 4.0” e “Quarta revolução industrial”, na Internet, conforme informação do Google Trend, aumentou a partir de janeiro de 2016. Trata uma pesquisa mundial, como pode ser verificado no Gráfico 1.

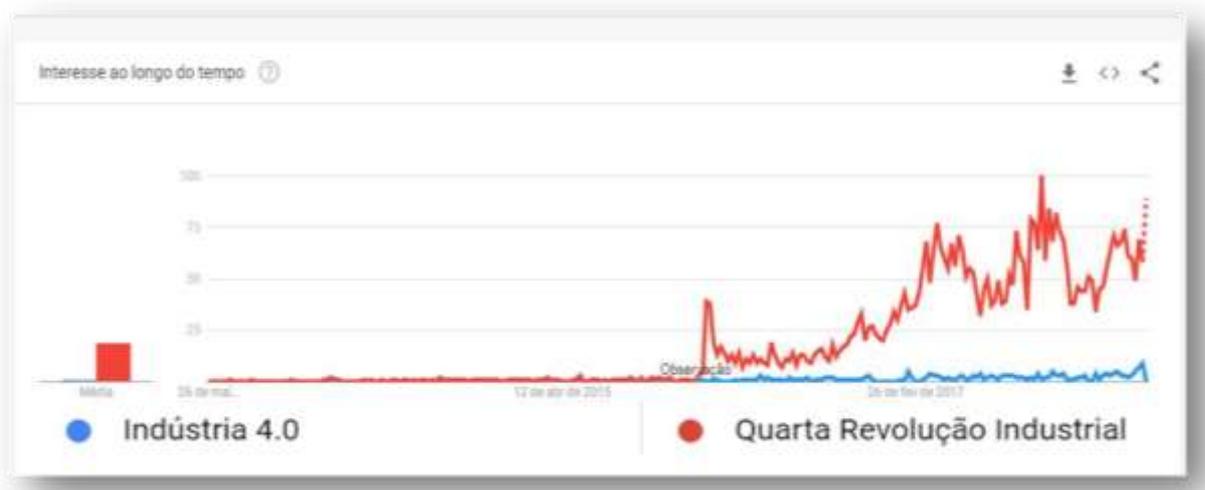


Gráfico 1: Interesse pelo assunto “indústria 4.0” e “Quarta revolução industrial”.

Fonte: Autor, a partir da pesquisa realizada no Google Trend, em 22 de maio de 2018



Os principais temas de interesse verificados na Internet, a partir da ferramenta Alerta do Google®, para o termo “Indústria 4.0”, no período de 14 de abril à 24 de maio de 2018, estão representados em Nuvem de Palavras (**Figura 1**), sendo que, quanto maior a fonte, maior a frequência dos termos durante o período da pesquisa.



Figura 1: Principais temas relacionados à indústria 4.0, de 14/04/2018 a 24/05/2018

Fonte: Autor, a partir da pesquisa realizada no Alerta do Google®, em 26 de maio de 2018

Na representação em Nuvem de Palavras, evidenciam com maior frequência os temas Tecnologia, Revolução, IoT – Internet das Coisas, Estratégia, Robótica, Manufatura avançada, Digital, Projeto ágil, Empregabilidade, Trabalhador, Educação, Tendências e P&D – Pesquisa e Desenvolvimento.

Outra linha de norteamto da pesquisa é o posicionamento e percepção dos executivos da Natura, Contacta Segurança Digital, Embraco, Caterpillar, Embraer, Senai, Welle Laser, Basf, Alpagartas, Pollux, Dassault, Beckhoff, Sabó e Linde quanto à indústria 4.0.

Destacam-se as seguintes áreas de conhecimento vinculadas à indústria 4.0, na percepção dos executivos: Internet das Coisas (IoT), Manufatura Aditiva, Big Data, Inteligência Artificial, Realidade Virtual e Aumentada, Inovação e Tecnologia disruptiva, Design Thinking, Lean Manufacturing, Práticas Ágeis, Pessoas e Startup. Trata de posicionamento e percepção delineada no “Encontro Executivo Inovador para a Indústria 4.0 no Brasil”.

A partir dos elementos apresentados por estudiosos e pesquisadores (teoria) e dos elementos descritos pelos executivos e os definidos como de interesses em sites de pesquisa da Internet (prática), apresenta-se um mapa mental agregando todos os elementos, mas sem delinear a quais blocos sociotécnicos pertencem.

O mapa mental dos principais elementos aderentes à indústria 4.0 delineado a partir da teoria e prática, tendo como parâmetros a 5ª Geração - Integração de sistemas e de redes de processos de inovação (ROTHWELL, 1994), as características da quarta revolução industrial nos ambientes digitais, físicos e biológicos (SCHWAB, 2017), a abordagem holística da Indústria 4.0 (DELOITTE, 2018), a nuvem de palavras dos principais temas de interesse verificados na Internet e a percepção dos executivos é descrita a seguir (**Figura 2**).

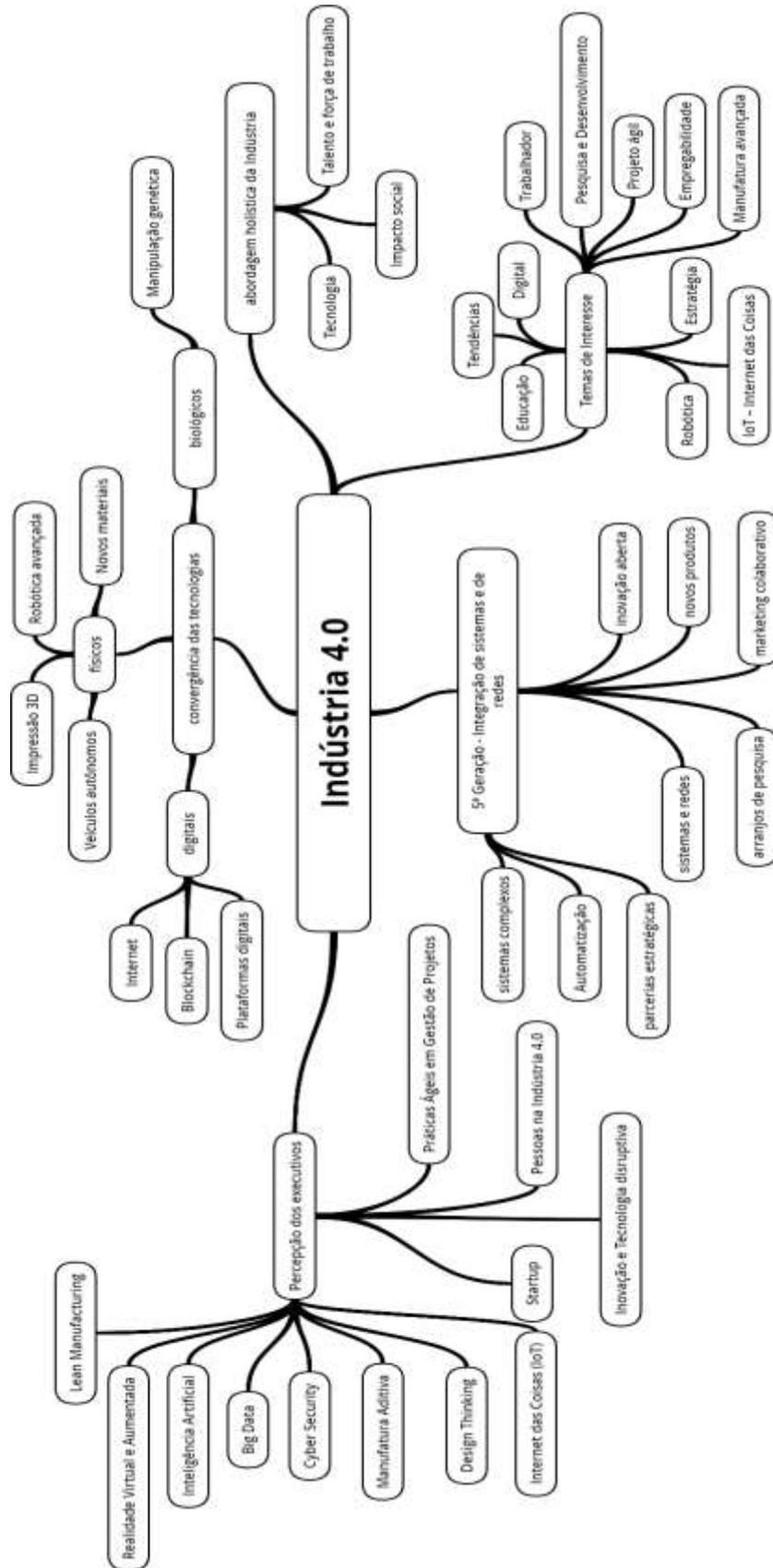


Figura 2: Mapa mental da Indústria 4.0 – percepção teoria e prática

Fonte: Autor (2018)



6. PRINCIPAIS OPERAÇÕES ADERENTES À INDÚSTRIA 4.0

A partir do mapa mental elaborado são apresentados os principais elementos teóricos e práticos aderentes à indústria 4.0, na abordagem sociotécnica, que devem ser utilizados para sensibilizar os gestores e engenheiros da importância dessa nova realidade (**Figura 3**):

- SISTEMA SOCIAL:

- **Pessoas e Talentos na Indústria 4.0:** aspectos relevantes para a motivação e fortalecimento das equipes na Indústria 4.0;
- **Legislação:** legislação sobre tratamento de dados pessoais, fluxo de dados internacional e acordos internacionais;
- **Economia circular:** modelo econômico circular, que associa o crescimento econômico a um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo, que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos sistêmicos, com a administração de estoques finitos e fluxos renováveis.

- SISTEMA ESTRUTURAL:

- **Big Data:** entendimento teórico e prático do processo de Big Data, envolvendo tarefas como coleta, armazenamento, processamento e visualização de dados, métodos fundamentais para profissionais da indústria 4.0;
- **Design Thinking:** pensamento pluralista e sistêmico, visando o desenvolvimento e adaptabilidade aos desafios da indústria 4.0;
- **Lean Manufacturing:** eliminação do desperdício; aumento do valor ao cliente; e aumento da competitividade das organizações que atuam na indústria 4.0;
- **Análise de Riscos:** riscos, e incertezas aderentes, bem como oportunidades associadas à indústria 4.0.
- **Governança Organizacional aplicada à Indústria 4.0:** particularidades da governança e dos modelos de negócios emergentes presentes na indústria 4.0.
- **Práticas Ágeis em Gestão de Projetos:** especificidades e técnicas do método ágil de gerenciamento de projetos;
- **Sistema Complexo:** sistema com muitos agentes interagentes que exibem comportamentos emergentes não triviais e auto organizados;
- **Marketing digital:** atividades com o objetivo de atrair novos negócios, criar relacionamentos e desenvolver uma identidade de marca, por meio da Internet;
- **Inovação disruptiva:** práticas de gestão e a dinâmica da inovação tecnológica disruptiva;
- **Startup:** ferramentas que possibilitem a criação e manutenção de uma startup.

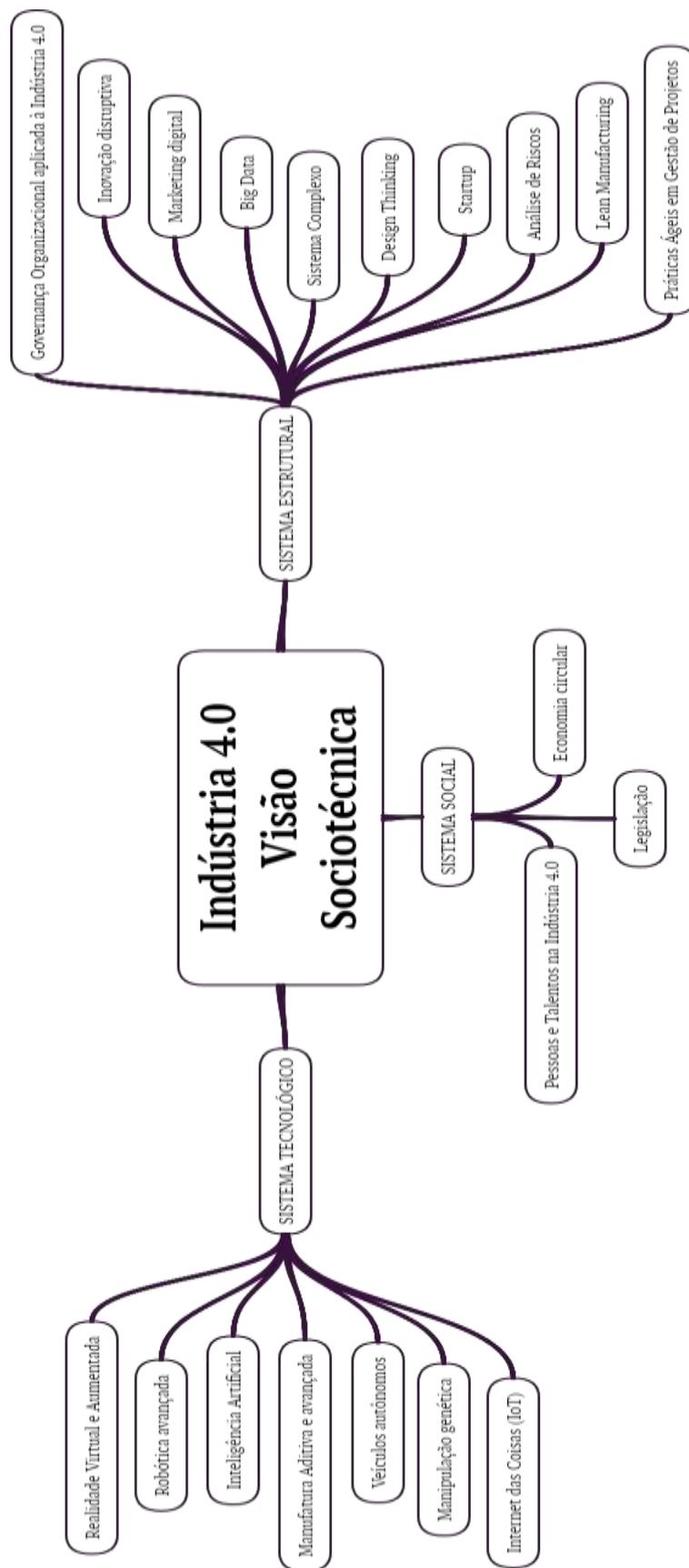


Figura 3: Mapa mental da Indústria 4.0 – abordagem sociotécnica
Fonte: Autor (2018)



- SISTEMA TECNOLÓGICO:

- **Internet das Coisas (IoT):** elementos e fundamentos da Internet das Coisas (IoT) e o seu emprego na integração e monitoramento dos meios físicos;
- **Manufatura Aditiva e avançada:** prática e as formas de modelagem de produto por meio da manufatura aditiva;
- **Inteligência Artificial:** conceito os de Inteligência Artificial, técnicas de aprendizado e algoritmos aplicados na indústria 4.0;
- **Robótica avançada:** sistemas mecânicos motorizados, controlados manualmente ou automaticamente por circuitos elétricos;
- **Realidade Virtual e Aumentada:** princípios da tecnologia da Realidade Virtual e aumentada incluindo óptica, displays, estereopsia, rastreamento, e as principais plataformas de hardware;
- **Manipulação genética:** valorizar a biologia sintética, onde as limitações são éticas;
- **Veículos autônomos:** ter os conceitos dos veículos que se movimentam sem a ação humana.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão dos principais elementos teóricos e práticos aderentes à indústria 4.0 numa abordagem sociotécnica possibilita que os gestores e engenheiros possam melhor formular, liderar e viabilizar estratégias vinculadas a esse novo formato de indústria.

Trata-se de uma tentativa de se estabelecer categorias analíticas aderentes as empresas para a compreensão da indústria 4.0 como processo produtivo, seja ele digital, físico e biológico, a partir de uma demanda transparente solicitada pela sociedade.

Também, trata de uma revolução industrial ou tecnológica ainda em construção, onde sistemas convencionais se tornam obsoletos perante negócios digitais estratégicos. Não existe uma definição única e nem ao menos é possível delinear com certeza o impacto dessas tecnologias no potencial produtivo das empresas e impactos na sociedade.

Ao responder à questão: *Quais operações são realmente aderentes e importam para que as pessoas e empresas se engajem na quarta revolução industrial?* pode-se afirmar que, numa abordagem sociotécnica, essas operações impactam no estilo de vida das pessoas, necessidades operativas das empresas e tecnologias disruptivas.

Por fim, a indústria 4.0 já é uma realidade em todo setor produtivo, ainda incipiente em algumas nações e indústrias, onde a adaptação e a disrupção são ações necessárias que possibilitam acompanhar esta nova revolução.

7. REFERÊNCIAS

ANGELONI, Maria Terezinha (coord.) Organizações do conhecimento. São Paulo: Saraiva, 2002.

BARBOSA, Marcos T. J., BAISSA, Marcos, ALMEIDA, Marcos T. Surge uma nova sociedade (cap. 1). BRITO DA SILVA et al. Automação & Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

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



DELOITTE. The Fourth Industrial Revolution is here are you ready? 2018. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt.html>. Acesso em 24 de maio de 2018.

EISENHARDT, Kathleen M. Building theories from case study research. *The Academy of Management Review*, v. 14, n. 4, p. 532-550, Oct. 1989.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Uma economia circular no Brasil: uma exploração inicial. 2017. Disponível em: ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/UmaEconomia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf. Acesso em: 25 abr. 2018.

ESTÚDIO CORREIO. Rumo à quarta revolução industrial: Empresas terão que se adaptar à Indústria 4.0, já em curso, para viabilizar os negócios e a competitividade. 25 maio 2018. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/rumo-a-quarta-revolucao-industrial> Acesso em 26 maio 2018.

GARCIA, R. M. Abordagem sócio-técnica: uma rápida avaliação. *Revista de Administração de Empresas* . vol.20 no.3 São Paulo July/Sept. 1980. Disponível em <http://www.scielo.br/>, acesso em 27 maio 2018.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital. São Paulo: Atlas, 2002.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção [online]*, v. 17, n.1, p. 216-229, Jan./Apr. 2007.

ROBBINS, Stephen Paul. Comportamento Organizacional. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

ROTHWELL, Roy. Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, v. 11, n. 1, p. 7-31, 1994.

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2017.

SCHWAB, K. Aplicando a quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2018.

SIMÃO FILHO, A.; PEREIRA, S. L. A empresa ética em ambiente ecoeconômico: a contribuição da empresa e da tecnologia da automação para um desenvolvimento sustentável inclusivo. São Paulo: Quartier Latin do Brasil, 2014.

SPIEGEL, Eric A. et al. Test Your Company's DNA. *Electric Perspectives*. Washington: Mar/Apr 2005. v.30, n. 2; p.32, ISSN/ISBN: 0364474X.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.