

Futurismo, Inovação e Logística 4.0: Desafios e Oportunidades

Lyssa de Lucena Cavalcanti (FATEC Rubens Lara) lyssa.cavalcanti@gmail.com

Mário de Souza Nogueira (FATEC Rubens Lara) mario.nogueira@fatec.sp.gov.br

Resumo:

O presente estudo foi elaborado visando analisar, de forma prática, os desafios e oportunidades proporcionados pela Quarta Revolução Industrial para os atuais sistemas produtivos através do amalgamento de inovação e Logística 4.0, com o suporte do estudo de futurismo. Para atender às expectativas deste estudo, a metodologia adotada quanto aos fins caracteriza uma pesquisa descritiva e exploratória. Quanto aos meios, levantamento bibliográfico. O embasamento teórico foi composto por estudos disponíveis de Futurismo, Inovação e Logística 4.0. Após analisadas, as informações coletadas e compiladas, permitiram concluir que a tecnologia apresenta-se promissora para a Logística 4.0 no tangente às oportunidades, entre estas: redução de custos, aumento de eficiência de produção, incentivo à competitividade mercadológica. Em contraponto, dentre os desafios impostos por esta estão: sobrevivência no mercado, necessidade de integração colaborador/máquina, exigência do consumidor.

Palavras chave: Futurismo, Inovação, Logística 4.0, Quarta Revolução.

Futurism, Innovation and Logistics 4.0: Challenges and Opportunities

Abstract

The present study was designed to analyze, in a practical way, the challenges and opportunities offered by the Fourth Industrial Revolution for the current production systems through innovation amalgamation and Logistics 4.0, supported by the futurism study. To meet the expectations of this study, the methodology adopted for the purposes characterizes a descriptive and exploratory research. As for the means, bibliographic survey. The theoretical basis was composed by available studies of Futurism, Innovation and Logistics 4.0. After analyzing the information collected and compiled, it was concluded that the technology is promising for Logistics 4.0 in the tangent to the opportunities, among them: cost reduction, increased production efficiency, and incentive to market competitiveness. In contrast, among the challenges imposed by this are: survival in the market, need for collaborator / machine integration, consumer demand.

Key-words: Futurism, Innovation, Logistics 4.0, Fourth Revolution.

1. Introdução

Figura como nova diretriz para a competitividade em âmbito global a Logística 4.0, pois é através desta que serão transportadas informações e produtos da Quarta Revolução Industrial. A Quarta Revolução Industrial caracteriza-se pela utilização de máquinas controladas por inteligência, robótica colaborativa (robotização das linhas de produção), impressoras tridimensionais para a fabricação de produtos, assim como a elaboração de artefatos que fomentam a produção inteligente.

Nanotecnologia, inteligência artificial, armazenamento de dados em nuvem, biotecnologia, computação quântica, estocagem de energia, robótica, internet das coisas, impressão

tridimensional, automação veicular e ciência dos materiais são algumas das novas influências que, convergindo, geraram o fenômeno nomeado Indústria 4.0.

As inovações simultâneas e ubíquas - tanto no campo tecnológico, como fora deste - reforçam a disrupção econômica como uma escolha binária onde, inevitavelmente, a sobrevivência das organizações está intimamente associada à forma como lidam com todos os ensejos que está nova fase impõe.

Em virtude da versatilidade e maleabilidade que a Revolução 4.0 sugere, o Futurismo mostra-se apto a detalhar perspectivas futuras para os mais diversos campos da ciência para suprir a necessidade de prognósticos e análise de cenário futuros.

O presente estudo alia sucinta discussão entrelaçando a Futurologia à Logística 4.0, comparando a performance atual do setor frente às inovações, gerando prognóstico dos desafios e oportunidades para a logística contemporânea.

Como uma revolução sem precedentes, a Quarta Revolução Industrial, iniciada na virada do século XX, apresenta a convergência e infusão entre as esferas físicas, digitais e biológicas. Velocidade, amplitude e profundidade são as características que diferenciam a atual Revolução dentre as demais. Outro ponto a ser destacado é o fato de a Quarta Revolução Industrial ser sistemática e exponencial, apresentando resultados significativos em curto espaço de tempo.

2. Embasamento Teórico

Serão abordados, na revisão da literatura, proposições fundamentadoras para a compreensão do levantamento bibliográfico, incluindo a Futurismo, Quarta Revolução Industrial e Logística 4.0. Além disso, serão esclarecidos conceitos relevantes e suas aplicações a fim de promover compreensão relacionada à temática proposta.

2.1. Futurismo

Futurismo, *Forecasting*, Estudos do Futuro, Futurologia, Pesquisas do Futuro são algumas das terminologias utilizadas para fazer menção à atividade de análise de cenários futuros visando obter informações e conhecimentos suficientes para respaldar a tomada de decisão antecipada à situação prevista.

O presente estudo não visa aprofundar a discussão a respeito da discussão terminológica, visto que o objetivo é a prática do método levando em consideração análises de curto, médio e longo prazo.

O Futurismo utiliza-se de padrões da ciência para analisar as tendências futuras, sem qualquer influência de misticismo. Também conhecida como Futurologia, é a ciência que se encarrega em destrinchar o futuro.

De acordo com o Dicionário da Universidade de *Princeton*, Futurologia ou Futurística “é o estudo ou previsão de desenvolvimentos futuros com base nas condições existentes” (tradução nossa).

No Dicionário Priberam, Futurologia “é o conjunto das pesquisas que visam prever qual será, num dado momento do futuro, o estado do mundo ou país nos domínios técnico, social.”

O cenário extremamente competitivo, onde as organizações estão anexadas, requer que gestores e empresários estejam atentos para gerir e administrar recursos, de forma a aumentar as receitas e diminuir os custos e despesas.

Para Ayres (2009), “O planejamento é de extrema importância por significar, na realidade, um exercício de visualização do futuro e, como tal, permitir ao gestor a antevisão de dificuldades”.

De acordo com Ackof (1970) o planejamento é uma atividade que tem por objetivo definir o futuro almejado pela organização e, assim, estabelecer ações efetivas para que o planejado se

realize. Dessa forma, trata-se de um exercício a ser realizado com antecipação para analisar o que, quando e como algo deve ser executado antes que o cenário previsto seja estabelecido. Sob a ótica de Hamel e Prahalad (1994), é a partir de competências essenciais que deve-se aproveitar as oportunidades. Caso estas ainda não sejam presentes, é necessário visualizar o que poderá ocorrer no futuro para que os gestores estejam aptos a identificar as competências que propiciarão à organização o aproveitamento de tais oportunidades.

Alan Porter et al (1991), define *Forecasting* como uma atividade voltada a lidar de forma explícita com o futuro, porém, utilizando o passado e o presente como referência para orientar o futuro.

Dessa forma, o Futurismo utiliza-se de análise sistemática dos padrões precedentes e atuais do contexto social e científico da humanidade para, através de estudo sobre probabilidades, elaborar previsão de tendências e eventos futuros. Apesar do ainda recente uso do termo, o futurismo tem figurado entre uma das formas de obter dados e informações categóricos para o processo de tomada de decisão.

2.2. Indústria 4.0

A expressão foi utilizada pela primeira vez na Feira de *Hannover*, em 2011, para referenciar a ruptura sem precedentes e irreversível a qual a humanidade - e, consequentemente, a economia - tem sido introduzida. O termo é utilizado para destrinchar a evolução nos conceitos fabris que cooperam no alcance de objetivos de desempenho e de melhoria contínua de processos.

As três primeiras revoluções industriais foram resultado da mecanização, eletricidade e tecnologia de informação. Agora, a introdução da Internet das Coisas e Serviços no contexto da manufatura está lançando uma quarta revolução industrial.

Para Blanchet et al. (2014), a Indústria 4.0 é um produto da quarta revolução industrial após três revoluções industriais que proporcionaram rupturas relevantes no processo manufatureiro e geraram ganho significativo da produtividade.

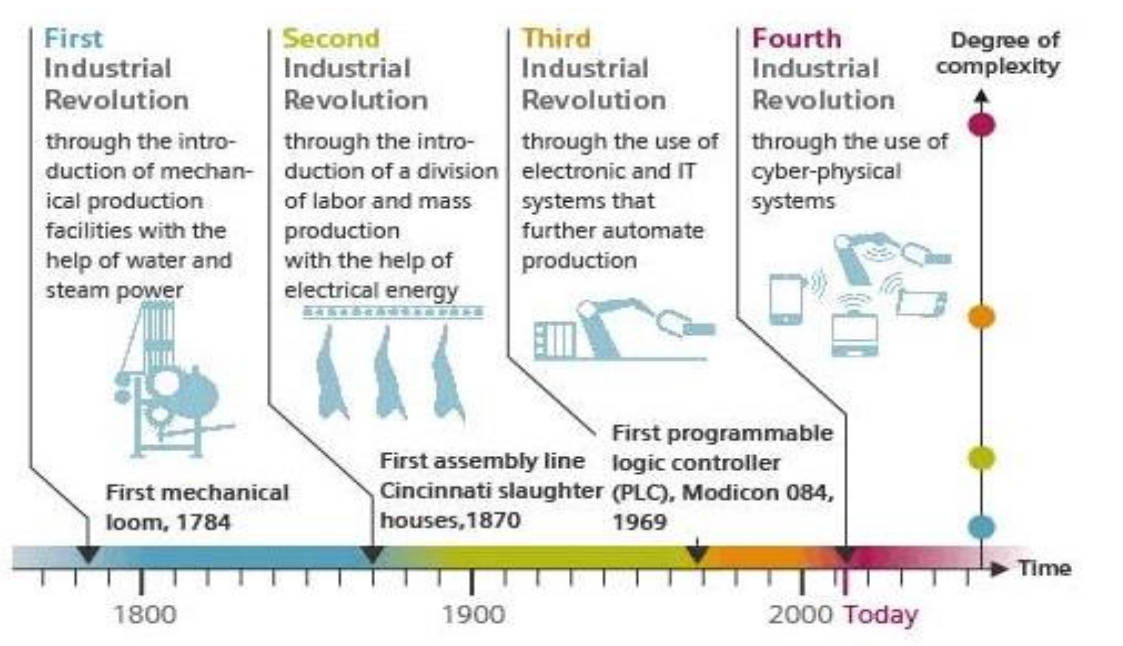


FIGURA 1 – Quatro estágios da Revolução Industrial

FONTE: Revista Ferramental

No início da civilização, toda a produção estava restrita à produção artesanal, de forma que conhecimento do produtor era especializado e obtinha ferramentas específicas para sua execução. O desenvolvimento orgânico e natural da sociedade propiciou o crescimento da demanda por produtos e sugestão por ampliação da variedade ofertada. O avanço contínuo da sociedade sugeriu que fossem criadas novas tecnologias para maior produção e oferta aos consumidores.

A Figura 1 apresenta as quatro fases da revolução industrial, tendo início no final do século XVIII com a criação de máquinas de vapor nos processos produtivos. Em meados do início do século XX, houve a inserção das máquinas elétricas e o processo de produção em massivo. Nos anos 70, o sistema produtivo foi automatizado, enquanto a tendência do sistema cyber-físico tem sido incorporada atualmente, na Revolução 4.0.

De acordo com Schuh et al. (2015) existem quatro facilitadores da Indústria 4.0, os quais são determinantes para este novo cenário: a tecnologia de informação globalizada, a existência de uma fonte unificada de dados consistentes, a automatização e a colaboração.

O aumento progressivo da velocidade dos computadores e da capacidade de processamento possibilitaram a existência da tecnologia da informação globalizada, que incorpora substancialmente aptidão para acessar dados massivos, de qualquer geolocalização a partir de uma nuvem central.

Os mesmos progressos figuram como agentes facilitadores para simulações mais eficientes e de processamentos de dados maciços das organizações. Outro fator associado à globalização da tecnologia de informação, a existência de uma fonte única de dados cria informações consistentes armazenadas no ciclo do produto.

O terceiro fator que empodera a Indústria 4.0 é a automação, a qual é aliada às tecnologias facilitadoras.

A colaboração, elencada como quarto e fundamental facilitador, abrange desde organizações a sociedade. É estabelecida pelo cultivo de uma rede de contatos que, concomitantemente, estimula a troca de conhecimento entre os colaboradores e setores da indústria, concordando com a adoção de aparelhos inteligentes, além da descentralização das responsabilidades dos tomadores de decisão do sistema. Produtos inteligentes, novas tecnologias de produção e produção customizada em massa não algumas das iminências presentes na Indústria 4.0.

Para Yan e Gu (1996), a indústria manufatureira de produtos tem confrontado mudanças elementares desde os anos 90, como a redução do tempo na fabricação de produto e o ampliação da flexibilidade na manufatura de lotes pequenos, cada vez mais variados.

De acordo com Aitenbichler *et al* apud Silva (2015), “Produtos inteligentes (*smart products*) são objetos, dispositivos ou softwares enriquecidos com informações sobre eles mesmos, outros dispositivos, e seus componentes. Estas informações são divididas em camadas de acordo com o nível de detalhe ao qual ele se orienta: capacidades dos dispositivos, funcionalidades, integridade, serviços aos usuários, e conectividade”.

Produção customizada ou customização maciça é a resposta às necessidades de um ambiente que exige flexibilidade e agilidade. Em um cenário de transmutação constante, indivíduos, processos, indústrias e tecnologias adaptam-se para atender às necessidades do cliente. Para Pine apud Kotha (1993), “o alvo principal da customização é produzir grandes variedades de produtos e serviços de forma que quase todos encontrem exatamente o que querem, a um preço razoável”.

2.3. Logística 4.0

Para Bharadwaj et al (2013), a Logística 4.0 surgiu em resposta às tendências emergentes geradas pela Indústria 4.0, com o início do século 21. Neste sentido, a necessidade de agilizar os processos da cadeia de abastecimento e sistemas produtivos tem crescido e o prognóstico aponta para o progresso contínuo. Dessa forma, a futura vantagem competitiva das redes de suprimentos e das empresas relacionadas a elas tem a predisposição de ser determinada pela capacidade de flexibilidade, assim como planejamento contínuo e reação às mudanças em meios de produção e de consumo.

Entretanto, a maioria dos processos e organizações atuais não estão completamente prontos para este advento e devem sofrer alterações para se ajustarem às exigências da Indústria 4.0. Ainda segundo Bharadwaj et al (2013), participação dominante dos processos logísticos foi delineada pela estabilidade e especialização.

De fato, a Logística 4.0 está conduzindo o setor e áreas correlatas a um novo patamar.

Originalmente, todo o fluxo de mercadorias era realizado pelos movimentos físicos, como insumos para produtos, informações impressas em papel, além do próprio produto finalizado.

Ao se pronunciarem a respeito do assunto, Hompel e Henke (2014) afirmam que, se as organizações mantiverem o mesmo padrão de comportamento e buscarem adequação apenas no que diz respeito de meios mais ágeis de processamento de dados e materiais, elas estarão fadadas ao fracasso e, conseqüentemente, falência. Embora o processamento rápido seja indispensável, os autores argumentam que não são suficientes para gerar as necessárias mudanças nos processos substanciais, que são necessários nas redes de negócios flexíveis do futuro.

Por meio de integração de sistemas cyber-físicos, conseqüentemente os processos de logística devem passar por mudanças bruscas em seus padrões de comportamento. De acordo com Lee e Lee (2015), organizações já começaram a implementar tecnologias da Internet das coisas baseadas em RFID. Contudo, o fator conectividade é apenas uma fração no ciclo de caracterizado de processos logísticos autônomos. Atualmente, os esforços de pesquisa e desenvolvimento caminham para outros tipos de sistemas mais avançados, inteligentes e robotizados (LEE; LEE, 2015).

Dessa forma, a Logística 4.0 não se apresenta apenas como uma tendência futurística, mas também, como uma realidade permanente e evolutiva. Enquanto o modelo tradicional da Logística englobava estoques desnecessários, perdas de inventários e ativos, erros corriqueiros de controles, *lead times* estendidos, centros de distribuições desconectados e obsoletos, falhas de carregamentos e entregas de transportes, concorrência e *know how* de baixo índice, a Logística 4.0 retrata estoque zero, lead time curto, alta conectividade, informações em tempo real, virtualização de sistemas de processos, centros de distribuição inteligentes, inteligência operacional por meio de *IoT (Internet of Things)*, gestão de armazém através de *Wifi*, visão integradas da cadeia de suprimentos.

À medida que a logística assume um papel estratégico dentro das organizações, seus processos se desenvolvem e, com eles, a tecnologia usada para otimizar cada vez mais as operações.

Gerd Leonhard, futurólogo alemão, em parceria com o Instituto IMAM, afirma que a Logística 4.0 apresenta curvas disruptivas propostas somadas as inovações e tendências monitoradas internacionalmente.



Fonte: Gerd Leonhard, thefuturesagency.com e Instituto IMAM (Curso: Logística 4.0 – TI aplicada à Logística – Eduardo Banzato) - www.imam.com.br

FIGURA 2: Cenários Disruptivos na Supply Chain

A Figura 2 apresenta as tecnologias que, já consistentes são a estrutura básica para novas tecnologias emergirem.

As inovações disruptivas representam mudanças de impacto significativo e detém o poder de redelinear a cadeia de valor, de modo a modificar o estado operante atual.

De acordo com os projetos de *Supply Chain* e Gestão Organizacional Consultoria IMAM, cerca de 20% das empresas apresentam preocupação em discutir e planejar soluções inovadoras, entretanto, menos de 10% destas empresas efetivamente se arriscam e implementam tais projetos.

3. Desenvolvimento da Temática

3.1. Metodologia

A presente pesquisa tem finalidade exploratória e qualitativa.

Segundo Gil (2002), com relação à classificação da pesquisa baseada em seus objetivos, é identificada como pesquisa de caráter exploratório e descritivo, visando obter a descrição de determinados fenômenos ou relações entre variáveis.

Com relação às pesquisas com base nos procedimentos técnicos utilizados, este trabalho classifica-se como uma pesquisa bibliográfica que, de acordo com Gil (2002), é desenvolvida com base em material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos.

A pesquisa bibliográfica foi realizada para a obtenção de dados sobre o tema abordado, com foco principal em enunciar os desafios e oportunidades gerados pela Quarta Revolução Industrial na Logística 4.0 para os sistemas produtivo.

Para Martins et al. (2014), a pesquisa de levantamento exploratório é aplicado em quando há necessidade de ambientação a respeito de um tópico, servindo de base para um levantamento mais profundo.

A natureza qualitativa permite alvos em situações complexas ou particulares. De acordo com Klein (2015, p. 31) “Os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem, por exemplo, descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certos elementos, compreender e classificar processos dinâmicos”.

Foi realizada pesquisa bibliográfica sobre os principais temas deste estudo, incluindo Futurismo, Indústria 4.0 e Logística 4.0 e Sistemas de Produção. Este levantamento utilizou-se de materiais e relatórios do exterior.

4. Resultados e Discussão

Em 2015, o Conselho da Agenda Global do Fórum Econômico Mundial, uma pesquisa com 800 executivos com o objetivo de avaliar quando os líderes empresariais previam que as tecnologias da Revolução 4.0 chegariam ao domínio público de maneira relevante e compreender de forma plena as implicações das mudanças para indivíduos, organizações, governo e sociedade.

O estudo gerou relatório nomeado “Mudança Profunda – Pontos de Inflexão Tecnológicos e Impactos Sociais” (tradução nossa) e publicado em setembro de 2015.

A Tabela abaixo ilustra de forma sucinta as 21 alterações tecnológicas com pontos de inflexões e suas respectivas previsões de ocorrência da maioria dos executivos.

2018	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Armazenamento para Todos	Robôs e Serviços	IoT (Internet para as Coisas)	Tecnologias Implantáveis	Computação Ubíqua	Impressão 3D e Produtos de Consumo	Veículos Autodirigíveis	Bitcoin e Blockchain
		Tecnologia Vestível	Big Data para Tomada de Decisão	Impressão 3D e Saúde	IA - Inteligência Artificial e Funções Administrativas	IA - Inteligência Artificial e Tomada de Decisão	
		Impressão 3D e Fabricação	Visão como Nova Interface Presença Digital	Residência Conectada	Economia Compartilhada	Cidades Inteligentes	
			Governos e Blockchain				
			Supercomputador em Bolso				

Tabela 1 – Ano médio em que cada ponto de inflexão deve ocorrer

Dos pontos de inflexões acima, observa-se os reflexos na Logística 4.0 com os já presentes e tendenciosamente consolidados em cenário de futuro próximo a seguir:

- **Logística antecipada** – realização do início de movimentação do produto antes mesmo que o consumidor finalize a compra através da plataforma. Esse feito é possível por meio de inteligência artificial combinada a algoritmos que permitem obter o padrão de comportamento do cliente através de seus hábitos de consumo;
- **Big Data** – dispositivos conectados continuamente na internet gerará volume de dados gigantescos. As empresas necessitarão de sistemas de *Business Intelligence* para analisar tal volume de dados e implementar ações respaldadas nessas informações;

- **Veículos auto dirigíveis** – entrecruzamento da tecnologia GPS (*Global Position System*) e inteligência artificial capazes de realizar entregas em automóveis sem a necessidade de intervenção humana;
- **Demanda personalizada** – uso de impressoras tridimensionais para produzir produtos personalizados de acordo com as características e necessidades do consumidor sem tornar o processo artesanal;
- **Same day delivery** – entrega de produto ao consumidor com precisão ao consumidor no mesmo dia da aquisição. Requer rede estruturada de fornecedores e distribuidores as organizações que decidem implementá-la;
- **Realidade aumentada** – através de lentes inteligentes, é possível obter a informação sobre localização de produtos, realização de leitura de código de barras e conferências;
- **Múltiplos canais logísticos** - uso de tecnologia mobile para acompanhamento de processos de aquisição de insumos, produção de produtos e entregas, rastreamento de cargas em tempo real;
- **IoT (Internet of Things)** – ou Internet das Coisas, é a ligação direta dos pontos da cadeia de suprimentos, onde equipamentos, máquinas e dispositivos permanecerão continuamente ligados na internet gerando milhares de dados que, interpretados, gerarão informações para a tomada de decisão;
- **Verticalização** – armazenagem vertical exclui a necessidade de deter estoques espaçosos, tornando a operacionalização simplificada reduzindo a necessidade de equipes volumosas e aumentando a precisão das rotinas de gestão de estoque;
- **Energia inteligente** – utilização de *drones* para realizar entregas de produtos adquiridos tanto em lojas físicas como em *e-commerces*.

5. Considerações Finais

Por meio da Quarta Revolução Industrial, a conectividade digital proporcionada por tecnologias de *software* tem alterado a sociedade de forma profunda e ampla. A escala de impacto e velocidade de mudanças torna esta transformação sem precedentes e distinta de todas as outras revoluções da história da humanidade.

Com base nas discussões e resultados encontrados no tópico anterior, é possível elencar como oportunidades para o sistema produtivo

A tecnologia poderá auxiliar na redução do custo de transporte, desburocratizar processos e criar um ambiente de concorrência mais ético.

Na Logística 4.0, utilizando-se das informações da Quarta Revolução Industrial e elementos importantes da cadeia de suprimentos poderão ser compartilhados podendo gerar maior conhecimento e colaboração.

Para as organizações, a Logística 4.0 apresenta oportunidades passíveis para a melhoria contínua das organizações atentas aos cenários futurísticos e dispostas a investir seus recursos para obtê-las. Abaixo figuram algumas dos ensejos favoráveis a estas organizações:

- **Produtividade e personalização** – a utilização de inteligência artificial e impressão tridimensional permite às organizações alcançarem a produção com eficiência, além de atender a nova demanda por produtos personalizados aos clientes.
- **Aumento de competitividade** – a inovação aliada à tecnologia empoderam as organizações a avançarem nos campos de pesquisa e desenvolvimento para desenvolver produtos e serviços competitivos, gerando ambiente saudável para o mercado.

- **Redução de passivos estagnados** – a diminuição de estoques e, consequentemente, de estruturas de armazenagens tornarão as empresas financeiramente competitivas para substituir custos em insumos desnecessários por investimentos em soluções inovadoras.

Os desafios encontrados pela Logística 4.0 são os fatores que dificultam ou impedem o desenvolvimento e a implantação efetiva de soluções inovadoras. Dentre estas, destaca-se os seguintes fatores:

- **Sobrevivência no mercado** - organizações despendem de recursos e esforços apenas para a sobrevivência, dessa forma, os investimentos realizados são voltados principalmente à redução de custos.
- **Fusão entre dimensões físicas, digitais e biológicas** - capacidade das empresas em integrar as três principais esferas que norteiam a Revolução 4.0, incluindo a relação entre colaboradores e máquinas dotadas de inteligência artificial.
- **Capacitação e qualificação atualizada** - equipes e gestores com baixo índice de atualização com novas tecnologias e demandas mercadológicas influenciam negativamente no comportamento de acionistas.
- **Gestão de liderança** - capacidade de gestores de níveis táticos e estratégicos de adaptação e aprendizado simultâneos, além de estimular as respectivas equipes a executar estas habilidades.
- **Descentralização** - migração de mercado de consumo de produtos para, principalmente, de serviços.
- **Adaptação de cultura à rede** - aptidão das organizações em adaptarem-se à colaboração em rede e à fixação de parcerias com concorrentes e *stakeholders*.
- **Adequação para a evolução constante** - prontidão para a evolução de tecnologias e novos modelos de negócios de forma progressiva, permanente e exponencial.
- **Exigência dos consumidores** – com o avanço da tecnologia e a alta competitividade entre as empresas, o consumidor passará a ter mais conhecimento e poder de exigência diante do mercado.

Cabe às organizações estudarem através do Futurismo aliando a habilidade de planejar e executar planos de ações para adaptação, adoção de modelos de negócios, flexibilização de produtos e embalagens, reconfiguração de cadeia de suprimentos.

Referências

ACKOFF, Russel L. *A concept of corporate planning*. John Wiley & Sons, Inc., 1990.

AYRES, A. de P. S. *Gestão de logística e operações*. Curitiba: IESDE, 2009.

BLANCHET et al. *Industry 4.0: The new industrial revolution How Europe will succeed. Think Act*. Roland Berger: Munique, 2014.

BHARADWAJ, A. et al. *Digital business strategy: toward a next generation of insights*. *MIS Quarterly*, v. 37, n. 2, p. 471-482, 2013.

DICIONÁRIO PRIBERAM. Futurologia. Disponível em < <https://www.priberam.pt/dlpo/futurologia> > Acesso em 17/07/2017.

HAMEL, Gary. PRAHALAD, C.K. *Competing for the future*. Boston: Harvard Business School Press, 1994.

HOMPEL, M.; KERNER, S. *Logistik 4.0: die Vision vom Internet der autonomen Dinge*. Informatik-Spektrum, v. 38, n. 3, p.176-182, 2015.

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ED. São Paulo: Atlas, 2002.

IMAM CONSULTORIA. TI aplicada à Logística. Disponível em < <https://www.imam.com.br/consultoria/artigos> > Acesso em 03/07/2017.

KOTHA, Suresh. *Mass Customization: Implementing the Emergent Paradigm for Competitive Advantage*. Strategic Management Journal, v.6 Special Issue, summer 1995.

LEE, I.; LEE, K. *The Internet of things (IoT): applications, investments, and challenges for enterprises*. Business Horizons, Blomington, v. 58, n. 4.2015.

LEONHARD, Gerd. *Disruptives scenarios in supply chain*. Disponível em <<http://www.futuristgerd.com/>> Acesso em 18/09/2017.

OCDE - OECD ORGANIZATION ECONOMIC COOPERATION OECD ORGANIZATION ECONOMIC COOPERATION DEVELOPMENT. Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3 ed. FINEP, 2005.

PORTER, Alan L.; ROPER, A. Thomas.; MASON, Thomas H. ROSSINI, Frederick H.; BANKS, Jerry. *Forecasting and Management of Technology*. John Wiley & Sons, 1991.

SILVA, J. C. Fábrica POLI: Concepção de uma fábrica de ensino no contexto da Indústria 4.0 / J. C. Silva - São Paulo, 2015. Disponível em < http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2015/12/TF-vf_Juliana-Cavalcante-da-Silva.pdf>. Acesso em 16/09/2017.

SCHUH, G. et al. *Chapter 2: Hypotheses for a Theory of Production in the Context of Industrie 4.0*. In: BRECHER, C. *Advances in Production Technology*. Aachen: Springer Open, 2015.

REVISTA FERRAMENTAL. Indústria 4.0 – Sistemas Inteligentes para Manufatura do Futuro. Disponível em: <<http://www.revistaferramental.com.br/pt/artigos/industria-40-sistemas-inteligentes-para-manufatura-do-futuro/8>>. Acesso em 16/09/ 2017.

PRINCETON UNIVERSITY. *WordNet Glossary. Futurology*. Disponível em: <<http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn?s=futurology&sub=Search+WordNet&o2=&o0=1&o8=1&o1=1&o7=&o5=&o9=&o6=&o3=&o4=&h=>>>. Acesso em 03/07/2017.

YAN, X.; GU, P. *A review of rapid prototyping technologies and systems*. CAD Computer Aided Design, v. 28, n. 4, p. 307–318, 1996.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Global Agenda Council on the Future of Software & Society. Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact*. Nov.2015. Disponível em: < http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf>. Acesso em 16/08/2017.