

ANDRESSA MONGRUEL MARTINS VICENZI

**PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO CAPITAL
HUMANO NA MANUFATURA AVANÇADA**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado profissional em Administração do Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Administração.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Simone Ghisi Feuerschütte

FLORIANÓPOLIS, SC

2016

V633p Vicenzi, Andressa Mongruel Martins
Práticas para o desenvolvimento do capital humano na
manufatura avançada / Andressa Mongruel Martins Vicenzi.
- 2017.
124 p. il.; 21 cm

Orientadora: Simone Ghisi Feuerschütte

Bibliografia: p. 113-122

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências da Administração e
Socioeconômicas, Programa de Pós-Graduação em
Administração, Florianópolis, 2017.

1. Manufaturas. 2. Capital humano. 3. Competência. I.
Feuerschütte, Simone Ghisi. II. Universidade do Estado de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Administração. III. Título.

CDD: 670 - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UDESC

ANDRESSA MONGRUEL MARTINS VICENZI

**PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO CAPITAL
HUMANO NA MANUFATURA AVANÇADA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Administração do Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Administração.

Banca Examinadora

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Simone Ghisi Feuerschütte
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

Prof. Dr. Nério Amboni
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro Externo:

Prof. Dr. Jefferson de Oliveira Gomes
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Florianópolis, SC, 07/12/2016

Dedico esta dissertação aos meus pais Ana Luiza e Cliceu (*in memoriam*) e ao meu marido Emanuel.

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos, primeiramente, são para Deus, que me concedeu o dom da vida e a possibilidade de desfrutar da maravilhosa experiência que é viver.

Agradeço imensamente ao meu pai Cliceu (*in memoriam*) e à minha mãe Ana Luiza, que são meus grandes e inspiradores exemplos de vida, de amor, respeito e companheirismo. Em mais esta jornada da minha vida eles estiveram ao meu lado, me apoiando incondicionalmente e sempre compreendendo minha ausência e distância em muitos momentos. Mesmo meu amado pai, no início deste ano ter passado para o outro lado da vida, sua presença é muito viva no meu dia a dia. Seu legado continua sendo minha fonte de inspiração e aprendizado. Sem dúvida, sua forma de encarar os desafios de peito aberto me fortaleceram nesta caminhada.

Ao meu marido Emanuel, minha eterna gratidão. Durante o mestrado, especialmente, ele foi minha fortaleza e paz, acompanhou de perto cada “passo” meu. Foi, sem dúvida nenhuma, meu maior parceiro. Esteve sempre ao meu lado. Nos momentos difíceis, com suas sábias e carinhosas palavras, me acalmava e me mostrava os caminhos possíveis a serem percorridos. Sempre compreendeu minhas ausências e, junto comigo, abriu mão de muitos programas e passeios.

Agradeço o apoio dos meus irmãos Larissa e Rafael durante este período. Minha irmã, como professora universitária no Paraná, foi uma grande influenciadora na minha decisão de fazer o mestrado.

À minha querida orientadora Simone os meus sinceros agradecimentos. Quantos aprendizados nesses dois anos de convivência. Foram aprendizados de vida,

trocas de experiências e um mergulho ao mundo acadêmico que levarei e valorizarei para sempre. A paciência, a perseverança e o incentivo estiveram presentes em nossos encontros. A caminhada foi longa, muitas idas e vindas, mas, como aprendi com a professora Simone, é nessa trajetória que estão os grandes ganhos do aprendizado. Com certeza sou outra pessoa após ter tido a oportunidade de cursar e experienciar cada fase do mestrado.

Quero também expressar meus agradecimentos ao professor Nério Amboni, um dos docentes que mais me fez refletir, conectar e enxergar os acontecimentos com outras “lentes”.

Meus agradecimentos ao SESI/SC, por me conceder o benefício da dispensa de carga horária para que eu pudesse cursar o mestrado. Minha gratidão ao Superintendente do SESI/SC, Fabrizio Machado Pereira, e aos que foram os meus líderes, Sílvia, Maria Tereza, Fabiano, Eloir, Izaltina, bem como ao meu atual Diretor, Carlos Roberto, pela solicitude de todos durante o meu mestrado, me auxiliando e me apoiando no que foi preciso. Agradeço também ao Diretor Regional do SENAI/SC, Jefferson de Oliveira Gomes, por todo o apoio que me foi concedido para o desenvolvimento desta dissertação. Quero expressar ainda meus agradecimentos aos colegas de trabalho, Angélia, Juliano e Alex, que me ajudaram no acesso a muitos materiais que utilizei nesta pesquisa. E aos meus amigos Tatiana e Elias, pelo incentivo e estímulos diários.

Meus agradecimentos às indústrias que abriram suas portas para que eu pudesse conhecê-las de perto, se fazendo presentes neste trabalho como casos ilustrativos do tema da pesquisa. Minha gratidão a elas pela receptividade e colaboração.

Por fim, agradeço aos meus colegas e amigos do mestrado, especialmente a Mariana Florentino, Luiza Age, Mariana Marques, Samayk, Patsy, Marlei, Bibiana e Elis, pela convivência, companheirismo, aprendizado e trabalhos construídos em conjunto. Muito obrigada!

“Uma máquina pode fazer o trabalho de cinquenta homens comuns. Nenhuma máquina pode fazer o trabalho de um homem extraordinário.”

Elbert Hubbard
A segunda era das máquinas (2015)

RESUMO

A proposição de ações voltadas à promoção e desenvolvimento de competências do capital humano para o contexto da manufatura avançada no Brasil, constituiu-se como objetivo final desta pesquisa. Para tanto, o trabalho foi desenvolvido na forma de um estudo de natureza exploratória e descritiva, realizado sob a abordagem qualitativa. A manufatura avançada é compreendida como um novo cenário para as indústrias brasileiras, em que estruturas inteligentes de monitoramento e interpretação se fazem presentes na cadeia de valor, integrando os sistemas de produção em rede, com expressiva capacidade de coleta, análise e distribuição de dados. Nesse sentido, a manufatura avançada foi estudada, primeiramente, a partir do levantamento de publicações sobre o tema, buscando descrever o contexto em que se insere e as competências requeridas ao profissional de tal cenário. Na sequência, foram identificadas duas empresas catarinenses que atuam sob a configuração da manufatura avançada para serem apresentadas como casos ilustrativos do trabalho. Aplicou-se, para tanto, a entrevista semiestruturada junto aos líderes dessas organizações, a fim de buscar contribuições para o alcance do objetivo pretendido no estudo. O processo de análise dos dados ocorreu de forma descritiva, considerando o modelo de análise construído sobre três dimensões: a configuração (características estruturais) da manufatura avançada; as competências do profissional da manufatura avançada e; as práticas de desenvolvimento do capital humano para a manufatura avançada. Como aprendizado advindo desta dissertação, compreendeu-se que o mundo físico e o

mundo digital estão ainda mais próximos e que, para a nova força motriz que é o cérebro, não existirão limites; que as competências sociais irão superar as competências técnicas; que a conexão e a colaboração entre o homem e as máquinas alterarão, de fato, o “como” as coisas serão produzidas. Portanto, o sucesso profissional dependerá de “como” os profissionais vão conseguir interpretar, analisar e interligar os dados e as máquinas disponíveis.

Palavras-chave: Manufatura Avançada. Indústria. Capital Humano. Competências.

ABSTRACT

The goal of this research is propose actions for promotion and development of human capital competencies in the context of advanced manufacturing in Brazil. For this, work was developed in the form of an exploratory and descriptive study, realized with a qualitative approach. Advanced manufacturing is understood a new scenario for Brazilian industries, where intelligent monitoring and interpretation structures are present in the value chain, integrating networked production systems with an expressive capacity to collect, analyze and distribute data. In this sense, the study of advanced manufacturing started with the collection of publications about the subject, looking to describe the context in which it is inserted and the skills required of a professional working in this scenario. In the sequence, two companies from Santa Catarina were identified that act under the advanced manufacturing configuration to be presented as illustrative cases of this work. For this purpose, a semi-structured interview was applied with the leaders of these organizations, in order to seek contributions to reach the objective in this study. The process of data analysis occurred in a descriptive form, considering the analysis model built on three dimensions: the configuration (structural characteristics) of the advanced manufacturing; the skills of the professional the advanced manufacturing; and the training practices and development of human capital for advanced manufacturing. It was understood through this dissertation that the physical world and the digital world are even closer and that, for the new motive force that is the brain, there will be no limits; that social skills will be overcome by the technical skills; that the connection and

collaboration between man and machines will, in fact, change "how" things will be produced. Therefore, the professional success will depend on "how" professionals will be able to interpret, analyze and interconnect data and available machines.

Keywords: Advanced Manufacturing. Industry. Human Capital. Skills.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – As quatro revoluções industriais.....	43
Figura 2 – Framework e tecnologias digitais colaborativas.....	48
Figura 3 – Processo produtivo na manufatura avançada.....	49
Figura 4 – A lógica da manufatura avançada.....	60

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Características da manufatura avançada.....53
- Quadro 2 - Conhecimentos, habilidades e competências centrais do profissional da manufatura avançada.....64
- Quadro 3 - Modelo Analítico da Pesquisa.....82
- Quadro 4 - Casos ilustrativos – Dimensão: Configuração (características estruturais e funcionais) da manufatura avançada.....99
- Quadro 5 - Casos ilustrativos – Dimensão: Competências do profissional da manufatura avançada.....100
- Quadro 6 - Casos ilustrativos – Dimensão: Práticas de desenvolvimento do capital humano para a manufatura avançada.....101

SUMÁRIO

1	RESUMO EXECUTIVO.....	23
2	INTRODUÇÃO.....	25
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	25
2.2	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	35
2.3	JUSTIFICATIVA.....	36
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	40
3.1	DA 1ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL À MANUFATURA AVANÇADA.....	40
3.2	MANUFATURA AVANÇADA: O ADVENTO DA NOVA INDÚSTRIA.....	43
3.2.1	A Indústria Avançada: características e configurações organizacionais.....	45
3.3	O NOVO CONTEXTO DO TRABALHO E A GESTÃO ESTRATÉGICA DE PESSOAS.....	54
3.3.1	Os trabalhadores na manufatura avançada.....	59
3.3.2	A educação e o profissional para a manufatura avançada.....	68

4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS....	74
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	74
4.2	CONTEXTO E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	75
4.3	AS FONTES E O PROCESSO DE COLETA DE DADOS.....	78
4.4	O PROCESSO E O MODELO DE ANÁLISE DA PESQUISA.....	80
5	CASOS ILUSTRATIVOS: A MANUFATURA AVANÇADA ‘NA PRÁTICA’.....	87
5.1	A INDÚSTRIA ALFA.....	87
5.2	A INDÚSTRIA GAMA.....	94
5.3	UMA SÍNTESE DOS CASOS ILUSTRATIVOS E A RELAÇÃO COM OS ASPECTOS TEÓRICOS.....	97
6	PROPOSTAS DE AÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO CAPITAL HUMANO NA MANUFATURA AVANÇADA.....	102

6.1	AÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS VOLTADAS À APRENDIZAGEM/INTELIGÊNCIA - HABILIDADES COGNITIVAS.....	102
6.2	AÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE CONHECIMENTO DE STEM E CONHECIMENTO TECNOLÓGICO.....	105
6.3	AÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DE COMUNICAÇÃO/ COLABORAÇÃO.....	107
7	CONCLUSÕES.....	109
	REFERÊNCIAS.....	113
	APÊNDICE 1 - ROTEIRO DA ENTREVISTA.....	123

1 RESUMO EXECUTIVO

Um novo cenário, um novo jeito, um novo “como” produzir começa a se fazer presente na indústria. Esta nova configuração, chamada de manufatura avançada, com sua gênese na Alemanha, é caracterizada pela presença massiva da tecnologia e da comunicação na cadeia produtiva, gerando impacto na forma de trabalho. Neste novo contexto industrial, as fábricas “inteligentes” passam a tomar decisões a partir da interação e conexão de dados em todo o processo produtivo. Desde a compra de matéria-prima até o consumo do produto final geram dados para a indústria. Tudo é conectado em tempo real, possibilitando que as máquinas tomem decisões de, por exemplo, ligar/desligar e/ou acelerar/diminuir a produção.

Diante dessas mudanças na lógica e organização de produção, compreendendo a possibilidade de impacto direto sobre os trabalhadores, é que este estudo buscou propor ações voltadas à promoção e desenvolvimento de competências do capital humano para o contexto da manufatura avançada no Brasil.

Para tanto, identificou-se, inicialmente, as características estruturais do contexto da manufatura avançada por meio do levantamento teórico. Em seguida, também pautado nos estudos teóricos e publicações, levantaram-se as competências necessárias à atuação do profissional inserido em contextos de manufatura avançada. Por fim, para fazer uma aproximação da teoria com a prática, essa pesquisa contemplou entrevistas semiestruturadas em duas indústrias que serviram como casos ilustrativos deste estudo. Pôde-se observar e levantar práticas de desenvolvimento de competências do capital humano em contextos industriais que atuam na perspectiva da manufatura avançada.

O modelo de análise construído foi alicerçado em três dimensões: a configuração (características estruturais) da manufatura avançada; as competências do profissional da manufatura avançada e; as práticas de desenvolvimento do capital humano para a manufatura avançada. Essas dimensões buscaram responder aos objetivos específicos da referida pesquisa. Todo estudo foi desenvolvido com caráter exploratório e descritivo, e com abordagem qualitativa.

A pesquisa evidencia que olhar atentamente ao desenvolvimento dos talentos humanos e às competências comportamentais se tornam vitais para um mundo veloz, flexível e produtivo. Enfim, cada vez mais, haverá menos funções repetitivas e insalubres e mais espaço para cargos de gestão, analista de dados, de criação e carreiras ligadas à tecnologia.

2 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a contextualização do tema de estudo, seguido dos objetivos geral e específicos, e da justificativa desta pesquisa.

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Em um mundo cada vez mais veloz, as mudanças podem ser acompanhadas em tempo real, por todos, e em todos os lugares, 24 horas por dia. Vive-se em uma era de *open door*¹, *open mind*², em que os ciclos dos produtos são menores do que no passado, a defasagem é rápida e a prototipagem de ideias é cada vez maior. Isso significa que o conhecimento está em constante expansão, juntamente com a digitalização, que se tornou um dos principais fenômenos da atualidade (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2015). Acompanhada pela alta capacidade associativa e o desenvolvimento de novas cadeias de suprimentos, estão sendo geradas novas oportunidades e novos postos de trabalho, antes inimagináveis. Exemplo disso é que há uma década, 30% dos empregos atuais não existiam; e 65% das crianças que hoje estão nas primeiras séries do Ensino Fundamental irão trabalhar em funções que atualmente desconhecemos (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

A geração do milênio, também chamada de geração Y e formada por pessoas nascidas entre 1980 e 1990, valoriza o aprendizado e os horários flexíveis de trabalho. Esse grupo representa hoje cerca de 40% da força de trabalho no Brasil (EAESP/FGV, 2014). A estimativa é que, na próxima década, este percentual ultrapasse os 50%, o que irá impactar na configuração

¹ portas abertas

² mente aberta

das relações de trabalho e de emprego. A geração Y cresceu em um mundo em constante mutação. São pessoas que necessitam de desafios, estão sempre à procura de ideias diferentes e anseiam por novas experiências e novos conhecimentos (FAVA, 2014).

Winckler (2013) aponta que a geração Y é formada por profissionais que cresceram junto com o desenvolvimento da tecnologia, são fiéis a si mesmo, buscam desafios, oportunidades e qualidade de vida. Atualmente, o mercado de trabalho já conta com profissionais da geração Z (nascidos entre 1990 e 2000); são pessoas que passam o dia conectadas, são multitarefas, ágeis e globais (WINCKLER, 2013). É perceptível que os valores para essas gerações são outros, bem como suas motivações e o significado que projetam para o ambiente de trabalho.

Toda essa transformação que se evidencia e as novas expectativas dos profissionais impactam no universo das organizações, que precisam conviver cada vez mais com as diversas gerações, a velocidade, a flexibilidade, ampliando sua capacidade de adaptação, aprendizagem e conexão. Nesta perspectiva, a relação entre empregado e empregador se altera, assim como as relações com o trabalho e a carreira, que pressupõem a satisfação de desejos, objetivos e motivações dos profissionais (WHEATLEY, 2006; VIEIRA, 2009).

Hoje, o sucesso de uma organização tem maior relação com seus ativos sociais – como a capacidade de aprendizagem e a inteligência corporativa – do que com os seus ativos físicos (UHL-BIEN; MARION; MCKELVEY, 2007). Vieira (2009) argumenta, nesse sentido, que a organização depende da criação de um ambiente propício à implantação de mudanças que favoreçam a retenção de profissionais com perfil favorável à adaptação a novos cenários, criativos,

flexíveis e autônomos, que contribuam para a sustentabilidade do sistema organizacional. Assim, ao reconhecer a organização como um sistema complexo, o autor situa a gestão de pessoas no centro de um processo-chave em um contexto de mudança (VIEIRA, 2009). Um estudo recente da Deloitte (2016) ilustra tal visão sobre o novo “lugar” das pessoas nas organizações contemporâneas, apontando que o talento, compreendido como a qualidade e a disponibilidade de trabalhadores altamente qualificados, que facilitam a transição para a inovação e as estratégias de fabricação avançadas, é o mais importante motor da capacidade de um país.

É fato que as maiores empresas do mundo estão rompendo padrões de mercado, demonstrando que o acesso é mais importante que a posse para alcançar o maior número de pessoas com seus produtos e serviços, sem aumentar de forma linear seus investimentos. Em contrapartida, essas organizações têm vivido um crescimento exponencial no valor de mercado (LAFLOUFA, 2015). Isso porque, como explica Meister (1999), a grande tendência de crescimento nas próximas décadas está na capacidade de aprendizagem, na habilidade das empresas de adquirir novos conhecimentos, sendo este o caminho mais curto e mais eficiente para transformar o novo “saber” em capital, lucro, receitas ou valor de mercado. Exemplos disso: o aplicativo norte-americano *Uber*®, reconhecido como a maior companhia de carros sem possuir nenhum veículo em sua frota; a rede social *Facebook*®, outra referência, maior empresa de mídia do mundo e não produz nenhum conteúdo.

Existem, ainda, a *Alibaba*®, uma empresa mundial de *e-commerce* que não possui nenhuma peça em estoque, e a *Airbnb*®, que oferece aluguel de imóveis

inteiros ou parciais no mundo todo, sem ser proprietária de qualquer hotel, casa ou apartamento. No Brasil, criada em 2013 por uma brasileira, destaca-se a *start up Bliive®*, que permite a uma pessoa usar seu tempo livre para dar aulas sobre um assunto que domina e, em troca, receber aulas sobre um tema de seu interesse, por exemplo (LAFLOUFA, 2015).

Esses são alguns dos inúmeros novos modelos de negócio baseados na prestação de serviços que fomentam novos mercados, provendo plataformas de conexão. Tal cenário demonstra, segundo Brynjolfsson e McAfee (2015), que as novidades em tecnologia, comunicação e cooperação para fazer negócios têm criado uma nova forma de investimento, que não consiste necessariamente em aplicar grande volume de dinheiro; mas envolve o talento em criar parcerias inteligentes utilizando os meios digital e virtual para gerar benefícios a todos os envolvidos.

Como exemplo disso constata-se que, em 2014, 6.573 bilhões de “coisas” foram conectadas através da internet, havendo a expectativa de que este número ultrapasse os 25 bilhões em 2020, segundo Landherr, Schneider e Bauernhansl (2016). Este aumento representativo em termos de hiperconectividade impacta e altera a sociedade, a economia e o mercado de trabalho, permitindo rapidez e eficiência na tomada de decisões (FIESC, 2016).

Oliver (1999), Anderson (2012), Brynjolfsson e McAfee (2015) ressaltam, acerca desse quadro, que as novas tecnologias deixaram mais curto o caminho entre o surgimento de uma ideia e sua transformação em um negócio. A explicação para isso, segundo os autores, pode ser dada pela Lei de Moore (1975), que torna os dispositivos de computador e sensores mais baratos e acessíveis ao longo do tempo, permitindo soluções

efetivas para problemas que, anteriormente, eram impossíveis de serem resolvidos. De acordo com Moore, “a cada 18 meses a potência dos computadores e chips é duplicada” (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2015, p. 45); esta é a razão, portanto, do custo de montar protótipos e de lançar um novo produto no mercado cair drástica e sistematicamente.

Todas as citadas mudanças de contexto e esse cenário corporativo também estão “batendo” às portas das indústrias. Tendo como base o que há de mais moderno em automação, os sistemas inteligentes de comunicação sem fios e as redes digitais, um projeto na Alemanha que envolveu empresas, universidades e o governo, deu início, em 2011, à chamada “indústria 4.0”: a nova revolução industrial (ACATECH, 2013; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016). Segundo Hermann, Pentek e Otto (2015), a indústria 4.0 surgiu, inicialmente, com a ideia de fortalecer a competitividade da indústria alemã e, em seguida, foi tomando proporção mundial e influenciando outros países. Também conhecida como manufatura avançada, segunda era das máquinas, a “nova revolução industrial” tem como força motriz os cérebros (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2015), fazendo do pensamento o capital mais precioso (MORIN, 2002).

A manufatura avançada é identificada por diferentes denominações, tais como indústria 4.0 – utilizada especialmente pelos alemães; a quarta revolução industrial; indústria avançada; internet industrial; fábrica inteligente; fábrica do futuro, entre outras; sendo que nesta pesquisa assumiu-se o termo **manufatura avançada**. Trata-se da chegada das fábricas “inteligentes”, dos relacionamentos, das conexões; em que as máquinas, produtos, insumos e clientes estão conectados pela comunicação de dados para monitoramento e tomada de decisão.

Na manufatura avançada os fabricantes se diferenciarão pela forma como utilizarem seus dados e pelo quanto conseguirem ser criativos no desenvolvimento e na comercialização dos novos produtos (INSTITUTE FOR DEFENSE ANALYSES, 2012). Na visão de Morgan (2009), essas são as organizações compreendidas como cérebros, capazes de processar a informação de forma rápida e descentralizada, aprendendo constantemente e se adaptando de forma inteligente às novas técnicas de trabalho às novas tecnologias.

No contexto da evolução tecnológico-científica, então, após a era do vapor, da eletricidade e da automação mecânica, a manufatura avançada se insere na era da conexão. Como argumentam Brynjolfsson e McAfee (2015), as máquinas digitais da manufatura avançada passam a utilizar e processar um número muito maior de dados, de informações específicas e segmentadas, desenvolvendo assim a capacidade de reconhecer padrões, estabelecendo uma comunicação complexa que, até então, era vista como possível apenas nas habilidades humanas. Constata-se, portanto, que o mundo real e o virtual ficam ainda mais próximos e, neste contexto, novos empregos tendem a surgir e outros a desaparecer.

Stock e Seliger (2016) apontam que a manufatura avançada será cada vez mais automatizada e controlada por robôs, tornando o processo produtivo ainda mais eficiente. Com o avanço dos sistemas de *big data*³ e da

³ Refere-se ao imenso volume, velocidade e variedade de dados disponíveis e que podem ser analisados. (Revista Indústria & Competitividade, FIESC, 2016).

internet das coisas⁴ - uso da internet como plataforma de intercâmbio de informações -, o controle da produção poderá ser feito remotamente, por meio da digitalização dos processos e da tecnologia da informação, possibilitando ampliar os ganhos de produtividade.

Os resultados da manufatura avançada já estão sendo sentidos pelas indústrias alemãs. Na unidade de equipamentos eletroeletrônicos da Siemens, por exemplo, as máquinas operam 24 horas por dia, fabricando 950 componentes diferentes, encomendados automaticamente por um sistema, com um índice de defeitos de apenas 15 peças a cada milhão (CNI, 2016). De acordo com o *European Parliament Research Service* (2015), a indústria 4.0 irá influenciar consideravelmente a economia mundial, podendo gerar ganhos de eficiência de produção na ordem de 6 a 8%.

Berger (2014) explica, por sua vez, que na manufatura avançada máquinas, peças, sistemas e os seres humanos trocam constantemente informações digitais por meio da internet. Isso significa que um produto pode, através da internet das coisas, comunicar a finalização de uma produção e solicitar uma transportadora para retirá-la, ou enviar um e-mail para o sistema de encomendas para dizer "estou acabado e pronto para ser entregue". Evans (2011) complementa que a *IoT – internet of things* – representa a próxima evolução da internet, em que a capacidade de coletar, analisar e distribuir dados para serem transformados em informações e conhecimento será ampliada de forma exponencial. Esse cenário, portanto, mostra a tendência de que, na manufatura avançada, robôs e seres humanos trabalhem lado a lado, na interligação de

⁴ Por meio do uso da internet, os objetos têm a capacidade de conectar-se e interagir com troca de dados, utilizando o resultado da troca de forma inteligente. (Revista ABET, 2014).

tarefas, utilizando e potencializando as interfaces homem-máquina por meio de sensores inteligentes (BERGER, 2014).

As discussões sobre a manufatura avançada têm sido alavancadas no Brasil por meio da UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, mediante o projeto 914BRZ2019 - Ampliação e atualização da capacidade institucional do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) na formulação e gestão das políticas públicas à inovação e à competitividade do setor produtivo brasileiro.

O MDIC juntamente com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) reuniram, em 2016, representantes dessas instituições com especialistas e empresários, debateram sobre o tema em encontros realizados em oito capitais brasileiras, abordando questões sobre tecnologia, recursos humanos, infraestrutura, cadeias produtivas e regulação, com vistas a consolidar uma estratégia nacional para a manufatura avançada no Brasil.

A indústria avançada é considerada foco de interesse prioritário pelo Conselho de Política Industrial e Desenvolvimento Tecnológico (Copin), da CNI, cujo presidente, senhor Glauco José Côrte, também dirige a Federação das Indústrias de Santa Catarina (FIESC). Dessa forma, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) de Santa Catarina, que assumiu a implementação de tal propósito junto às indústrias, tem protagonizado ações para levar a temática aos industriais e à sociedade, sensibilizando e inserindo-os

no novo contexto da configuração industrial, em que os modelos e as relações de trabalho passam por transformações, exigindo novas habilidades dos profissionais.

Acerca de tal questão, prevê-se que em 2020 mais da metade de todos os empregos irá requerer habilidades cognitivas, tais como criatividade, raciocínio lógico e sensibilidade aos problemas, como parte do conjunto de competências essenciais aos profissionais (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016). Klaus Schwab (2016), fundador e presidente executivo do *World Economic Forum*, afirma que a manufatura avançada é algo jamais experimentado pela sociedade e que essa nova era vai muito além da mudança na forma de produzir. Segundo Schwab (2016), a revolução está buscando respostas para questões sobre o ‘por quê’, o ‘como’, o ‘onde’ e ‘de que forma’ é possível trabalhar na perspectiva da indústria avançada. Esta nova configuração industrial transforma a vida das pessoas, dentro e fora do ambiente de trabalho, influenciando na forma de viver, pensar e de agir, criando cada vez mais conexões e relacionamentos entre os indivíduos e entre as corporações. Nesse sentido, competências sociais como persuasão, inteligência emocional e treinamento de pessoas serão as de maior exigência em todos os setores no novo cenário, superando as competências técnicas (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

De acordo com a Acateh (2013) – Academia Nacional de Ciências e Engenharia da Alemanha –, a manufatura avançada irá transformar significativamente os perfis de emprego e de competências. Para o *Institute for Defense Analyses* (2012) o crescimento da fabricação avançada dependerá especialmente da qualidade da infraestrutura e da mão de obra capacitada. Neste

cenário, quatro características precisarão ser desenvolvidas pelos profissionais: formação

multidisciplinar, capacidade de adaptação, senso de urgência e bom relacionamento para manter os avanços na fabricação (REVISTA EXAME, 2015).

Para tanto, há que se reconhecer a necessidade de ampliar as habilidades do capital humano para o contexto de manufatura avançada. Pressupõe-se que os trabalhadores sejam educados com novos currículos para que consigam lidar com as crescentes exigências das fábricas do futuro, aproximando indústrias e universidades na discussão dos desafios para este novo cenário e forma de produção (CHRYSSOLOURIS; MAVRIKIOS; RENTZOS, 2016).

Na Europa, por exemplo, as instituições de ensino superior frequentemente usam simulações de realidade virtual (e ambiente imersivo) de procedimentos complexos, para que os estudantes vivenciem uma experiência próxima do profissional da indústria, experimentem suas teorias acerca dos conceitos modelados e observem resultados imediatos (STRATOS et al., 2016). Sendo assim, pressupõe-se que o estudo da ciência da computação passe a ser tão comum como o de língua estrangeira é atualmente. Stratos et al. (2016) apontam, neste aspecto, que as habilidades de programação serão vitais para muitas pessoas que desejarem fazer parte da manufatura avançada.

Diante dessa configuração organizacional dinâmica, tal como se apresenta o contexto da manufatura avançada, pautado na inovação, nas tecnologias e nos trabalhadores independentes, as equipes passam a se reunir por projetos em qualquer lugar do mundo, por meio da comunicação móvel, da computação e da virtualização, por um dia e/ou vários

meses, sem que tenham que ter contato face a face (EDGE FOUNDATION, 2016).

Observa-se, portanto, que a necessidade de preparar e formar os profissionais já se configura como um desafio para o novo contexto industrial. Pressupõe-se que os trabalhadores precisarão combinar conhecimentos e habilidades que envolvam aspectos técnicos, teóricos, procedimentais, além de atitudes inovativas e competências sociais para enfrentar um novo e transformador contexto de trabalho. Nessa perspectiva, então, considerando todo o cenário apresentado, a problemática desta pesquisa foi definida como *o desenvolvimento do capital humano no contexto da nova configuração industrial: o da manufatura avançada*.

2.2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

A partir da contextualização do tema e da definição do foco do estudo, a pesquisa teve como objetivo geral:

- Propor ações voltadas à promoção e desenvolvimento de competências do capital humano para o contexto da manufatura avançada no Brasil.

Para tanto, foram definidos como objetivos específicos:

- Identificar as características estruturais do contexto da manufatura avançada.
- Identificar competências necessárias à atuação do profissional inserido em contextos de manufatura avançada.
- Levantar práticas de desenvolvimento de competências do capital humano junto a contextos

industriais que atuam na perspectiva da manufatura avançada.

2.3 JUSTIFICATIVA

Para Drath e Horch (2014) a manufatura avançada é inevitável e independe das pessoas e das empresas quererem ou não que tal fenômeno ocorra. Uma pesquisa global da *Pricewaterhouse Coopers – PwC* (2016) mostra que a manufatura avançada já faz parte do presente e não deve ser encarada apenas como uma tendência. O estudo revela que inúmeras empresas no mundo estão definindo suas estratégias organizacionais baseadas nos conceitos da manufatura avançada, colocando o tema como pilar central para a tomada de decisões. A questão é que alguns assuntos são cruciais para que a manufatura avançada seja bem-sucedida como, por exemplo, a organização do trabalho e a qualificação de mão de obra (LANDHERR; SCHNEIDER; BAUERNHANSL, 2016). Nessa perspectiva é que surgiu o interesse em aprofundar as discussões acerca das novas habilidades para desenvolvimento do capital humano na manufatura avançada, que se definiu como foco dessa pesquisa.

Segundo o relatório do *World Economic Forum* de 2016, na manufatura avançada a área de Recursos Humanos está se tornando mais estratégica, na medida em que ajuda as organizações a alinharem seus negócios, inovações e estratégias de gestão de talentos para maximizar oportunidades. Constata-se, portanto, fundamental estudar a força de trabalho na nova configuração industrial.

Outro aspecto a salientar, é que a temática da manufatura avançada faz parte do contexto profissional da autora deste trabalho, a qual é funcionária da Federação das Indústrias de Santa Catarina (FIESC),

instituição que agrega o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), que vem alavancando o tema da manufatura avançada em Santa Catarina. Assim, ao estudar o profissional da indústria avançada nesta dissertação, espera-se que a mesma possa contribuir para o debate e a implementação desta nova configuração industrial no que se refere ao desenvolvimento do capital humano, impulsionando o tema e propondo inovações e soluções para os profissionais neste novo cenário organizacional.

As demandas por tal contribuição foram identificadas a partir de levantamentos e recomendações advindas de uma iniciativa da UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, mediante o projeto 914BRZ2019 - Ampliação e atualização da capacidade institucional do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) na formulação e gestão das políticas públicas à inovação e à competitividade do setor produtivo brasileiro. Para tanto, foram realizados workshops de manufatura avançada no Brasil ao longo de 2016, sob a coordenação do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), em parceria com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Os eventos evidenciaram a necessidade de se ter produção científica e desenvolvimento de pesquisas aplicadas à indústria acerca da qualificação de mão de obra para a manufatura avançada, como algo prioritário para que a nova configuração industrial se efetive no contexto brasileiro.

Na medida em que as empresas começarem a ser inseridas no contexto da manufatura avançada, almeja-se que este estudo possa auxiliar nas tomadas de decisões estratégicas relacionadas ao desenvolvimento do capital humano para a nova configuração industrial.

Para dar sustentação ao desenvolvimento da problemática desta pesquisa foram realizadas buscas sistemáticas de literatura, visando identificar estudos científicos sobre a temática. As pesquisas ocorreram nas bases de dados Ebsco®, Scopus®, Scielo®, Spell®, Portal de Periódicos da CAPES e no site da Anpad, com o levantamento de publicações sobre o profissional da manufatura avançada, considerando o período de 2006 a 2016 e os descritores “indústria avançada” e “profissional da manufatura avançada”. Nesta primeira busca não se encontrou evidências que os congregassem na mesma pesquisa e/ou artigos científicos. Em um segundo momento, ao adotar a expressão “*The management of people in the advanced industry*” (A gestão de pessoas na indústria avançada), foram encontrados dois artigos no *Journal of Technology Management & Innovation*.

Na sequência, em busca feita somente com o descritor “indústria 4.0” foram filtrados 192 artigos, os quais exploram o sistema de fabricação inteligente, o processo de produção, o sistema ciberfísico e a cadeia produtiva. Observou-se, portanto, uma lacuna da literatura em relação aos estudos específicos sobre o profissional da manufatura avançada, seja na perspectiva das características necessárias ao seu perfil, seja no que se refere à gestão de pessoas em tal contexto.

Do ponto de vista da contribuição acadêmica entende-se que, sendo a administração uma ciência social aplicada, interdisciplinar e transversal a outras áreas, fruto da construção de conhecimentos gerados a

partir da compreensão da realidade, este estudo encaminha para uma discussão sobre um fenômeno intrínseco às empresas. De forma especial, como há um *gap* teórico nos estudos sobre o desenvolvimento e as novas habilidades do profissional da manufatura avançada, constatado nos levantamentos realizados, esta dissertação se propõe, então, a produzir um conhecimento que ainda é pouco explorado.

Espera-se, portanto, que os resultados deste trabalho possam colaborar, direta ou indiretamente, com o desenvolvimento da manufatura avançada no Brasil – especificamente no que se refere à dimensão das pessoas – tema considerado prioritário e foco de interesse em 2016 pelo Conselho de Política Industrial e Desenvolvimento Tecnológico (Copin) da CNI.

Além disso, busca-se que esta dissertação, trabalhada à luz de conceitos e teorias, também possa ser fonte e inspirar novos estudos acadêmicos sobre a manufatura avançada, desbravando este novo cenário que muito tem a contribuir com as organizações, a economia e a sociedade.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os fundamentos teóricos que sustentaram a pesquisa sobre a manufatura avançada. A discussão teórica desta dissertação inicia-se por uma síntese sobre as revoluções industriais, passando para o advento da nova indústria, suas características e configurações organizacionais. Na sequência discute-se o novo contexto do trabalho e a gestão estratégica de pessoas, finalizando com o debate em torno do profissional da manufatura avançada e a relação da educação com o cenário profissional da nova configuração industrial.

3.1 DA 1ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL À MANUFATURA AVANÇADA

Do esforço físico ao esforço intelectual, as revoluções industriais se assemelham no sentido de transformar a vida do homem há aproximadamente três séculos. A substituição gradual da força de trabalho humano pelas tecnologias durante as fases da revolução industrial demonstrou o aumento na produtividade. Da era agrícola, o mundo passou por mudanças na indústria, nos serviços e chegou à economia da experiência e da conexão (PINE, 2004).

Na chamada era agrícola se tinha o predomínio das *commodities* – animais, vegetais, minerais – plantava-se, colhia e vendia-se tudo no então mercado aberto. *Commodity* era a base da agricultura (PINE, 2004), até que na segunda metade do século XVIII, nos meados de 1760 na Inglaterra começava a era industrial, marcada pela 1ª Revolução Industrial.

Com a introdução de novas tecnologias transformando a agricultura e ampliando o rendimento

por alqueire, a tração animal foi substituída pela mecanização. A 1ª Revolução Industrial, que perdurou até 1840, aproximadamente, fez surgir a máquina a vapor, estabelecendo a introdução da mecânica enquanto equipamento de fabricação e ocasionando uma transição para novos processos de manufatura. (OLIVER, 1999).

Brynjolfsson e McAfee (2015) salientam que a Revolução Industrial permitiu a superação das limitações da força bruta, humana e animal. Para os autores, a 1ª Revolução Industrial começou a demonstrar a possibilidade do progresso por meio da inovação tecnológica e de como seria possível gerar lucro superior com menos trabalho. Ao gerar inúmeras transformações no contexto da economia produtiva, mobilizou a mecanização da produção fazendo uso da água e da energia a vapor, passando pela utilização do ferro, de produtos químicos, madeira e carvão.

Máquinas como o tear mecânico, por exemplo, revolucionaram a forma como as mercadorias eram feitas, deixando de lado, pela primeira vez, os processos artesanais, e abrindo lugar às máquinas. Oliver (1999) ilustra esse processo mencionando que, entre 1840 e 1890, o tempo demandado para colheita de um alqueire de trigo passou de três horas para apenas dez minutos.

Juntamente com a Revolução Industrial foram criadas as escolas públicas que preparavam as pessoas para trabalhar dentro das indústrias (SANDER, 2014), indicando que o processo de aprendizagem acompanhou a evolução do ambiente industrial. Como resultado desta ação, pode-se afirmar que o treinamento, desde então, consolidou-se como fator determinante para o bom desempenho profissional (FAVA, 2014).

No início do século XX consagra-se o surgimento da 2ª Revolução Industrial, marcada por um sistema

produtivo linear, pela produção industrial em massa e de larga escala, possibilitando a fabricação de produtos a preços acessíveis e tendo como diferencial a utilização da energia elétrica.

A divisão do trabalho também é uma característica dessa etapa de desenvolvimento industrial, na qual operários exercem tarefas repetitivas na linha de montagem para a criação de produtos de consumo em massa (ACATECH, 2013; DELOITTE, 2014; LORENZ, 2015). Um dos marcos dessa revolução foi Henry Ford, por volta de 1913, com a definição de linhas de produção (KASTNER, 2016).

No início dos anos 70, com a chamada era da qualidade tem-se a 3ª Revolução Industrial, também conhecida como revolução digital e tecnológica. Esta nova fase da indústria se caracterizou pela introdução do uso da eletrônica e da tecnologia da informação, da computação, juntamente com os robôs industriais, bem como pela automação da produção voltada à modernização de parques industriais, processos, máquinas e acessórios. A internet surge neste período apenas para interligar dados entre computadores. É com o estreitamento das relações entre tecnologias e processos de inovação que se verifica a contribuição da rede digital para o aumento da competitividade e da produtividade da economia (ACATECH, 2013).

Por fim, chega-se ao atual momento, compreendido como uma nova era da indústria mundial, a era da indústria 4.0 ou manufatura avançada. Esta configuração da indústria do século XXI insere-se em um cenário marcado cada vez mais pela conexão, digitalização, uso de tecnologia de sensores, análise de dados, produção descentralizada e maior aproximação dos mundos reais e virtuais (DELOITTE, 2014). Tais características, se analisadas sob o contexto evolutivo e

histórico da indústria no mundo moderno, evidenciam as profundas transformações hoje observadas nas relações sociais e no contexto das organizações produtivas.

Para ilustrar tal evolução, a Figura 1 sintetiza as quatro revoluções industriais descritas anteriormente.

Figura 1 - As quatro revoluções industriais



Fonte: PricewaterhouseCoopers - PwC (2016, p. 10)

Chegar à era da digitalização, da conexão, da manufatura avançada, como explica Kastner (2016), é resultado do expressivo avanço da capacidade humana, que potencializou a capacidade dos computadores, ampliando a quantidade e disponibilidade de informações digitalizadas e as novas estratégias de informação.

3.2 MANUFATURA AVANÇADA: O ADVENTO DA NOVA INDÚSTRIA

A manufatura avançada traz uma série de transformações que já estão acontecendo e influenciarão cada vez mais as organizações produtivas, bem como a sociedade. Pautada no uso intensivo da tecnologia, pressupõe-se que a manufatura avançada alterará a forma de relacionamento entre empregado e

empregador, bem como as relações da empresa com clientes e fornecedores, além de reorganizar o processo de trabalho, exigindo novas habilidades do capital humano (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2015).

Stock e Seliger (2016) descrevem a manufatura avançada como um modelo pautado em três dimensões: integração horizontal de toda a cadeia de valor; digitalização inteligente em todas as fases do ciclo de vida do produto e; integração dos sistemas de produção em rede. Trata-se de uma informatização 'de peso' do sistema industrial.

Os dois principais motores da nova indústria, segundo o *World Economic Forum* (2016), serão as mudanças demográficas e socioeconômicas, bem como as mudanças tecnológicas, trazendo impacto nas indústrias e em seus modelos de negócios. Quando se fala em alterações demográficas e socioeconômicas a principal mudança é na natureza do trabalho, um trabalho flexível, seguido pela inserção da classe média em mercados emergentes, as mudanças climáticas e as fontes de recursos naturais.

Outros fatores também irão exercer influência sobre a nova fase industrial do planeta no aspecto demográfico e socioeconômico, como a volatilidade geopolítica, ética do consumidor e questões de privacidade, longevidade de uma sociedade em envelhecimento, a juventude em mercados emergentes, o poder econômico das mulheres e suas aspirações, além da rápida urbanização (OECD, 2015; DINIZ; VANINI, 2016; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

De acordo com *DFKI GmbH* - Centro de Pesquisa Alemão para a Inteligência Artificial (2016) - instituição de pesquisa na Alemanha - a nova revolução industrial é formada por estruturas inteligentes que monitoram e interpretam os processos físicos, tanto materiais quanto

humanos, com o objetivo de estimular a associação, cooperação e entendimento entre as partes envolvidas, formando redes de conexão e integrando pessoas diferentes. A estimativa, segundo Lorenz (2015) é que com a manufatura avançada o processo fabril seja 30% mais rápido e 25 % mais barato.

3.2.1 A Indústria Avançada: características e configurações organizacionais

A nova configuração industrial, a manufatura avançada, apresenta estreita ligação entre os mundos físico e digital, por meio da internet das coisas - *IoT*. Segundo Evans (2011), a *IoT* representa a próxima evolução da internet, com expressiva capacidade de coleta, análise e distribuição de dados que são transformados em informações e conhecimento. Não é por acaso que o uso intensivo da tecnologia nos produtos, a digitalização em rede, a inteligência artificial⁵, o sensoriamento e o robô colaborativo⁶ são os pilares da manufatura avançada. Um exemplo desta nova dinâmica da economia digital pode ser observado na rede varejista americana *Amazon*®, que se utiliza de um exército de robôs, batizados de *Kiva*, para a coleta de produtos em seus armazéns (STEFANO, 2015).

Na manufatura avançada o processo produtivo e a logística entre as empresas são inteligentemente interligados para tornar a produção mais eficiente e flexível, conforme indicam Landherr, Schneider e Bauernhansl (2016). Estes autores explicam que o novo

⁵ Inteligência similar à humana encontrada em mecanismos ou softwares que habilita sistemas a tomar decisões complexas. (Revista Indústria & Competitividade, FIESC, 2016).

⁶ Ao invés de ficar isolado e repetir ações, o robô interage com pessoas no ambiente de produção, auxiliando-as na realização de tarefas. (Revista Indústria & Competitividade, FIESC, 2016).

sistema otimiza o processo produtivo e facilita a personalização de produtos de acordo com as necessidades dos clientes gerando, com velocidade, customização em massa⁷ e utilizando-se da matéria-prima que é a conexão em rede.

Nessa perspectiva compreende-se que o consumidor passa a participar mais ativamente do processo de produção de um determinado produto, pois mais do que somente escolher ele se envolve na personalização do mesmo, atendendo-se às necessidades individuais de cada consumidor. Para Oliver (1999) esse cenário é possível graças às tecnologias de criação inteligente, em que se faz uso da robótica, da personalização em massa, da realidade virtual e da produção a partir do computador - conjunto de fatores que levam à redução de custos.

Hermann, Pentek e Otto (2015) complementam que na manufatura avançada fornecedores, insumos, unidades fabris e até os produtos são conectados digitalmente, proporcionando uma cadeia de suprimentos altamente integrada, funcionando sob demanda. Constata-se que, de certa forma, há uma mudança na geração de valor, a indústria passa a migrar de uma indústria de produção de produto para uma indústria de prestação de serviços por meio de sensores.

Ferretti et al (2002) salientam que neste novo cenário as novas técnicas de produção e a força dos meios de comunicação estão influenciando diretamente as organizações no que se refere aos processos de horizontalização e descentralização. Para Morgan (2009), essa descentralização da natureza e do controle

⁷ Produção em massa de bens que atendem aos anseios específicos de cada cliente, a custos semelhantes aos de produtos não customizados. (Revista Indústria & Competitividade, FIESC, 2016).

do trabalho, mantido por redes de informação online e um sistema integrado, permitem que os profissionais, em localizações distantes, sejam envolvidos em atividades inter-relacionadas, enquanto os robôs desempenham os trabalhos físicos.

Como relata Brandão (2016), a manufatura avançada representa, de fato, uma ruptura nos padrões convencionais de produção, significando uma mudança de paradigma na indústria. Essa transformação consiste em descentralizar e dar autonomia à indústria, até então controlada de forma centralizada.

A *PricewaterhouseCoopers - PwC* (2016) aponta que no futuro terão ecossistemas digitais industriais, em que a empresa trabalhará em conjunto com clientes e fornecedores, integrando parceiros da cadeia de valor, alterando a atual dinâmica de mercado. Percebe-se que a manufatura avançada introduz um novo jeito de se trabalhar e uma nova lógica para os negócios, cada vez mais integrado pelas redes de conexão e comunicação, conforme demonstrado na Figura 2. Nela, é possível entender de que forma a manufatura avançada passa a envolver novos conhecimentos e levar em consideração diversos fatores tecnológicos e de rede para atender às expectativas dos consumidores. As cadeias de valor vertical e horizontal, por meio da digitalização e integração das mesmas, são interpretadas com a finalidade de aprimoramento dos processos e busca por vantagens competitivas no mercado.

Figura 2 - Framework e tecnologias digitais colaborativas



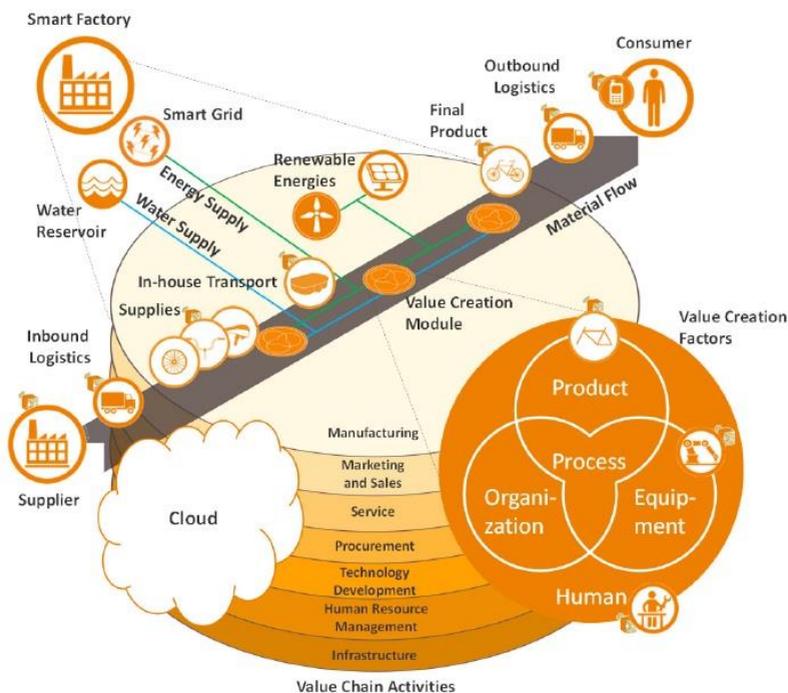
Fonte: *PricewaterhouseCoopers - PwC (2016, p. 08)*

Dentre as características mais marcantes do cenário da manufatura avançada, Brynjolfsson e McAfee (2015) relatam a melhoria exponencial da computação, as quantidades extraordinárias de informações digitalizadas, a conexão das pessoas por meio de uma rede digital comum e a inovação colaborativa, integrando diversas disciplinas. Também são atributos da indústria avançada o encurtamento dos prazos de lançamento de novos produtos no mercado, a maior flexibilidade das linhas de produção, o aumento da produtividade e aumento da eficiência no uso de recursos como, por exemplo, da energia (CNI, 2016).

A economia de recursos resultando da nova configuração industrial é possível porque quando a empresa está com todas as informações disponíveis em tempo real ela pode, por exemplo, reagir à disponibilidade de certas matérias-primas, controlando de forma sustentável os processos de produção (LANDHERR; SCHNEIDER; BAUERNHANS, 2016). A

Figura 3, na sequência, exemplifica esta lógica de produção na manufatura avançada.

Figura 3 - Processo produtivo na manufatura avançada



Fonte: Stock e Seliger (2016, p. 538)

Como ilustra a Figura 3, na manufatura avançada tudo é conectado por meio da rede sem fio, a chamada internet das coisas, em que as “coisas” são interligadas e conectadas por meio da internet. Com isso, Stock e Seliger (2016) explicam que todos os materiais podem ser localizados na cadeia de valor, já que possuem sistemas de identificação, como por exemplo, os *chips RFID - Radio-Frequency Identification - Identificação por radiofrequência* ou *QR Codes - Quick Response* –

código bidimensional que pode ser escaneado pela maioria dos celulares que têm câmera. Sendo assim, as partes interessadas, tais como clientes, trabalhadores e fornecedores, podem acessar dados sobre a disponibilidade de um produto ou até mesmo sobre a produção, utilizando-se da rede virtual que, por meio da codificação, interliga em tempo real todos os atores envolvidos.

Tal como se apresenta essa nova configuração organizacional, os autores citados ainda salientam que a manufatura avançada está pautada na integração horizontal da cadeia de valor, na digitalização inteligente de todas as fases do ciclo de vida do produto e nos sistemas de produção em rede (STOCK; SELIGER, 2016).

Na manufatura avançada, o uso de modelagem e simulação em todo o ciclo de vida do produto é uma tendência. Sanders (2011) explica que a utilização da prototipagem, testes e experimentações preliminares nas fases conceituais e de design garantem a eficiência na fabricação, maior flexibilidade na busca de alternativas, diminuindo os riscos desde o início do processo, encurtando o ciclo de desenvolvimento de produtos, reduzindo significativamente os custos de produção.

De acordo com a *Germany Trade & Invest* (2016) - agência de desenvolvimento econômico da Alemanha - a manufatura avançada está baseada em sistemas ciberfísicos⁸ de produção, os quais permitem que se crie a “fábrica inteligente”, com ganhos significativos em qualidade, tempo, custos e recursos. É uma otimização altamente abrangente que compreende todo o ambiente produtivo, incluindo máquinas e pessoas. “Numa fábrica

⁸ Integra a capacidade de processamento, armazenamento e comunicação para controlar e interagir com processos físicos (Revista Indústria & Competitividade, FIESC, 2016).

inteligente, trabalhadores, máquinas, produtos e matérias-primas se comunicam de forma tão natural quanto pessoas numa rede social”, ressaltou Henning Kagermann, diretor da Academia Alemã de Ciência e Engenharia, uma das entidades que lideram o projeto Indústria 4.0, em entrevista a Costa e Stefano⁹ (2014).

Utilizando-se da interligação de sistemas, a manufatura avançada caracteriza-se por ser uma fábrica inteligente de alta complexidade tecnológica, em que as máquinas, os produtos, os insumos e clientes estão conectados pela comunicação de dados para o gerenciamento dos processos de produção, monitoramento e tomada de decisão (EVANS, 2011). Esse cenário é possível graças ao uso da “internet das coisas e serviços”, a qual viabiliza a criação de redes que incorporam todo o processo de fabricação. Um mundo em redes com objetos interligados de um modo sensorial, perceptivo e sensível possibilita a cooperação entre vários parceiros diferentes, resultando em tomadas de decisão mais rápidas e assertivas.

Acerca de tal questão, Berger (2014), por sua vez, resalta que a quantidade de dados disponíveis para as empresas deverá dobrar a cada um ou dois anos, os quais precisarão ser salvos, processados e analisados. Constata-se, portanto, que são tidos como conceitos a serem seguidos pela manufatura avançada: a adaptabilidade, sustentabilidade, flexibilidade, aprendizagem, gestão de risco, versatilidade e cooperação (GERMANY TRADE & INVEST, 2016).

Evans (2011) explica, ainda, que a manufatura avançada trata-se de uma nova era tecnológica, com inteligência descentralizada, que ajuda a criar processos independentes com a interação entre mundos virtuais e

⁹ Extraído de: <http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/1068/noticias/a-fabrica-do-futuro>

reais. São avanços tecnológicos que representam uma nova forma de pensar os processos de produção, associando-os a fatores que antes eram pensados de forma individual, sem influência no contexto geral de produção. Os dados gerados dentro de um processo industrial deixam de ser apenas dados específicos do setor e passam a ser informações estratégicas, com sentidos e conexões na gestão da indústria como um todo.

As inovações decorrentes da manufatura avançada já mostram resultados. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (2016), nas fábricas da Toyota e da Nissan, o tempo de desenvolvimento de um novo modelo de automóvel caiu em até 50% quando *designers* e engenheiros passaram a usar informações digitalizadas e testes virtuais. Já na Embraer (Empresa Brasileira de Aeronáutica) a produção do jato *Legacy 500*, em São José dos Campos, começou de forma virtual, com o uso da tecnologia 3D. O projeto teve 12.000 horas de testes digitais antes de a aeronave de fato fazer a primeira decolagem. Defeitos que eram detectados somente com o avião no ar puderam ser resolvidos ainda na fase de preparação, e o tempo de montagem foi reduzido em 25%. Percebe-se, com estes exemplos, a crescente digitalização da economia e da sociedade (LANDHERR; SCHNEIDER; BAUERNHANSL, 2016). A utilização de modelagem e simulação, portanto, acelera o desenvolvimento de novos materiais, produtos e processos em diversos campos de conhecimento (INSTITUTE FOR DEFENSE ANALYSES, 2012).

Tendo em vista os efeitos já registrados por esta nova configuração industrial, a *PricewaterhouseCoopers* - PwC (2016) aponta, por fim, que nos próximos cinco anos as empresas que já estiverem inseridas e implementando processos da manufatura avançada

terão qualificação para competir e maior facilidade de obter financiamento. Em contrapartida, aquelas organizações que não acompanharem o novo cenário terão dificuldades de se manter no mercado.

Como forma de sistematizar o conteúdo a respeito da manufatura avançada, apontado na literatura sobre o tema, sintetizou-se no Quadro 1 as principais características e atributos desta nova configuração industrial.

Quadro 1 - Características da manufatura avançada

✓	Uso de sistemas ciberfísicos e inteligência artificial: estruturas inteligentes monitoram e interpretam os processos físicos, tanto materiais quanto humanos.
✓	Uso da internet das coisas: estreita ligação entre os mundos físico e digital.
✓	Digitalização em rede.
✓	Sensoriamento e conectividade.
✓	Interação homem – máquina. Robô colaborativo.
✓	Produção mais veloz, eficiente e flexível. Aumento da produtividade e diminuição de desperdícios.
✓	Simulação e prototipagem. Encurtamento dos prazos de lançamento de novos produtos
✓	Personalização de produtos.

Fonte: Literatura consultada (2016).

As especificidades da manufatura avançada pressupõem, em seu bojo, que se considere o surgimento de um novo contexto de trabalho, no qual a dimensão humana – ou seja, dos profissionais nele inseridos – articula-se de forma a responder às novas demandas produtivas e aos recursos de tecnologia e inovação disponíveis. Nesse contexto, considerando os propósitos do presente estudo, projeta-se o debate sobre a configuração da manufatura avançada e sua relação com o novo contexto do trabalho, conteúdo a ser explorado no tópico a seguir.

3.3 O NOVO CONTEXTO DO TRABALHO E A GESTÃO ESTRATÉGICA DE PESSOAS

O mundo do trabalho, especificamente as indústrias, sofrem transformações decorrentes do ritmo acelerado das mudanças e da ruptura dos modelos de negócios. As alterações na configuração organizacional têm influenciado no perfil do profissional desejado, gerando novas demandas e oportunidades. O espírito empreendedor e a necessidade de inovar têm permeado o meio empresarial, especialmente pelo fato dos clientes estarem mais exigentes em relação à qualidade, preço, disponibilidade e assistência técnica. (BOOG, 2004). Busca-se atendimento rápido, resolutivo e personalizado. Todas essas são características que configuram o novo contexto do trabalho e podem ser atendidas pela manufatura avançada.

Assim como se apresenta esse contexto, se tem o fortalecimento dos cérebros como a nova força propulsora do desenvolvimento (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2015). Compartilhando deste entendimento, Le Boterf (2003), salienta que o diferencial competitivo das organizações já não está mais vinculado ao capital financeiro ou ao capital tecnológico, mas ao gerenciamento dos seus recursos humanos. Sendo assim, no contexto da manufatura avançada a gestão de pessoas precisa atentar-se ainda mais ao desenvolvimento de competências, voltando-se para o novo cenário. Mascarenhas (2008, p.142) salienta que “investir no capital humano significa promover a capacitação contínua, a cooperação, a confiança, a autonomia e o empreendedorismo”.

A área de gestão de pessoas torna-se mais estratégica na manufatura avançada, especialmente pela responsabilidade em cuidar das pessoas, gerir talentos,

propiciar o desenvolvimento de novas habilidades, a fim de ampliar as oportunidades de negócio da organização (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016). Mascarenhas (2008) complementa que o modelo de gestão de pessoas deve trabalhar em prol da agregação de conhecimento e qualidade para as organizações. Acerca dessa questão, como bem definiu Morin (2002), o pensamento passa a ser o capital mais precioso.

O debate atual relativo à gestão de pessoas tem dado especial atenção à questão das competências. Segundo Mascarenhas (2008), discutir e desenvolver competências, tanto no nível individual como organizacional, é uma necessidade premente das organizações empresariais.

Búrigo (2011) aponta que a área de gestão de pessoas passou por uma redefinição na década de 1990. O paradigma da administração clássica, que definia a administração de pessoas, deu espaço ao uso de um novo paradigma, que considera a administração “com as pessoas”. Legge (2005) atribui parte dessa mudança às revoluções no sistema produtivo e ao mercado de trabalho, além da introdução de uma economia de serviços que acarretou na exigência de novos perfis para os trabalhadores. A crescente informatização da produção e a evolução tecnológica facilitaram e contribuíram para o surgimento de trabalhadores com maior capacidade intelectual, além da crescente inserção da mulher no mercado de trabalho. Como esclarece Mascarenhas (2008), evidencia-se um processo de *up-skilling*, requalificação, em que os profissionais precisam ter ampla capacidade e conhecimento, além de flexibilidade para assumir as novas responsabilidades e funções exigidas pelo novo contexto de trabalho.

De acordo com Galbraith et al (2011), é a partir da década de 1990 que aflora o esforço das organizações

na direção do aprendizado, da capacidade de aprender. Senge (2013) destaca que uma empresa que aprende, tirando proveito das potencialidades individuais e das equipes, consegue desenvolver sua vantagem competitiva. Para o autor, trabalho e aprendizado caminham lado a lado: o aprendizado, os conhecimentos e as habilidades são colocados em prática, para solucionar questões da organização. Além disso, o aprendizado é visto como um processo contínuo de reflexão, interpretação e compartilhamento constante de conhecimento.

Nessa perspectiva, a inovação não reside mais e apenas no potencial industrial, tampouco nos investimentos feitos em pesquisa e desenvolvimento; a inovação é resultado das competências individuais, do saber agir, saber interpretar e fazer (LE BOTERF, 2003). Zarifian (2001, p. 56) complementa que a competência “[...] representa o pleno reconhecimento do valor da qualificação”. De acordo com este autor, a competência individual é demonstrada no trabalho quando o profissional precisa mobilizar seus conhecimentos e ter a sensibilidade para solucionar problemas. Ao mobilizar os conhecimentos para solucionar uma dada situação, o profissional está expressando competências, em certa dimensão, de um analista de dados, que é uma das principais habilidades necessárias na manufatura avançada. A competência aflora, portanto, diante e em função de situações novas e complexas. (ZARIFIAN, 2001). Fleury e Fleury (2001) sintetizam que a competência individual é um saber agir responsável que agrega valor econômico à empresa e valor social ao profissional.

Vale salientar, ainda, que a dimensão grupal da competência, a competência coletiva, é um assunto emergente na gestão das organizações, especificamente

na busca por práticas voltadas ao desenvolvimento do potencial humano e à promoção de interações e do compartilhamento de saberes na direção dos objetivos organizacionais (LE BOTERF, 2003). Trata-se, da mesma forma que as competências individuais, de um desafio para as organizações que buscam melhorar seu desempenho e sua competitividade.

A abordagem da competência, enquanto estratégia para a gestão das organizações está alinhada com as novas perspectivas do contexto industrial. Tal como se apresentam, as mudanças que se configuram no cenário da manufatura avançada demonstram que as empresas irão, cada vez mais, se conectar e colaborar remotamente por meio de *freelancers* e profissionais independentes, adotando plataformas digitais e sistemas inteligentes com alta capacidade de monitoramento de processos.

Nesse sentido, o mais importante impulsionador da mudança nas economias avançadas passa a ser o trabalho flexível (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016), para o qual também se evidencia a necessidade de novos perfis profissionais.

Transcendendo os limites físicos das plantas fabris e dos escritórios, o relatório do *World Economic Forum* aponta que a manufatura avançada redefine a fronteira entre o emprego/empregador e o empregado, alterando ambientes de trabalho e ampliando as plataformas de talento *online*, o trabalho remoto, as equipes virtuais, bem com os espaços de *coworking* e teleconferência.

Compartilhando dessa visão, Galbraith (1995) e Morgan (2009) argumentam que este cenário, permeado pela tecnologia, possibilita a descentralização do controle do trabalho. Os trabalhadores passam a interagir por meio de redes de informação *online* e

recursos audiovisuais, desenvolvendo atividades inter-relacionadas, sem que a empresa, de fato, precise ter uma localização fixa. Os profissionais podem, por exemplo, desempenhar suas atividades de seu *home office*. São geradas novas estruturas colaborativas, flexíveis e suscetíveis a mudanças.

Tal complexidade faz com que o imprevisto esteja cada vez mais presente no ambiente organizacional. Sendo assim, compreende-se que o trabalho deixa de ser um conjunto de tarefas previamente descritas e passe a ser o prolongamento da competência. O profissional precisa estar preparado para mobilizar suas competências e recursos, conforme surjam as situações de trabalho a serem resolvidas (ZARIFIAN, 2001). Vale destacar, então, que manifestar sensibilidade e competências diante de tais situações é um requisito para o profissional que atua no contexto da manufatura avançada.

A configuração avançada da indústria pressupõe a concepção do trabalho flexível, caracterizado pelo uso da inteligência, do saber e da capacidade de colocar o conhecimento disponível em forma aplicável, por meio de conexões, cooperações e redes. Enfim, um ambiente de trabalho alternativo, compartilhado, com equipes virtuais conectadas por plataformas *on-line* de comunicação e interação (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016). No cerne deste cenário estão os profissionais reconhecidos por Mascarenhas (2008) como trabalhadores do conhecimento, capazes de usar as informações oriundas dos sistemas tecnológicos, analisá-los e gerar novos conhecimentos para a organização. Oliver (1999) defende que as novas tecnologias tendem a criar empregos que exigem conhecimentos mais intensivos e com melhor remuneração. Segundo o referido autor, estão sendo

criadas indústrias inteiramente novas e com trabalhos diferentes.

Galbraith (1995) alerta, a esse respeito, que uma empresa eficiente será classificada e reconhecida como tal a partir de sua capacidade de aprendizado e de inovação, sendo também avalizada como organização de referência em melhoria, gestão, aprimoramento e autodesenvolvimento.

A partir dessas perspectivas, concebe-se o público interno não apenas como um recurso humano, mas como um agente de transformação organizacional, relevante para o planejamento e concepção estratégica das empresas (LEGGE, 2005; BÚRIGO, 2011). Nesse contexto, Diniz e Vanini (2016) reforçam que as carreiras pautadas na interpretação humana e na emoção como, por exemplo, a psicologia e a gestão de pessoas dificilmente deixarão de existir.

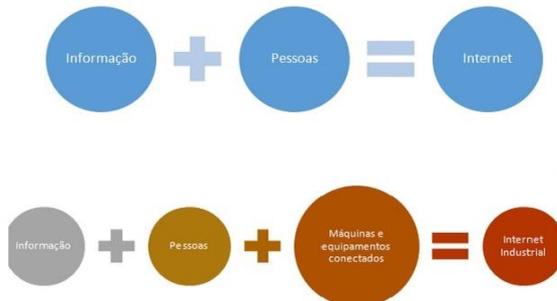
Portanto, tal como se apresenta o novo cenário organizacional, atentar-se às pessoas e às suas competências é uma realidade mais que presente e necessária, especialmente quando o assunto é manufatura avançada, no qual demandas complexas e específicas requerem alterações no perfil dos profissionais, assunto explorado no tópico seguinte.

3.3.1 Os trabalhadores na manufatura avançada

Tão importante quanto a tecnologia, pressupõe-se que a formação, a qualificação e o treinamento das pessoas são essenciais no desenvolvimento dos negócios. Tal propósito foi assegurado por uma pesquisa recente da *PricewaterhouseCoopers – PwC* (2016), reforçando que o investimento nas novas tecnologias é essencial para o desenvolvimento, mas que o sucesso ou o fracasso das adequações está atrelado às pessoas.

Compreende-se que a tecnologia da informação é uma extensão da inteligência humana (OLIVER, 1999). O autor citado aponta que a tecnologia transformou o pensamento empresarial, deixando para trás a compreensão de trabalhador como “máquina” e posicionou as pessoas como participantes inteligentes do processo de produção, no qual os indivíduos tornam-se nós essenciais da rede, como demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - A lógica da manufatura avançada



Fonte: Kastner (2016)

Na concepção de Becker e Stern (2016), as fábricas do futuro irão fornecer tarefas mais avançadas e complexas, que exigirão inteligência e raciocínio. Brynjolfsson e McAfee (2015) compartilham desta ideia e ressaltam que na manufatura avançada são geradas mais oportunidades de trabalho criativo e interativo. Tal tendência muda a interação homem-máquina, influenciando a concepção da dinâmica da manufatura, fazendo como que temas humanos passem a ser considerados e incluídos no desenvolvimento técnico e organizacional.

Kreutzer (2014) lembra que mesmo as empresas fazendo expressivo uso da tecnologia, elas dependem da criatividade de seus profissionais, os quais são responsáveis pela geração de novas ideias e

possibilitam o aumento da produtividade das organizações.

Segundo Markoff (2012) e Brynjolfsson e McAfee (2015), os computadores, bem como os robôs, ainda são ineficientes para tomar decisões, fazer qualquer atividade e reconhecer padrões que estejam fora do escopo de sua programação. Isso significa que, por mais rápida e precisa que uma máquina seja, ela não é capaz de pensar como um homem. Annunziata e Biller (2014) salientam, neste aspecto, que em termos de criatividade e empreendedorismo os seres humanos apresentam uma clara vantagem comparativa em relação às máquinas.

A programação é requisito essencial para o funcionamento de computadores, máquinas avançadas e robôs. Isso os torna ineficientes sem o algoritmo de procedimentos e sequências a serem executadas. Qualquer reconhecimento de padrão que esteja fora do código de sua programação torna-se impossível de ser realizado. Sendo assim, a atuação humana na composição da programação sempre será compreendida como requisito básico, mesmo nas mais sofisticadas automações das fábricas do futuro.

Brynjolfsson e McAfee (2015) ressaltam, ainda, que o trabalho humano tem um futuro bem diferente pela frente, mas não será totalmente substituído pelas máquinas. Para eles a mão de obra humana reúne virtudes importantes e determinantes em relação à mão de obra digital, destacando a capacidade de criação, interpretação, a criatividade e o poder de desenvolver novas ideias e conceitos.

Diferentemente dos robôs, Fava (2014) explica que o coeficiente social e emocional é uma competência fundamental do ser humano, que faz com que as pessoas tenham uma vantagem competitiva inigualável

quando comparada às máquinas, até mesmo com as mais sofisticadas. Stefano (2015) complementa que os humanos levam vantagem nas funções em que o uso de informações e a criatividade são essenciais para solucionar problemas.

Dessa forma, Fava (2014) ressalta que na era da manufatura avançada, mesmo com a evolução da automação, dos equipamentos e da robótica, o novo cenário organizacional vai estabelecer uma procura crescente por virtudes humanas como o pensamento, a criatividade, as ideias, sendo estas as habilidades que as máquinas não podem oferecer. Como resultado, a conexão e a necessidade da interação homem-máquina fica ainda mais intensa, na medida em que as habilidades dos seres humanos se complementarem à precisão das máquinas. O trabalho humano assume um caráter de monitoramento, portanto, com maior grau de decisão e de responsabilidade (FERRETTI et al, 2002).

O novo tipo de trabalhador para este contexto é referenciado por Edgell (2012) como o profissional do conhecimento, empreendedor de si e de suas tarefas, que preza pela colaboração, visão integrada e a solução de problemas. É um trabalhador com múltiplas habilidades e capacidades intelectuais, em detrimento da força física. Compartilhando desta visão, Fava (2014) pontua que o mercado hoje necessita de profissionais que tenham inteligência cognitiva, que saibam pensar, raciocinar, imaginar, refletir, julgar; que tenham a capacidade de lidar com problemas que não possam ser resolvidos de forma mecânica, padronizada e pré-programada. O autor assegura que o profissional da atualidade precisa ter a habilidade denominada de acuidade mental, perspicácia.

Meister (1999), por sua vez, reforça que nas empresas do século XXI trabalho e aprendizagem se

confundem. A capacidade de aprender é vital ao trabalhador. Segundo a autora, capacidades como inteligência, inventividade e energia são essenciais no atual ambiente de negócios, chamado por Meister de economia do conhecimento. Oportunidades de trabalho para trabalhadores com alta formação, criativos e interativos serão dominantes na manufatura avançada. (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2015).

Ferretti et al (2002) sintetizam quatro principais mudanças no processo de trabalho. São elas: terceirização e a dissipação do trabalho produtivo; exigência de novas qualificações, como conhecimento, capacidade de abstração e qualidades comportamentais relacionadas à confiança e à cooperação; maior exigência de escolaridade formal sólida, compreendendo que a boa educação é requisito essencial para o avanço tecnológico e que ela precisa estar alinhada às exigências da nova era; e políticas de gestão da mão-de-obra voltadas para o comprometimento dos funcionários com os objetivos da organização.

Para atender a esse novo cenário industrial, as especificidades dos conhecimentos, habilidades e competências profissionais requeridas pela manufatura avançada estão relacionadas a diversos fatores, entre eles a necessidade de ampliar a interação entre o homem e as máquinas/robôs, por meio de um trabalho ainda mais colaborativo, diminuindo cada vez mais a força física no processo produtivo. Outro fator característico da manufatura avançada é a necessidade dos trabalhadores aumentarem e fortalecerem os conhecimentos em *STEM - science, technology, engineering and mathematics* (ciência, tecnologia, engenharia e matemática).

Mais do que em outras épocas, na manufatura avançada as habilidades de programação tornam-se

essenciais, juntamente com a necessidade de uma análise sistêmica, o que implica que as pessoas sejam exímios analistas de dados para a tomada de decisões rápidas e certeiras. Ademais, a exigência do nível de escolaridade será ainda superior; portanto, compreende-se que a aprendizagem torna-se o pilar de sustentação de um novo perfil profissional.

Os profissionais da manufatura avançada irão necessitar de uma educação sólida, com habilidades de criatividade, conexão, colaboração e compartilhamento entre os membros das equipes e partes interessadas sendo requeridas em escala superior à vivenciada nos dias de hoje (FERRETTI et al, 2002; BERGER, 2014; FAVA 2014; BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2015; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016; STRATOS et al, 2016).

Como um esforço de síntese apresenta-se, no Quadro 2, os conhecimentos, as habilidades requeridas e as competências centrais do trabalhador da manufatura avançada.

Quadro 2 - Conhecimentos, habilidades e competências centrais do profissional da manufatura avançada

Conhecimentos, competência e habilidades	Descrição/Características	Autores
Aprendizagem/inteligência	Capacidade de raciocínio crítico; imaginação; reflexão; julgamento	Fava, 2014
	Busca pela aprendizagem contínua e novas qualificações	Meister, 1999
	Capacidade para análise sistêmica e tomada de decisão	WEF, 2016

Habilidades cognitivas	Ter flexibilidade	WEF, 2016
	Ser criativo para geração de novas ideias	Kreutzer, 2014
	Raciocínio lógico	Brynjolfsson; McAfee, 2015
	Ter sensibilidade para solucionar problemas	Meister, 1999 Edgell, 2012
Conhecimento de STEM	Possuir escolaridade formal sólida	Ferretti et al, 2002
	Capacidade de compreender e aplicar conhecimentos de <i>science, technology, engineering and mathematics</i> (ciência, tecnologia, engenharia e matemática)	WEF, 2016
Conhecimento tecnológico	Capacidade de trabalhar em rede, conectando membros da equipe e <i>stakeholders</i> em qualquer parte do mundo	Meister, 1999 Brynjolfsson; McAfee, 2015
	Habilidades de programação	WEF, 2016 Stratos et al, 2016
Comunicação/colaboração	Capacidade de comunicar-se efetivamente; saber trabalhar em grupo; manter boas relações interpessoais; ter empatia	Meister, 1999
	Capacidade de trabalhar de forma colaborativa e interativa homem-máquina	Berger, 2014 Brynjolfsson; McAfee, 2015

Fonte: Revisão da literatura (2016).

Levando em consideração as competências e habilidades sintetizadas no Quadro 2 é previsto, do ponto de vista dos postos de trabalho, que com o advento da manufatura avançada o maior declínio de empregos ocorrerá nas áreas administrativas, que devem ser afetadas pelas tendências tecnológicas – internet móvel e tecnologia de nuvem, análise de *Big Data* e a Internet das Coisas – com o potencial de minimizar essas funções (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

Diniz e Vanini (2016) mencionam uma análise da consultoria Ernst & Young fundamentada em diversos estudos, que aponta que até 2025 um, em cada três postos de trabalho, deverão ser substituídos pelas tecnologias inteligentes. De um lado, profissões operacionais como operador de telemarketing, caixa e árbitros poderão desaparecer; de outro, carreiras que lidam diretamente com tecnologia de ponta e com a convergência tecnológica, como designer especializado em impressão 3D, engenharias específicas, mecatrônica, designer de realidade virtual, entre outras, vivenciarão expressivo crescimento. Pressupõe-se, portanto, a necessidade de se buscar o redirecionamento das carreiras. Se, por exemplo, a profissão de carteiro está ameaçada pela diminuição no volume de correspondências, o trabalho com uma empresa de logística pode gerar novas oportunidades.

As conclusões do World Economic Forum (2016), sobre tais questões, mostram que cargos de escritório e funções administrativas estarão, em 2020, entre os trabalhos mais difíceis de recrutar, devido a sua falta de atratividade. Por outro lado, o relatório do Fórum destaca que profissões voltadas para a qualidade de vida tendem a crescer no novo cenário, pelo fato de que as pessoas estão vivendo por mais tempo. Também a oferta de

carreiras ligadas à tecnologia sofrerá aumento substancial, ao lado do campo da matemática, que deve experimentar crescimento muito elevado com a oferta de vagas para analistas de dados e *software*, desenvolvedores, analistas de segurança da informação e profissionais de banco de dados e de rede. Todas estas atividades contribuirão com as empresas para interpretar e dar sentido aos dados obtidos.

Acerca do referido contexto, prevê-se que até 2020 a capacidade de trabalhar com dados e tomar decisões se constituirão em habilidades vitais, exigidas no desempenho de muitas funções. À luz das tendências tecnológicas, muitos países já têm empreendido esforços para incentivar e aumentar o número de estudiosos nas áreas de *STEM - science, technology, engineering and mathematics* (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

Becker e Stern (2016) indicam que a estimativa até 2035, na Alemanha, é de que a porcentagem de postos de trabalho relacionados com processos seguros de desenvolvimento e difusão do conhecimento e informação suba cerca de 47%.

Acerca de tal questão, Diniz e Vanini (2016) reforçam que cada vez mais o sucesso profissional estará relacionado ao “como” as pessoas vão conseguir interpretar, analisar e interligar os dados disponíveis. Compartilhando desta visão, Fava (2014) complementa que um dos grandes desafios dos profissionais no contexto da manufatura avançada está relacionado ao desenvolvimento de habilidades do saber ser, o qual envolve as emoções, a criatividade, o comprometimento, as relações interpessoais e intrapessoais, relacionais; as atitudes de querer fazer, agir e transformar.

Tal como se apresenta esse novo cenário, a pesquisa global da *PricewaterhouseCoopers - PwC*

(2016) reforçou que as habilidades pessoais, as virtudes profissionais e o conhecimento humano são fatores determinantes para o sucesso da manufatura avançada. Sendo assim, as maiores dificuldades, de acordo com a pesquisa, estão vinculadas ao recrutamento de novos funcionários e ao treinamento do capital humano que já opera nas organizações.

Um dos desafios das empresas no âmbito da manufatura avançada é encontrar profissionais com perfil de um cientista, pragmático, calculista, que analise dados, com talentos técnicos para transformar os dados em valores, lucro e benefícios reais, além de ter habilidade social de relacionamento, criatividade e de conexão com as pessoas (EDGE FOUNDATION, 2016).

Annunziata e Biller (2014) sintetizam que a forma de trabalhar e a maneira como as pessoas vivem vai mudar para melhor, pois o “como” as coisas são feitas está sendo alterado. O motor das organizações será cada vez mais o cérebro, juntamente com uma rede de máquinas “inteligentes” e métodos de fabricação avançadas.

3.3.2 A educação e o profissional para a manufatura avançada

No que se refere às mudanças no cenário do mundo do trabalho, em que o ciclo de vida das inovações tecnológicas vai se tornando mais curto, emergindo uma nova configuração de perfil de profissões e novas demandas por profissionais altamente qualificados e atualizados, a educação ocupa posição central, sendo a base para o emprego do futuro (HOFFMANN, 2015). No relato de 2013 do World Economic Forum foi exposto que a formação de talentos é considerada uma questão-chave para o Brasil e que as

pessoas fazem a diferença na capacidade de uma empresa inovar.

De acordo com Hoffmann (2015), níveis mais altos de desempenho educacional estão associados diretamente com as melhores oportunidades de participação no mercado de trabalho. “A educação é o guia econômico chave da economia” (OLIVER, 1999, p. 229). Dentre as metas do Plano Nacional de Educação 2011-2020 estão a oferta mínima de 25% das matrículas de educação de jovens e adultos na forma integrada à educação profissional, nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio; e a duplicação das matrículas da educação profissional técnica de nível médio (MEC, 2014). Porém, do total de estudantes brasileiros, apenas 6% cursam a educação profissional em conjunto com o Ensino Médio, enquanto que em países desenvolvidos esta porcentagem chega a 50% (MCKINSEY, 2012). Para alterar o quadro brasileiro, Laureth (2014) reforça que é preciso valorizar e investir na qualificação dos trabalhadores de todos os níveis de escolaridade.

As informações da Relação Anual de Informação Social (Rais) têm mostrado que, nos últimos dez anos, a proporção de trabalhadores com baixa qualificação no setor industrial vem caindo, enquanto que a proporção dos trabalhadores considerados de alta e média qualificação tem aumentado. De Negri e Cavalcante (2015) afirmam que há uma relação direta e positiva entre educação e produtividade. Sendo assim, os autores citados afirmam que uma estratégia importante e eficiente em busca da inovação, da produtividade e do aumento de competitividade é, justamente, o investimento em formação e qualificação de mão de obra. Diante da velocidade das mudanças tecnológicas, o Brasil tem, então, que investir na geração e utilização

do conhecimento técnico-científico, criando capacidades e competências em áreas estratégicas (MCTI, 2012).

A baixa aprendizagem no grupo *STEM* e o pouco desenvolvimento dos trabalhadores em capacidades complexas, como lidar com diferentes formas de comunicação, domínio de diferentes linguagens e o desenvolvimento do raciocínio lógico-formal, são obstáculos importantes para o Brasil enfrentar um novo conceito de organização fabril (KUENZER, 2002). Diante disso, Brandão (2016) aponta que também se configura como um dos principais desafios para o desenvolvimento da manufatura avançada no Brasil o aumento no número de formandos em engenharia, os quais hoje representam apenas 5% dos alunos de graduação. O autor ressalta a necessidade de elevar a participação de jovens em cursos profissionalizantes, despertando maior interesse pela matemática, programação, conhecimentos em gestão, na área financeira e no empreendedorismo.

De acordo com Chryssolouris, Mavrikios e Rentzos (2016), é preciso aproximar universidades e indústrias por meio de adaptações e novas temáticas nos currículos de formação dos estudantes. Para os autores os primeiros contatos com ambientes de produtividade, competitividade e inovação devem ocorrer no ambiente de ensino e aprendizagem, unindo a teoria e a prática. Os autores chamam a atenção para um ensino voltado e inserido nas fábricas, que possa transferir para dentro da sala de aula a realidade vivida no ambiente de fabricação, mostrando os desafios inerentes ao processo produtivo e suas possibilidades de resolução de problemas. Afirmam, ainda, que se deve traçar como principal meta uma integração entre atividades de ensino, investigação com análise e interpretação, bem como inovação, agrupando tais

conceitos como uma iniciativa básica de inserção dos estudantes no contexto industrial.

Chryssolouris, Mavrikios e Rentzos (2016) destacam que, ao incluir a produção industrial como tema e foco do ensino articulado à metodologia de ensino-aprendizagem, esta aplicada junto aos trabalhadores das fábricas por meio de inserção de novas tecnologias, conceitos modernos de fabricação e tendências do mercado industrial, passa-se a ter um ganho significativo tanto no crescimento profissional do trabalhador, quanto na produtividade e na qualidade do trabalho executado. Segundo os autores citados, o uso do conceito de ensino de fábrica pode favorecer o empreendedorismo nas universidades e a inovação dentro das empresas, por meio de projetos que envolvam a academia e a indústria.

Andrade (2010) e Fava (2014) alertam que as metodologias de aprendizagem precisam priorizar a interpretação dos conceitos, bem como sua aplicabilidade, a fim de que educação promova a inovação e que a inovação também esteja presente no processo educacional. Para tais autores isso é possível por meio da utilização de simulações, jogos e estudos de casos. É preciso fortalecer as conexões da ciência com a educação e da ciência com a tecnologia e a inovação. Ao destacar a aprendizagem significativa, Fava (2014, p. 229) argumenta que “ensinar é despertar a curiosidade, instigar, estimular, incitar, incentivar o desejo de ir além do conhecido”.

Nessa perspectiva, Oliver (1999) argumenta que os rápidos avanços tecnológicos e as mudanças nos mercados têm exigido cada vez mais uma alteração no padrão do pensamento, um maior equilíbrio entre o lado esquerdo do cérebro (abstrato, verbal, analítico, lógico, linear e sequencial) e o lado direito do cérebro

(associativo, não-verbal, holístico, criativo e flexível). Castells (1999) e Brandão (2016), por sua vez, indicam que novas formas de educação, com metodologias de ensino baseadas em problemas e projetos, empreendedorismo e desenvolvimento de competências multidisciplinares e cognitivas, contribuem para que as pessoas tenham a possibilidade de conhecer, compreender, aplicar, analisar, dar respostas, fazer sínteses e avaliar. No cenário da manufatura avançada, todas estas características, juntamente com a capacidade de colaboração, o senso crítico e a flexibilidade, são fundamentais para o profissional.

Vale ressaltar, ainda, que a aprendizagem baseada em projetos, bem como o surgimento de empreendedores de base tecnológica pode ser facilitada pelo movimento *Maker*, que surgiu nos Estados Unidos, em 2005, no qual se incentiva a criação de novos produtos e serviços usando ferramentas digitais, projetando em computador e produzindo cada vez mais em máquinas de fabricação pessoais. O referido movimento proporciona experiências atrativas, relacionadas ao mundo contemporâneo do trabalho e da indústria. É o *Do it yourself* – o “faça você mesmo”; o *Hands-on* – “mão na massa” – cujo conceito está no desenvolvimento do espírito investigativo e inventivo (ANDERSON, 2012).

Os projetos *makers* envolvem eletrônica, impressão 3D, robótica, que constituem formas de incentivar e fortalecer conhecimentos de *STEM* – *science, technology, engineering and mathematics* (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) – requeridos na manufatura avançada. Tal como se apresenta o contexto, prevê-se que na era do ‘edutenimento’ – educação mais entretenimento – a

tecnologia pode tornar a educação ainda mais divertida (OLIVER, 1999).

Sander (2014) complementa todo esse debate em torno dos processos educacionais na contemporaneidade, alertando que é preciso educar com experiência, explorar os cinco sentidos e gerar histórias/momentos que se tornem memoráveis para as pessoas. Para a estudiosa é preciso que a educação se torne mais emotiva, e a forma para que isso aconteça é promover a conexão da experiência com o conteúdo, possibilitando a vivência prática. Portanto, os processos de desenvolvimento da aprendizagem precisam contemplar estratégias encorajadoras junto aos estudantes; evidenciando a importância deles, desde cedo, se tornarem empreendedores de sua própria vida pessoal e não somente nas organizações em que irão trabalhar (EDGE FOUNDATION, 2016).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento do trabalho. Norteada pelos estudos teóricos, a operacionalização da pesquisa seguiu a definição dos objetivos previamente estabelecidos.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi caracterizada como de natureza exploratória e descritiva, realizada sob a abordagem qualitativa. Do ponto de vista das fontes utilizadas, o estudo também pode ser definido como documental, considerando o destaque para as fontes de dados disponíveis sobre o tema, que se concentram em publicações corporativas, institucionais e técnicas.

Os aportes teóricos e as informações técnicas constituíram a primeira etapa de elaboração da pesquisa, possibilitando a descrição, a exploração e a compreensão do tema/objeto desta pesquisa: a manufatura avançada. Neste estudo, a manufatura avançada é entendida como um cenário novo, especialmente para as indústrias brasileiras, o que remete, portanto, ao caráter exploratório do estudo (LAKATOS; MARCONI, 2010). Nessa perspectiva, a revisão de literatura sobre a manufatura avançada configura-se como o conjunto de conceitos e características que responderam ao primeiro objetivo específico proposto nesta dissertação.

A busca por caracterizar e compreender o novo cenário fez com que o estudo teórico sedimentasse o alcance do objetivo da pesquisa, de propor ações voltadas à promoção e desenvolvimento de

competências do profissional atuante na manufatura avançada.

Vale destacar, por fim, em termos do delineamento metodológico deste estudo, que o seu caráter teórico-empírico diz respeito à descrição feita em torno de pesquisas realizadas sobre o tema – o “estado da arte” – e, em particular, com a apresentação de dois casos ilustrativos de organizações alinhadas à configuração da manufatura avançada. A descrição de estudos já realizados e a oportunidade de apresentar os referidos casos, especificamente as características e as ações relacionadas ao foco de pesquisa, subsidiaram as propostas voltadas à promoção e ao desenvolvimento de competências do capital humano na manufatura avançada no Brasil, objetivo final do trabalho.

4.2 CONTEXTO E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

As discussões acerca da temática da manufatura avançada no Brasil têm sido impulsionadas pela UNESCO, mediante o projeto 914BRZ2019 - de ampliação e atualização da capacidade institucional do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) na formulação e gestão das políticas públicas à inovação e à competitividade do setor produtivo brasileiro.

Para tanto, o MDIC em conjunto com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), reuniram especialistas de empresas, da academia/instituições de ciência e tecnologia e do governo para discutir em oito capitais brasileiras, durante

o ano de 2016, desafios, ideias e prioridades para os temas de recursos humanos, tecnologia, infraestrutura, cadeias produtivas e regulação, a fim de consolidar uma estratégia nacional para a manufatura avançada no País. A autora deste trabalho acompanhou o encontro promovido no mês de maio em Florianópolis (SC) e o *workshop* de análise e priorização de propostas em Recursos Humanos, realizado em São Paulo. Definiu-se, então, que esta pesquisa focalizaria a questão do capital humano na manufatura avançada, temática que aponta desafios para a ação das organizações industriais, carecendo de mais estudos e aprofundamentos.

Frente a limitações em termos de fontes de dados relativos a práticas e políticas para o desenvolvimento de pessoas no contexto da manufatura avançada, delimitou-se como contexto de pesquisa, inicialmente, a análise de estudos teóricos, teórico-empíricos, publicações e documentos produzidos pelas organizações que protagonizam o debate em torno da manufatura avançada no País. O estudo proposto segue a definição de uma pesquisa documental (MAY, 2004).

Entretanto, a partir de tal análise, visando complementar o arcabouço teórico-empírico construído e para aprimorar o conhecimento sobre o tema em termos concretos, foram identificadas duas empresas que atuam sob a configuração da manufatura avançada para serem apresentadas como casos ilustrativos deste trabalho, contribuindo, desse modo, para o alcance do objetivo pretendido. A apresentação dos dois casos teve como propósito ilustrar aspectos conceituais, características e práticas de organizações orientadas pela nova configuração industrial. Os dois casos ilustrativos foram escolhidos, prioritariamente, por já ter a pesquisadora informações preliminares quanto a suas características, bem como pela acessibilidade. As empresas foram

referenciadas neste trabalho como Indústria Alfa e Indústria Gama.

O acesso à Indústria Alfa ocorreu pelo fato da mesma ter participado do *workshop* de manufatura avançada na capital catarinense. Em função desta participação e tendo em vista o interesse da Indústria Alfa em articular-se com as universidades, entendeu-se que seria um caso interessante para ilustrar o trabalho. Após a solicitação da pesquisadora para abordar a organização no estudo e a pronta aceitação da empresa, foram definidos os procedimentos de coleta das informações junto a representantes da Indústria Alfa, que passou a integrar o contexto da pesquisa.

Já a Indústria Gama foi definida como caso ilustrativo por ter participado, em 2016, de um encontro promovido pelo SENAI/SC, juntamente com o Instituto *Fraunhofer* de Sistemas de Produção e Tecnologia de Design (IPK), da Alemanha, sobre projetos relacionados à manufatura avançada. Em visita ao site da Indústria Gama, a pesquisadora identificou esforços voltados à gestão de pessoas na manufatura avançada. Da mesma forma que a situação anterior, esta pesquisadora foi prontamente atendida quando fez a solicitação para que a Indústria Gama participasse como caso ilustrativo em sua dissertação.

Em síntese, quanto à descrição dos casos escolhidos para ilustrar a temática deste estudo e sustentar o alcance de seus objetivos, pode-se destacar que se trata de indústrias catarinenses, atuantes na área de tecnologia em setores específicos. Ambas têm presença no mercado internacional e, no tópico 5, evidenciam-se características que as configuram como organizações atuantes com – e sob – o foco da manufatura avançada.

4.3 AS FONTES E O PROCESSO DE COLETA DE DADOS

Em relação aos procedimentos de coleta de dados, inicialmente foi realizada a pesquisa bibliográfica junto às bases de dados Ebsco®, Scopus®, Scielo®, Spell®, Portal de Periódicos da CAPES e no site da Anpad. Na sequência, desenvolveu-se a pesquisa documental em publicações do *DFKI GmbH* - Centro Alemão de Pesquisa para a Inteligência Artificial -, principal instituição de pesquisa na Alemanha, bem como ocorreu o levantamento de informações junto a sites de consultoria e pesquisa sobre o tema, destacando-se publicações de *Ebooks* da Deloitte®.

Dentre as publicações internacionais analisadas destaca-se o relatório do *World Economic Forum 2016*, que trata das transformações econômicas, sociais e políticas que ocorrem no contexto mundial, especificamente em relação à configuração da manufatura avançada como novo modelo para a indústria e seus reflexos no futuro mundo do trabalho. Ainda, como fontes secundárias de dados, também foram pesquisadas a Revista Indústria & Competitividade, sites institucionais como o da FIESC, o Portal da Indústria da CNI, vídeos do *TED*, dentre outros. O relato da pesquisa global da *PricewaterhouseCoopers* - PwC (2016) sobre a presença da manufatura avançada na economia foi também uma das bases da pesquisa documental dessa dissertação.

De modo específico, fizeram parte do conjunto de dados que possibilitou a realização da pesquisa documental neste estudo, os relatórios com os resultados – relativos à gestão de pessoas – dos oito workshops de manufatura avançada conduzidos pelas instituições MDIC, MCTI, CNI, ANPEI e ABDI, durante o

ano de 2016, no Brasil, por meio do projeto 914BRZ2019 da UNESCO, iniciativa com foco na ampliação e atualização da capacidade institucional do MDIC na formulação e gestão das políticas públicas à inovação e à competitividade do setor produtivo brasileiro. Todos esses levantamentos possibilitaram a contextualização do fenômeno estudado nesta dissertação.

Adicionalmente, com a finalidade de conhecer mais de perto o fenômeno pesquisado e atender a um dos objetivos da pesquisa, os casos ilustrativos apresentados foram construídos com base na análise dos sites das empresas (dados secundários) e a partir da de entrevistas (dados primários). Foram entrevistados representantes das Indústrias Alfa e Gama visando identificar as características destas organizações, que atuam na perspectiva da manufatura avançada, e das práticas que as mesmas desenvolvem em termos de desenvolvimento do capital humano no referido contexto.

Na Indústria Alfa a entrevista foi feita com uma diretora, atuante na área administrativa e de tecnologia da informação; e na Indústria Gama foi entrevistado um dos sócios-proprietários da empresa e que exerce a função de diretor industrial e de Pesquisa e Desenvolvimento.

Por fim, no que diz respeito às entrevistas, foram aplicadas com base em um roteiro semiestruturado (Apêndice 1) que, segundo May (2004), deve ser adotado quando se tem um foco específico na investigação, pois concede ao pesquisador a liberdade de ir além das respostas fornecidas, estabelecendo o diálogo com o entrevistado.

4.4 O PROCESSO E O MODELO DE ANÁLISE DA PESQUISA

Seguindo os objetivos pretendidos e de acordo com as definições metodológicas da pesquisa, o processo de análise dos dados ocorreu de forma descritiva, a partir dos estudos teóricos e teórico-empíricos e das informações obtidas no levantamento de dados secundários. Além disso, para atender ao objetivo geral da pesquisa consideraram-se as informações obtidas nas entrevistas com os representantes das duas Indústrias que constituíram os casos ilustrativos deste estudo.

A apresentação dos resultados, portanto, seguindo os objetivos estabelecidos, foi estruturada com base no delineamento de um modelo de análise que contemplou a descrição de três dimensões: a) configuração (características estruturais) da manufatura avançada; b) competências do profissional da manufatura avançada; c) práticas de desenvolvimento do capital humano para a manufatura avançada. As especificações e operacionalização das referidas dimensões de análise referem-se, respectivamente: a) ao conjunto de definições, conceitos e características descritas na literatura sobre a manufatura avançada; b) à descrição de competências necessárias aos profissionais que atuam na manufatura avançada, também segundo o levantamento de literatura e documentos analisados, acrescidos das informações dos entrevistados das Indústrias Alfa e Gama; c) levantamento teórico-empírico (melhores práticas) e dados das entrevistas.

A sistematização das dimensões e a sua especificação são apresentadas no Quadro 3 (Modelo de Análise), juntamente com a descrição das fontes dos dados e a relação com os objetivos da pesquisa. Vale

destacar que a descrição e a representação das dimensões de análise da pesquisa, e sua operacionalização, tornaram possível e serviram de referência para a elaboração das proposições acerca de ações voltadas à promoção e desenvolvimento do capital humano no contexto da manufatura avançada, objetivo geral estabelecido nesta pesquisa.

Quadro 3 - Modelo Analítico da Pesquisa

Objetivos	Dimensão	Descrição	Operacionalização (fontes/dados)
<p>Identificar as características estruturais do contexto da manufatura avançada.</p>	<p>Configuração (características estruturais) da manufatura avançada</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Uso de sistemas ciberfísicos e inteligência artificial ✓ Uso da internet das coisas ✓ Digitalização em rede ✓ Sensoriamento e conectividade ✓ Interação homem – máquina. ✓ Robô colaborativo ✓ Produção mais veloz, eficiente e flexível. Diminuição de desperdícios. ✓ Simulação e prototipagem ✓ Personalização de produtos. ✓ Motor das organizações será cada vez mais o cérebro. <p>Pessoas são fundamentais no novo cenário produtivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudos teóricos e teórico-empíricos possibilitaram a apuração dos conceitos e as características da manufatura avançada; ✓ Dados secundários (relatórios, publicações internacionais)
<p>Identificar competências necessárias à atuação</p>	<p>Competências do profissional da manufatura</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aprendizagem/ inteligência (capacidade de ter raciocínio crítico, imaginação, reflexão, julgamento, análise sistêmica e tomada de decisão. Habilidade de 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantamento de literatura (teórico e teórico-empírico); ✓ Análise de documentos

<p>do profissional inserido em contextos de manufatura avançada.</p>	<p>avançada</p>	<p>aprendizagem contínua e busca de novas qualificações)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conhecimento de STEM e escolaridade formal sólida ✓ Capacidade de trabalhar em rede, conectando membros da equipe e <i>stakeholders</i> em qualquer parte do mundo. ✓ Ter habilidades de programação ✓ Habilidades cognitivas (ter flexibilidade, ser criativo para geração de novas ideias, capacidade de ter raciocínio lógico, ter sensibilidade para solucionar problemas) ✓ Capacidade de comunicar-se efetivamente; de saber trabalhar em grupo, de ter bom relacionamento e empatia. ✓ Capacidade de trabalhar de forma colaborativa e interativa homem-máquina ✓ Valorização das competências comportamentais ✓ Talentos resilientes. 	<p>institucionais, sites (dados secundários)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrevistas – casos ilustrativos (dados primários)
---	-----------------	---	---

<p>Levantar práticas de desenvolvimento do capital humano junto a contextos industriais que atuam na perspectiva da manufatura avançada.</p>	<p>Práticas de formação e desenvolvimento do capital humano para a manufatura avançada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Treinamento da capacidade de criatividade dos profissionais ✓ Promoção de oficinas que possibilitem diferentes vivências, estimulando o cérebro de forma diferente para que possa inovar ✓ Admissão conforme alinhamento aos princípios da empresa ✓ Acompanhamento e avaliação das competências comportamentais para o plano de carreira dos profissionais ✓ Participação de colaboradores em eventos e feiras nacionais e internacionais ✓ Parceria com instituições de ensino técnico e superior para fomentar pesquisas e desenvolvimento de produtos e tecnologias (aproximação universidade – indústria) ✓ Ambiente de ensino e aprendizagem que una a teoria e a prática. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantamento empírico (de práticas) teórico- ✓ Entrevistas – casos ilustrativos (dados primários)
---	---	--	--

	✓	Educar com experiência. Metodologias de ensino baseadas em problemas e projetos. Transferência para dentro da sala de aula a realidade vivida no ambiente de fabricação.	
--	---	--	--

OBJETIVO GERAL

Propor ações voltadas à promoção e desenvolvimento de competências do capital humano para o contexto da manufatura avançada no Brasil.

Fonte: Literatura consultada (2016).

A partir do modelo analítico descrito no Quadro 3, que se constituiu na aproximação dos estudos teóricos e teórico-empíricos aos dados primários e secundários coletados nos casos ilustrativos, buscou-se conhecer melhor o fato estudado. Essa combinação de metodologias para analisar um determinado fenômeno é chamada por Flick (2013) de triangulação, em que diferentes tipos de dados são combinados à abordagem teórica, resultando em um conhecimento adicional e mais aprofundado do objeto de estudo.

5 CASOS ILUSTRATIVOS: A MANUFATURA AVANÇADA 'NA PRÁTICA'

Duas indústrias catarinenses, a Indústria Alfa e Gama se configuraram como casos ilustrativos desta pesquisa. Apresentadas, na sequência, o relato seguiu as três dimensões do modelo de análise desta dissertação, evidenciando características da configuração estrutural da manufatura avançada, as competências profissionais requeridas no novo contexto organizacional, além das práticas de formação e desenvolvimento humano que já vem sendo adotadas pelas organizações pesquisadas.

5.1 A INDÚSTRIA ALFA

A Indústria Alfa é uma empresa de tecnologia, com 24 anos de atuação no mercado nacional. Com sede em Florianópolis e com uma planta no município de Palhoça e uma unidade de vendas e representação na cidade de São Paulo, a organização, que começou como uma *startup* na capital catarinense, conta com 124 funcionários, sendo que a **grande maioria tem ensino superior e/ou curso técnico e mais de 20% dos colaboradores têm pós-graduação**. Percebe-se que a empresa conta com um **corpo funcional com escolaridade formal sólida**, uma das características da manufatura avançada.

De acordo com as informações recebidas, **10% dos profissionais da empresa atuam na área de pesquisa e desenvolvimento**. A empresa desenvolve e comercializa soluções em softwares e hardwares para automatização de processos industriais voltados ao mercado da moda. A Indústria Alfa conta com 8,5 mil

clientes espalhados pelo mundo e mais de 100 parceiros, distribuídos em mais de 70 países.

A diferenciação da Indústria Alfa começa com seu processo de recrutamento e seleção, que desde o início de 2016 ficou ainda mais criterioso, sendo realizado sob um enfoque estratégico. Após a análise de currículo, os **candidatos respondem a um mapa de valores, a partir do qual a organização já detecta o quanto o profissional está alinhado aos princípios da empresa**, aspecto considerado crucial para a continuidade ou não no processo.

Passando pela entrevista com a área de Recursos Humanos e o líder da área contratante, a **etapa final do processo de recrutamento e seleção consiste em nova entrevista do candidato com o presidente da Indústria Alfa e o diretor da área contratante**, possibilitando que a presidência da organização conheça o potencial colaborador antes mesmo de sua efetivação na indústria. Quando o presidente não tem disponibilidade, que foram raros os casos conforme apontado pela pessoa que participou da pesquisa, a diretoria de RH o representa. De qualquer forma, dois diretores fazem uma avaliação conjunta para a decisão final sobre a contratação. O depoimento, a seguir, ilustra um pouco o entendimento da organização quanto ao processo de ingresso dos profissionais na indústria Alfa.

*[...] Nosso objetivo é contratar pessoas para fazer muito mais do que elas podem. **Olhamos o talento das pessoas. Precisamos de profissionais que incomodem o líder, que sejam questionadores, resilientes e que oxigenem o ambiente.***

Ao expor esta visão, a **Indústria Alfa traz à tona a questão das habilidades cognitivas**, como ter **sensibilidade para solucionar problemas, ser criativo**

para a geração de novas ideias, além da capacidade de comunicar-se efetivamente, saber trabalhar em grupo, ter bom relacionamento e empatia. Percebe-se na Indústria Alfa o quanto as competências comportamentais têm sido valorizadas. A **estrutura mais horizontalizada também fica perceptível** na condução dos trâmites adotados, sendo um dos exemplos o compartilhamento da responsabilidade de uma determinada contratação com diversas áreas, não sendo apenas “acerto” ou “erro” do RH.

As competências essenciais consideradas pela Indústria Alfa são: ser audacioso; priorizar o cliente; ter foco em resultados e eficiência operacional; trabalhar em/para equipe; liderança; autodesenvolvimento; e ter visão estratégica. Estas **competências essenciais são desdobradas em competências comportamentais, as quais são acompanhadas e avaliadas para o plano de carreira dos profissionais.**

Todo o cuidado da Indústria Alfa em recrutar e selecionar seus colaboradores expressam valores centrados no capital humano. As pessoas estão no centro da organização, como ilustra o seguinte relato de um dos entrevistados: “[...] *Nós crescemos por meio das pessoas. São elas que fazem o nosso produto. Sem pessoas não se tem empresa*”. Para Anderson (2012), o grande avanço que ocorre no mundo é comandado por pessoas, e não por coisas. Não é a tecnologia por si só que promove a mudança, mas sim as pessoas que se beneficiam dela.

Na visão da diretoria da Indústria Alfa “[...] **as pessoas precisam se especializar mais, sair do operacional e se dedicar mais à análise e à interpretação**”. Ao apontar tal necessidade, a organização demonstra o quanto a inteligência, a capacidade de ter raciocínio crítico, reflexão, julgamento,

análise sistêmica e tomada de decisão, são relevantes e valorizadas na referida empresa. Características que vão ao encontro do que Stock e Seliger (2016) salientam em relação à manufatura avançada: cada vez mais os empregos da indústria estarão relacionados ao uso do conhecimento, exigindo mais qualificação em detrimento da força física.

De acordo com o relato do representante da Indústria Alfa, “[...] *é preciso deixar as pessoas onde elas são mais úteis. Precisamos diminuir a força física e deixar o peso para os robôs, para as máquinas*”. As máquinas e robôs são capazes de receber ordens, determinar o cronograma de produção, mover partes ao longo do processo, além de desempenhar a manutenção e a reprogramação dos sistemas de produção (OLIVER, 1999). Com esta lógica é possível gerar mais benefícios aos clientes como, por exemplo, diminuir custos. A pessoa entrevistada da Indústria Alfa destacou:

*[...] Precisamos gerar facilidade. **Simular de forma rápida e fácil.** Precisamos ser melhores e fazer de forma diferente. Esse é um norte nosso. **O uso da impressora 3D faz parte do dia a dia da organização.***

Com esta visão, percebe-se que na Indústria Alfa existe a interação homem – máquina com intuito de atender a uma produção mais eficiente, com aumento da produtividade e diminuição de desperdícios. Outra característica da manufatura avançada que ficou evidente na entrevista da Indústria Alfa é em relação ao **uso de simulação e prototipagem, da personalização de produtos e da digitalização em rede no processo produtivo**, inclusive pelo fato da Indústria Alfa atender diretamente tanto pessoa física como pessoa jurídica.

As práticas de formação e desenvolvimento do capital humano são preocupações evidentes na Indústria Alfa. Conforme o relatado na entrevista, “[...] *Aqui não limitamos o conhecimento. Fazemos muita capacitação interna. **Treinamos a capacidade de criatividade dos nossos profissionais***”. Kreutzer (2014) salienta, neste sentido, que mesmo empresas que fazem intensivo uso de tecnologia dependem da criatividade de seus trabalhadores para gerarem novas ideias. Sendo assim, a **Indústria Alfa promove oficinas possibilitando diferentes vivências às pessoas para que possam estimular o cérebro de forma diferente. Realizam encontros nos quais os profissionais colocam a “mão na massa”; exemplo disso é já terem promovido oficinas de violão.**

[...] Fazer atividades diferentes abre a cabeça das pessoas. O nosso cérebro não pode se acostumar com o que tem, lidar só com as mesmas coisas, seguir sempre o mesmo caminho, porque senão não inovamos.

Ainda acerca do quesito formação e desenvolvimento, a **Indústria Alfa possibilita a participação de colaboradores em eventos e feiras nacionais e internacionais.** Após a participação nesses encontros, os profissionais compartilham o que aprenderam com seus pares de trabalho. A habilidade de aprendizagem contínua e a busca por novas qualificações que se percebe na Indústria Alfa estão entre as principais características da manufatura avançada.

A Indústria Alfa também conta com um Programa de Desenvolvimento de Lideranças (PDL), inclusive, dois dos quatro diretores atuais são oriundos do PDL.

Sob o viés da capacitação a **Indústria Alfa conta, desde 2012, com um ambiente virtual de aprendizagem, em que disponibiliza aos seus profissionais e clientes diversos cursos e treinamentos sobre os produtos, por meio do EAD – ensino à distância.** Alguns cursos, entretanto, são ofertados presencialmente.

Na entrevista com o representante da empresa foi destacado que “[...] *Nosso foco é gerar conhecimento para o mercado e fazer com que a indústria se desenvolva*”. Dessa forma, a Indústria Alfa faz uso da digitalização, da comunicação em rede e flexível, potencializando e disseminando conhecimentos em larga escala: “[...] *Pensamos da seguinte forma: vamos fazer, depois as outras indústrias que nos copiem*”.

A Indústria Alfa é uma empresa que tem parceria com o SENAI em todo o Brasil e com várias universidades para fomentar pesquisas e desenvolvimento de produtos e tecnologias. Um dos seus sócios-proprietários, inclusive, integra a equipe de desenvolvedores/pesquisadores da indústria que está vinculada à direção de equipamentos. A capacidade de trabalhar em rede, envolvendo diferentes atores, como neste caso as instituições de ensino e a conectividade, também são fatores característicos da manufatura avançada.

Do processo de recrutamento e seleção às práticas de formação e desenvolvimento do capital humano, percebe-se a ação estratégica do RH da Indústria Alfa no sentido de auxiliar a empresa a alinhar seus negócios, inovações e fazer a gestão de talentos, itens apontados pelo World Economic Forum (2016) como primordiais para alavancar e potencializar novas oportunidades.

A direção da Indústria Alfa a considera uma empresa audaciosa e inovadora:

[...] Somos uma empresa de ideias, baseada na criatividade. Estamos sempre pensando em inovação, pesquisando novos produtos e equipamentos que podem ser lançados. Ser inovador não é só fazer diferente, mas principalmente ser fácil, gerar facilidade para os clientes.

Essa visão vai ao encontro dos pressupostos da manufatura avançada, que necessita que seus profissionais sejam ainda mais criativos para novas operações e tomadas de decisões resolutivas. De acordo com Brynjolfsson e McAfee (2015), as habilidades de ideação devem ser sempre incentivadas e melhoradas no contexto da manufatura avançada. Segundo a diretoria da Indústria Alfa *“[...] Somos uma empresa que ajuda as outras indústrias a se inserirem na manufatura avançada”*.

Ao tratar do profissional do futuro, a Indústria Alfa acredita que encontrará pela frente:

[...] uma geração generalista que vai ingressar com muito conhecimento e que vai deslanchar com tanta informação disponível. É uma geração pautada em relações virtuais, conectada e colaborativa. Os novos profissionais ficarão onde eles se sentirem bem e encontrarem propósito.

De acordo com Oliver (1999), o século XXI é marcado pela busca da autorrealização. Na visão da Indústria Alfa

[...] não existe limite para a manufatura avançada. Todas as indústrias podem inovar. A grande oportunidade desse novo cenário está em oferecer

ao mercado o que ele precisa, pensando o que ninguém pensou ainda. E o desafio é estar sempre à frente.

5.2 A INDÚSTRIA GAMA

A Indústria Gama, fundada em 2008 como uma *startup*, atualmente é uma empresa que desenvolve e comercializa máquinas/equipamentos de marcação e corte a laser para a indústria dos setores de autopeças, linha branca, eletroeletrônicos, metais sanitários, materiais médicos, entre outros. A aplicação de código permite a rastreabilidade das peças industriais, possibilitando um sistema de comunicação nas linhas produtivas e maior interação, integrando cliente e fornecedores de forma intensiva. Na linguagem da manufatura avançada compreende-se que este modo de comunicação é possível mediante o uso da internet das coisas; a informatização das coisas promete conectar máquinas e pessoas simultaneamente (EVANS, 2011).

O propósito da Indústria Gama é contribuir no aumento da eficiência produtiva das outras empresas. Hoje, a referida Indústria é líder nacional no segmento de marcação a laser e uma das empresas mais inovadoras e tecnológicas. Em 2014, a Indústria Gama foi eleita “A empresa que mais cresce no Brasil” pela revista Exame PME/Deloitte.

Com sede no município de Palhoça, na Grande Florianópolis (SC), um escritório comercial em São Paulo e outro na Europa, **a Indústria Gama conta com 40 funcionários**, na sua maioria na faixa etária dos 30 anos. **Todos têm ensino superior ou técnico, o que demonstra um perfil com formação completa**, uma das características da manufatura avançada.

O fato da **empresa manter um escritório no continente europeu, próximo aos principais centros**

mundiais de tecnologia a laser, como o Fraunhofer Institute, na Alemanha, se deve à preocupação de levar para a indústria soluções inovadoras, que reduzam custos e aumentem a produção. A redução de custos no processo produtivo representa, inclusive, uma das características principais da manufatura avançada. **A Indústria Gama possui um laboratório próprio de P&D, antecipando demandas de mercado** e constituiu-se como uma das principais apoiadoras na criação do Instituto SENAI de Inovação em Laser, situado em Joinville (SC).

Em termos de configuração organizacional, a Indústria Gama conta com dois diretores, sendo que o CEO - *Chief Executive Officer* – diretor executivo, também coordena a área comercial da empresa; e o CTO – *Chief Technology Officer* - diretor industrial, é o responsável pela área de pesquisa e desenvolvimento. Ambos os diretores são os sócios-fundadores da indústria e estudam há mais de dois anos o tema da manufatura avançada.

Na Indústria Gama a **personalização e a customização em massa já fazem parte do processo produtivo**. De acordo com o relato do entrevistado,

[...] a qualquer instante, em segundos, nossas máquinas podem mudar o corte, a marcação, por um simples comando. Tudo é imediato. O laser é muito versátil. [...] hoje as máquinas da Indústria Gama já conseguem produzir vários produtos individualizados e com custos semelhantes, atendendo diferentes demandas dos mais variados mercados.

Tal produção é possível, segundo o mesmo respondente, pois as **máquinas da Indústria Gama são flexíveis e colaborativas, possibilitando a real interação homem-máquina: “[...] Colaboração é a**

palavra chave da manufatura avançada". Esta ênfase do diretor encontra eco na ideia de que, cada vez mais, os robôs irão trabalhar de forma colaborativa com os trabalhadores em tarefas conjuntas. As máquinas serão capazes de se adaptar com flexibilidade às mudanças (STOCK; SELIGER, 2016).

Nesse sentido, a direção da Indústria Gama acredita que *"[...] a máquina não terá o talento da criatividade humana"*. O entendimento do diretor é de que, mais do que em qualquer época as pessoas terão que trabalhar com a sua inteligência e serem criativos na solução de problemas, ocupando cargos de gestão. Na visão de Annunziata e Biller (2014), em termos de criatividade e empreendedorismo os profissionais têm forte vantagem comparativa em relação às máquinas. A resolutividade de problemas, bem como a criatividade são características marcantes da manufatura avançada (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

Na visão do **representante da Indústria Gama, um dos principais desafios da gestão de pessoas na manufatura avançada está em lidar com fatores intangíveis como emoção, motivação intrínseca e engajamento**. Para ele *"[...] O profissional do futuro busca e está mais preocupado em participar de um projeto que ele se orgulhe. Aqui as pessoas compartilham do nosso sonho"*.

Tal entendimento pode ser compreendido a partir do alinhamento e da proximidade que os dois diretores da Indústria Gama têm com as equipes, pela comunicação aberta e acessível com os colaboradores. A começar pelo **processo de seleção e contratação de novos colaboradores, em que pelo menos um dos diretores acompanha de perto e influencia na decisão da admissão**. *"[...] Nossa administração sem dúvida é horizontalizada"*.

Destaca-se ainda, que **uma das práticas da Indústria Gama é reunir trimestralmente todos os colaboradores para mostrar a direção para a qual a organização está indo**, a importância de se atingir o objetivo proposto, bem como a contribuição que a empresa deseja deixar para o mundo.

A direção da Indústria Gama reconhece que a empresa, apesar de ser flexível, ainda precisa investir mais em treinamentos; para tanto, mantém atualmente o SENAI/SC como uma de suas principais parcerias para treinamento e aperfeiçoamento de seus colaboradores.

Já em termos de processo de produção, a direção da Indústria Gama se considera na vanguarda da manufatura avançada no Brasil.

[...] O grande desafio da “nova” indústria será chegar na customização em massa. Esperamos que a fábrica do futuro seja limpa, eficiente, silenciosa, flexível e mais econômica, com máquinas inteligentes, evitando perdas e paradas inesperadas das linhas produtivas.

Nos tópicos 5.1 e 5.2, como se pôde observar, foram apresentadas separadamente as características das indústrias Gama e Alfa no que se refere à manufatura avançada. Na sequência, no tópico 5.3 tem-se, então a aproximação do que foi levantado nas duas organizações.

5.3 UMA SÍNTESE DOS CASOS ILUSTRATIVOS E A RELAÇÃO COM OS ASPECTOS TEÓRICOS

Levando em consideração as informações e práticas apuradas nas indústrias que serviram como casos ilustrativos, foram construídos quadros de síntese com o intuito de explicitar e facilitar a compreensão das

similaridades em relação às organizações no que tange à manufatura avançada e os conceitos teóricos.

Quadro 4 - Casos ilustrativos – Dimensão: Configuração (características estruturais e funcionais) da manufatura avançada

Configuração (características estruturais e funcionais)	Indústria Alfa	Indústria Gama
Pesquisa e Desenvolvimento	10% dos profissionais atuam na área de P&D.	Possui laboratório próprio. Mantém escritório na Europa, próximo ao Fraunhofer Institute.
Recrutamento e seleção	Presidente participa ativamente do processo. Estrutura horizontalizada (responsabilidades compartilhadas).	Processo é acompanhado pelo menos por um dos diretores da empresa.
Prototipagem, personalização de produtos	Uso da impressora 3D no processo produtivo. Simulação rápida e fácil, diminuindo custos.	Uso de máquinas flexíveis e colaborativas. Produção de produtos individualizados e com custos semelhantes. Maior interação cliente-fornecedor.

Fonte: Dados primários e literatura consultada (2016).

Quadro 5 - Casos ilustrativos – Dimensão: Competências do profissional da manufatura avançada

Competências do profissional da manufatura avançada	Indústria Alfa	Indústria Gama
Escolaridade formal sólida	Maioria tem ensino superior e/ou curso técnico. Mais de 20% possui pós-graduação.	Todos os colaboradores têm ensino superior ou técnico.
Habilidades cognitivas	Empresa valoriza competências comportamentais, as quais são observadas desde o recrutamento e seleção.	Atitude colaborativa é uma das habilidades visadas na organização.
Talentos inovadores	Valorização de profissionais questionadores e resilientes.	Preocupação com o alinhamento dos colaboradores ao propósito da empresa.
Maior qualificação em detrimento da força física	Preocupação para que as pessoas se especializem mais, saiam do operacional e se dediquem mais à análise e à interpretação.	Reunião trimestral com todos os colaboradores mostra rumos da empresa.

Fonte: Dados primários e literatura consultada (2016).

Quadro 6 - Casos ilustrativos – Dimensão: Práticas de desenvolvimento do capital humano para a manufatura avançada

Práticas de desenvolvimento do capital humano	Indústria Alfa	Indústria Gama
Processo de recrutamento e seleção	Candidatos respondem a um mapa de valores para detectar o quanto estão alinhados aos princípios da empresa.	Futuros colaboradores precisam compartilhar do “sonho” da empresa. Gestão de pessoas precisa lidar, principalmente, com fatores intangíveis como emoção, motivação intrínseca e engajamento.
Treinamento da capacidade de criatividade	Promoção de oficinas que possibilitam diferentes vivências, estimulando o cérebro de forma diferente.	O exercício diário de trabalhar com laser, recurso versátil, requer e estimula a criatividade.
Aprendizagem contínua	Participação de colaboradores em eventos e feiras. Disponibilização de cursos EAD. Parceria com o SENAI e com várias universidades.	Parceria com o SENAI/SC para treinamento e aperfeiçoamentos.

Fonte: Dados primários e literatura consultada (2016).

6 PROPOSTAS DE AÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO CAPITAL HUMANO NA MANUFATURA AVANÇADA

Este tópico visa responder ao objetivo geral desta pesquisa de “Propor ações voltadas à promoção e desenvolvimento de competências do capital humano para o contexto da manufatura avançada no Brasil”.

As propostas aqui apresentadas são resultantes das reflexões da autora do trabalho, a partir dos estudos teóricos e teórico-empíricos, bem como das práticas levantadas por meio das entrevistas nas Indústrias Alfa e Gama, que serviram como casos ilustrativos desta pesquisa, além das observações e percepções da pesquisadora ao participar dos workshops de manufatura avançada realizados no ano de 2016, no Brasil, por iniciativa da UNESCO e operacionalizado pelo MDIC, MCTI, CNI, ANPEI e ABDI.

As proposições aqui apresentadas foram estruturadas de acordo com os conhecimentos, habilidades e competências centrais do profissional da manufatura avançada, apontados no tópico 3.3.1 da Fundamentação Teórica, buscando formas de fomentá-los na prática. São ações para a indústria e para a Federação das Indústrias de Santa Catarina (FIESC). As proposições direcionadas e/ou que envolvem, diretamente a FIESC estão em negrito, no final dos tópicos 6.1, 6.2 e 6.3.

6.1 AÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS VOLTADAS À APRENDIZAGEM/INTELIGÊNCIA - HABILIDADES COGNITIVAS

- ✓ A exemplo da SIPAT - Semana Interna de Prevenção de Acidentes de Trabalho que as

indústrias promovem anualmente, as empresas podem incluir no seu calendário uma Semana da Criatividade, Aprendizado e Conhecimento, ofertando oficinas diversas, a fim de desenvolver e/ou aprimorar competências sociais, colocando o colaborador em contato com atividades lúdicas, além de ações que incentivem a reflexão, a tomada de decisão e o pensamento colaborativo. A manufatura avançada requer pessoas com a “mente aberta”, ágeis, resolutivas, conectadas, flexíveis e que aprendam a aprender constantemente. É preciso mudar o *mindset* – mentalidade - das pessoas e exercitar o espírito de aceitar o novo.

- ✓ Oportunizar a escolha e a participação de colaboradores em novos projetos da empresa. Quando possível, sugere-se que a organização permita, por meio de uma seleção, por exemplo, o envolvimento de colaboradores que despertem interesse e/ou maior afinidade por um determinado projeto. É uma forma de estimular a criatividade, a flexibilidade, além de encorajar as pessoas a pensarem e moldarem soluções de forma colaborativa, conhecendo a sensibilidade e o talento dos colaboradores para a solução de problemas. A indústria precisa deixar claro aos seus colaboradores que aprender errando pode ser benéfico para o processo, na medida em que gere reflexões, melhorias e até inovações para organização. A prototipagem e a simulação, características da manufatura avançada estão justamente sujeitas a erros.

- ✓ A exemplo das indústrias que foram os casos ilustrativos desta pesquisa, envolver diretamente a alta liderança (diretoria e/ou presidência) nos processos de recrutamento e seleção de novos funcionários como forma de compartilhar a responsabilidade e conhecer de perto alguma das competências comportamentais do futuro profissional a ingressar na empresa. Essa aproximação torna-se ainda mais relevante porque contribui para estabelecer as primeiras relações e o alinhamento de valores do profissional do futuro com os propósitos e a cultura da organização. A nova geração está preocupada em, primeiro lugar, participar de projetos dos quais ela se orgulha, ansiando por novas experiências e conhecimentos.
- ✓ Por meio da definição de estratégias organizacionais, sugere-se que a indústria busque ser atrativa na inserção de mais pesquisadores no universo fabril, a fim de estimular o raciocínio crítico, reflexões e análise sistêmica.
- ✓ A exemplo dos Planos de Cargos e Salários das empresas pode ser desenvolvido um “Plano de Aprendizado”, em que a indústria, por meio de sua área de Recursos Humanos, possa conhecer e traçar com o colaborador metas de aprendizado, a partir das necessidades da manufatura avançada.
- ✓ **Articular maior aproximação da indústria com as universidades, cursos técnicos e até mesmo junto a instituições de ensino fundamental, visando discutir melhorias na formação profissional. Incentivar vivências**

práticas nas salas de aula, por meio do uso da prototipagem, jogos, realidade virtual, simulações, possibilitando a aplicabilidade prática da teoria, fortalecendo o desenvolvimento do raciocínio crítico e analítico, além de competências exigidas no mundo do trabalho como atitude colaborativa e visão sistêmica. A ideia é projetar/ simular o ambiente de trabalho dentro dos espaços educacionais a fim de que as necessidades do mercado passem a ser sentidas/ experimentadas pelos estudantes.

6.2 AÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE CONHECIMENTO DE STEM E CONHECIMENTO TECNOLÓGICO

- ✓ Oferecer de 1 a 2 horas semanais, durante o expediente de trabalho, para que colaboradores interessados se requalifiquem/aprimorem seus conhecimentos de programação, tecnologia, ciência, engenharia e matemática. A proposta é que o curso/o encontro (presencial e/ou à distância) possa, inclusive, ser conduzido por equipe interna da indústria que tenha expertise na temática. A ideia é gerar experiência e experimentação. Não ser um curso fechado, pelo contrário, que ele busque atender às necessidades dos participantes, construindo o conteúdo em conjunto e promovendo trocas significativas de aprendizagem.

- ✓ Promover anualmente torneios de robótica nas indústrias (iniciando com programação simples e, gradativamente, criar categorias avançadas), com

a finalidade de estimular a aproximação do trabalhador com tecnologias de automação, computação, mecânica, etc. As competições poderão aprimorar atividades em grupos, relacionamento, identificar talentos, estimular a competitividade sadia e servir de estímulo ao aperfeiçoamento pessoal e profissional. Os desafios poderão abranger desde tarefas simples envolvendo objetivos práticos de competição, até a resolução de problemas mais complexos, que inclusive possam ser vivenciados pela organização, por exemplo. Pode-se, por exemplo, premiar os competidores que encontrarem novas maneiras de otimizar um determinado processo produtivo utilizando a robótica. Após a introdução dessas competições nas empresas, deve-se estimular a formação de equipes que se destacarem para a participação oficial nos torneios nacionais e internacionais de robótica já existentes, criando na empresa a cultura do envolvimento nessa área de competição.

- ✓ **Gerar maior aproximação da indústria com a *Junior Achievement (JA)* – maior e mais antiga organização de educação prática em negócios, economia e empreendedorismo do mundo. A proposta é, por meio da JA, levar a realidade da manufatura avançada ao encontro dos jovens/ futuros profissionais e utilizar desse “espaço” para co-criar e fomentar, por meio de vivências práticas, colocando a “mão na massa”, a aplicabilidade dos conhecimentos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Possibilitando, portanto, o aprendizado desafiante, participativo e com**

sentido, deixando para trás a simples memorização do conhecimento.

- ✓ **Firmar parcerias com as entidades do Sistema FIESC (SENAI e SESI) no fomento dos conhecimentos de STEM e conhecimento tecnológico, por meio dos programas como o SESI Ciências, SESI Matemática, SESI Robótica e dos Institutos de Inovação e Tecnologia do SENAI.**

6.3 AÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DE COMUNICAÇÃO/ COLABORAÇÃO

- ✓ **Criar núcleos de inteligência, dentro das indústrias, com foco na manufatura avançada, a fim de que os profissionais exercitem o pensamento, o trabalho em grupo, e levarem ideias e táticas ligadas a melhorias de produção no contexto da “nova” indústria, por meio de pesquisas, visitas técnicas, benchmarking, ampliando a compreensão da capacidade do trabalho colaborativo e interativo homem-máquina.**
- ✓ **Priorizar estruturas organizacionais mais horizontalizadas, diminuindo o número de hierarquias, aproximando equipes, favorecendo o processo de comunicação e colaboração.**
- ✓ **Formação de rede temática regional sobre o capital humano na manufatura avançada. O compartilhamento das informações faz parte do atual contexto, possibilitando que as**

indústrias dividam dilemas e busquem, de forma colaborativa, soluções em conjunto. A ideia é que organizações de classe como FIESC, por meio do SENAI e SESI, e associações como a Associação Brasileira de Recursos Humanos (ABRH), por exemplo, possam encabeçar essa rede, envolvendo diversos atores e contribuindo com a formação e o desenvolvimento humano no novo contexto organizacional. Neste cenário, é uma oportunidade, inclusive, de posicionar e configurar a área de recursos humanos como estratégica dentro das empresas, pelo fato de ser a área com maior habilidade para trabalhar com a mudança e gerir o comportamento das pessoas.

7 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como principal objetivo propor ações voltadas à promoção e desenvolvimento de competências do capital humano para o contexto da manufatura avançada no Brasil. Para cumprimento de tal desafio, foram definidos três objetivos específicos para auxiliar na trajetória e na busca do atendimento ao objetivo geral.

O primeiro objetivo específico - Identificar as características estruturais do contexto da manufatura avançada - foi possível mediante os levantamentos teórico e teórico-empíricos, apresentados na fundamentação teórica deste estudo. Esta pesquisa possibilitou compreender que a digitalização e a conectividade entram de vez no processo produtivo. O uso da internet das coisas passa a ser uma das matérias-primas da linha de produção. A convergência tecnológica altera a organização da cadeia de suprimentos, aproximando e promovendo maior interação dos consumidores e fornecedores, o que possibilita a customização em massa.

Na manufatura avançada as máquinas, produtos, insumos e clientes se conectam por meio da comunicação de dados, e as fábricas inteligentes passam a tomar decisões sobre quando ligar, desligar ou quando acelerar ou reduzir a produção, por meio de um sistema de comunicação *online* e integrado. A rapidez e a flexibilidade tornam-se cada vez mais possíveis pelo fato de que, em 2020, a estimativa é de que 25 bilhões de coisas estarão conectadas através da internet (LANDHERR; SCHNEIDER; BAUERNHANSL, 2016).

O segundo objetivo específico dessa pesquisa foi identificar as competências necessárias à atuação do profissional inserido em contextos de manufatura

avançada. Acerca de tal questão, prevê-se que a manufatura avançada esteja a mitigar funções repetitivas e insalubres às quais os profissionais ficam expostos. De fato, haverá perda de empregos. Em contrapartida, começam a se sobressair cargos como de gestão, analista de dados, de criação e carreiras ligadas à tecnologia.

Segundo o World Economic Forum (2016), até 2020 as capacidades de trabalhar com dados e de tomar decisões se constituirão em habilidades vitais para o desempenho de muitas funções. Além das novas ocupações que ainda serão criadas e que não se conhecem, também se terá um redirecionamento das carreiras. O grande desafio das organizações está em valorizar competências multidisciplinares, cognitivas comportamentais, as quais são essenciais nessa transição para o novo modelo organizacional como, por exemplo, capacidade de colaboração, senso crítico, flexibilidade, análise sistêmica, tomada de decisão, criatividade e espírito investigativo.

Entendendo a relevância da dimensão humana no referido contexto, o terceiro objetivo específico desta pesquisa buscou levantar práticas de desenvolvimento de competências do capital humano junto a contextos industriais que atuam na perspectiva da manufatura avançada. Essa identificação ocorreu por meio de aproximação a duas indústrias, que serviram como casos ilustrativos da pesquisa. As empresas observadas evidenciaram a sensibilidade e a atenção que têm dado ao seu capital humano.

Observou-se, em particular, que a introdução da manufatura avançada nos contextos pesquisados deve-se, especialmente, pelo fato da temática atingir o plano estratégico de ambas as organizações. Um dos fatores que chamou a atenção nos dois casos ilustrativos é o

fato dos processos de recrutamento e seleção envolverem de forma direta a alta liderança (diretoria e/ou presidência) das empresas. Outra característica é a preocupação das empresas em olharem de forma atenta ao quanto o “novo” profissional está alinhado ao propósito das indústrias. Já a aprendizagem contínua, pressuposto bastante anunciado no contexto da manufatura avançada, apesar de ser uma preocupação das empresas, ainda há muito que avançar nas organizações dos casos ilustrativos.

Levando em consideração, por fim, os levantamentos feitos na literatura pesquisada e as entrevistas dos casos ilustrativos, chegou-se às proposições de formação e desenvolvimento para organizações sob a configuração da manufatura avançada, apresentadas no tópico 6 deste trabalho. Sem a pretensão de se tornarem exaustivas ou conclusivas, as propostas elaboradas trazem consigo valores que precisam ser construídos no novo contexto industrial, a fim de sustentarem e oferecerem espaço para a efetiva implementação de ações concretas. De qualquer modo, o que se evidencia é que, mais do que em outras épocas, atentar-se aos talentos humanos e o seu desenvolvimento é essencial na manufatura avançada.

O presente trabalho contribuiu para o entendimento mais específico sobre as características históricas e evolutivas que trouxeram o que hoje se denomina de manufatura avançada. Se a sociedade é hoje o que é, após três revoluções industriais, é porque ocorreu o desenvolvimento humano, o poder revolucionário da mente, do pensar humano. Colaboração e reinvenção passam, então, a serem as palavras de ordem neste novo cenário organizacional.

A manufatura avançada traz consigo uma série de mudanças, com o surgimento de um novo paradigma, no

“como” fazer as coisas, na forma de se organizar. Aqui se configura uma grande oportunidade para a área de gestão de pessoas se estabelecer como estratégica, pois é a área credenciada e que desenvolve habilidades para trabalhar com a mudança e gerir o comportamento das pessoas para o novo.

Nessa perspectiva, compreendendo que a produção científica e a compreensão dos fenômenos não se esgotam em um único trabalho, sugere-se o desenvolvimento de novos estudos a partir desta pesquisa, tais como:

- a) o envolvimento e a mobilização do interesse das mulheres pelo ramo da tecnologia;
- b) o choque e as repercussões sociais da manufatura avançada no contexto das relações de trabalho;
- c) estudo junto às organizações de ensino para verificar, de fato, quais adequações são necessárias aos currículos, aproximando-os das necessidades e exigências da nova configuração industrial, a manufatura avançada.

REFERÊNCIAS

ACATECH, National Academy of Science and Engineering, 2013. **Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0.** Final report of the industrie 4.0 working group. Disponível em: <http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2016.

ANDERSON, Chris. **Makers:** a nova revolução industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, Campus, 2012.

ANDRADE, Jailson. Conectando ciência, tecnologia e educação. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, n. 9, 1593, 2010.

ANNUNZIATA, Marco; BILLER, Stephan. **The Future of Work.** GE Discussion Paper. General Electric, 2014.

BECKER, Till; STERN, Hendrik. **Future trends in human work area design for cyber-physical production systems.** Elsevier B.V. n 49, 2016.

BOOG, Gustavo G. **O desafio da competência:** como sobreviver em um mercado cada vez mais competitivo e preparar-se para o futuro. São Paulo: Editora Best Seller, 2004.

BRANDÃO, Vladimir. A indústria não é mais aquela. **Revista Indústria & Competitividade.** Santa Catarina, nº10, 2016.

BRYNJOLFSSON, E; MCAFEE, A. **A segunda era das máquinas**: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes. Rio de Janeiro: Alta Books, 2015.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. v I. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CHRYSSOLOURIS, G.; MAVRIKIOS, D.; RENTZOS, L. **The Teaching Factory**: a manufacturing education paradigm. Elsevier B.V. n 49, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI), 2016. **Nova era industrial transformará produtividade global**. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2016/04/1,85976/nova-era-industrial-transformara-productividade-global.html>>. Acesso em: 05 set. 2016

COSTA, M.; STEFANO, F. A era das fábricas inteligentes está começando. **Revista Exame**, São Paulo, 07 ago. 2014. Disponível em: <exame.abril.com.br/revista-exame/edições/1068/noticias/a-fabrica-do-futuro>. Acesso em 10 set. 2016

DELOITTE, 2014. **Industry 4.0**: challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Disponível em: <<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016

DELOITTE, 2016. **2016 Global manufacturing competitiveness index**. Disponível em:

<<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-gmci.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016

DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. v2. Brasília: ABDI e IPEA, 2015.

DFKI GMBH, Centro de pesquisa alemão para a inteligência artificial. Disponível em: <<https://www.dfki.de/web/aktuelles>>. Acesso em 11 jun. 2016.

DINIZ, Ana Carolina; VANINI, Eduardo. **Consultoria lista profissões que devem sumir do mapa em 2025**. O Globo, Rio de Janeiro, 18 set. 2016. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/consultoria-lista-profissoes-que-devem-sumir-do-mapa-em-2025-20132143#ixzz4LHiWBkK4>>. Acesso em 25 set. 2016.

DRATH, R; HORCH.A. Industrie 4.0: hit or hype? **IEEE Industrial Electronics Magazine**, p. 56-58. jun. 2014.

EDGEELL, Stephen. **The sociology of work: continuity and change in paid and unpaid work**. 2ªed. Washington: Sage Publications, 2012.

ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO DA FGV (EAESP – FGV) e PwC, 2014. **O futuro do trabalho: impactos e desafios para as organizações no Brasil**. Disponível em: <<https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/futuro-trabalho-14e.pdf>>. Acesso em: 16 de jul. 2016.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0 digitalisation for productivity and growth.**, 2015. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)>. Acesso em: 30 de jul. 2016.

EVANS, Dave. **A internet das coisas**: como a próxima evolução da internet está mudando tudo. CISCO, 2011. Disponível em <http://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf>. Acesso em 20 ago. 2016.

FAVA, Rui. **Educação 3.0**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SANTA CATARINA (FIESC), 2016. **FIESC, SENAI e Fraunhofer IPK debatem parceria**. Disponível em: <<http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/informativo/show/id/394/idc/4983/temp/0>>. Acesso em 10 set. 2016.

_____ (FIESC), 2016. **Indústria 4.0 é tema de eventos do SENAI no Estado**. Disponível em: <<http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/informativo/show/id/412/idc/5247/temp/0>>. Acesso em 11 set. 2016.

FERRETTI, Celso João., *et al.* **Novas tecnologias, trabalho e educação**: um debate multidisciplinar. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2002.

FLEURY, Maria Tereza Leme; FLEURY, Afonso. Construindo o Conceito de Competência. **Revista de Administração Contemporânea (RAC)**, Edição Especial, p.183-196, 2001.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: Penso, 2013.

GALBRAITH, Jay R.; EDWARD E. Lawler III & Associados. **Organizando para competir no futuro: estratégia para gerenciar o futuro das organizações**. São Paulo: Makron Books, 1995.

GALBRAITH, Jay., *et al.* **Projeto de organizações dinâmicas: um guia prático para líderes de todos os níveis**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

GERMANY TRADE & INVEST. **Industrie 4.0**. Smart manufacturing for the future. Disponível em <http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf>. Acesso em 10 ago. 2016.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios**: a literature review. Working Paper n. 01/2015. Technische Universität Dortmund - Fakultät Maschinenbau, Audi Stiftungslehrstuhl Supply Net Order Management. 2015.

HOFFMANN, Reiner. **O trabalho no futuro**. FES Brasil. 2015.

KASTNER, Guilherme. **Indústria 4.0 em 4 partes**. 2016 Disponível em: <<http://www.ska.com.br/ska/blog/industria-40-em-4-partes-parte-1>>. Acesso em 15 out. 2016.

KREUTZER, U. **The end of defects** - pictures of the future. Outubro de 2014. Disponível em: <<http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-thefuture/industry-and-automation/digital-factories-defects-a-vanishing-species.html>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

KUENZER, Acácia. **Conhecimento e competências no trabalho e na escola**. Boletim Técnico do Senac. Rio de Janeiro, v. 28, n.2, pp. 2-11, maio/ago. 2002.

LAFLOUFA, Jacqueline. **Pode confiar**: a economia compartilhada ganha força no Brasil. Revista Galileu, 26 fev. 2015. – Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/noticia/2015/02/pode-confiar.html>>. Acesso em 19 jul. 2016

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LANDHERR, Martin; SCHNEIDER, Ulrich; BAUERNHANSL, Thomas. **The Application Center Industrie 4.0** - Industry-driven manufacturing, research and development. Elsevier B.V, 2016.

LAURETH, Waleska C. **Convergência tecnológica, educação e trabalho**: do discurso social global aos desafios regionais. Revista ABET, v. 13, n. 2, p.279-293, 2014.

LE BOTERF, G. **Desenvolvendo a competência dos profissionais**. Porto Alegre: Bookman-Artmed, 2003.

LEGGE, K. **Human Resource Management**: rethorics and realities. New York: Palgrave Macmillan, 2005.

LORENZ, Markus, 2015. **Industry 4.0 - how intelligent machines will transform everything we know.**

Disponível em: <<http://www.ted.com/watch/ted-institute/ted-bcg/markus-lorenz-industry-4-0>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

MARKOFF, John. **Skilled work, without the worker.** The New York Times, New York, 18 ago. 2012.

Disponível em:

<http://www.nytimes.com/2012/08/19/business/new-wave-of-adept-robots-is-changing-global-industry.html?_r=1> Acesso em 25 set. 2016.

MASCARENHAS, André Ofenhejm. **Gestão estratégica de pessoas:** evolução, teoria e crítica. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MAY, Tim. **Pesquisa social:** questões, métodos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MCKINSEY Center for Government. **Educação para o trabalho:** desenhando um sistema que funcione. USA, 2012.

MEISTER, Jeanne C. **Educação Corporativa.** São Paulo: Makron Books, 1999.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTI). **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação:** 2012 – 2015. Brasília: MCTI, 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **O PNE 2011-2020:** metas e estratégias. MEC, 2014. Disponível em:

<http://fne.mec.gov.br/images/pdf/notas_tecnicas_pne_2011_2020.pdf> Acesso em: 20 ago. 2016.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC), 2016. **MDIC lança estudo sobre oportunidades e desafios para a manufatura avançada no país.** Disponível em:

<<http://www.mdic.gov.br/noticias/2130-mdic-lanca-estudo-sobre-oportunidades-e-desafios-para-a-manufatura-avancada-no-pais>>. Acesso em: 30 nov. 2016

MORGAN, Gareth. **Imagens da Organização.** São Paulo: Atlas, 2009.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

OECD, 2015. **Education at a glance 2015: OECD Indicators.** OECD Publishing. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1787/eag-2015-en>>. Acesso em: 30 jul. 2016.

OLIVER, Richard W. **Como serão as coisas no futuro.** São Paulo: Negócio Editora, 1999.

PINE, Joseph, 2004. **O que os consumidores querem.** Disponível em: <https://www.ted.com/talks/joseph_pine_on_what_consumers_want?language=pt-br>. Acesso em: 15 ago. 2016.

PRICEWATERHOUSE COOPERS (PwC), 2016. **Pesquisa Global indústria 4.0: digitização como vantagem competitiva – relatório Brasil.** Disponível em: <<https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/>>

consultoria-negocios/2016/pwc-industry-4-survey-16.pdf>. Acesso em 10 out. 2016.

REVISTA EXAME, 2015. **Indústria 4.0 exigirá um novo profissional**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/publicidade/siemens/conteudo-patrocinado/industria-4-0-exigira-um-novo-profissional>>. Acesso em 10 set. 2016.

SANDER, Michelle, 2014. **Tendências da educação contemporânea**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9k96UWzhKNU>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

SANDERS, Al. **Discussion with study team on general advanced manufacturing**. Washington. Jul.15, 2011.

SENGE, Peter. **A quinta disciplina: a arte e a prática da organização que aprende**. 26ª ed. Rio de Janeiro: Best Seller, 2013.

SHIPP, STEPHANIE; *et al.* **Emerging global trends in advanced manufacturing**. Institute for Defense Analyses. Março 2012.

STEFANO, Fabiane. **A transição no mercado de trabalho**. Revista Exame. São Paulo: Edição 1082, 2015. Quinzenal.

STOCK, T.; SELIGER, G. **Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0**. Elsevier B.V. n 40, p.536-541, 2016.

Uhl-Bien, M.; Marion, R.; and McKelvey, B. Complexity leadership theory: shifting leadership from the industrial

age to the knowledge era. **The Leadership Quarterly**. v.18, n.4, p. 298-318, 2007.

VIEIRA, P.F. **Um ensaio sobre liderança**: caminhos percorridos, conquistas, equívocos e alternativas. In: MIGUELES, C.; ZANINI, M.T. (Org). *Liderança baseada em valores*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

WHEATLEY, M. J. **Liderança e a nova ciência**: descobrindo ordem num mundo caótico. São Paulo: Cultrix, 2006.

WINCKLER, Ana Cristina Freitas Goedert. **Processo de liderança no contexto da geração Y**: um estudo em organizações de base tecnológica. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado) Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestrado Profissional em Administração.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of Jobs**: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution, 2016. Disponível em <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf>. Acesso em 10 de out. 2016.

ZARIFIAN, Philippe. **Objetivo competência**: por uma nova lógica. São Paulo: Atlas, 2001.

APÊNDICE 1

Roteiro da entrevista

1. O que é a manufatura avançada para você?
2. A empresa _____ é uma indústria 4.0? Por quê?
3. Do ponto de vista da dimensão humana, como se configura o papel das pessoas na indústria _____? Qual é o 'lugar' delas na organização?
4. Considerando as características e demandas da manufatura avançada e a realidade/experiência da _____, qual sua visão sobre o perfil do profissional que atua/ou que atuará nesta nova configuração industrial? Quais competências, na sua opinião, são necessárias ao profissional da manufatura avançada?
5. Considerando o perfil profissional que a _____ entende como necessário, gostaria que você falasse como acontece/ como é a política de gestão de pessoas na _____ desde a abertura de vaga/ seleção: perfil desejável (requisitos/ competências essenciais).
6. Como são as estratégias de desenvolvimento das pessoas (capacitação, treinamentos, incentivos, etc.)? Existe alguma iniciativa de desenvolvimento vinculada à manufatura avançada?

7. Como é o processo/modelo de trabalho na _____? Como as coisas funcionam por aqui? (estrutura – equipes virtuais conectadas, redes, por projeto, uso de prototipagem)
8. Como você 'define'/ caracteriza a _____? No que ela é diferente de outras organizações que você conhece?
9. Quais têm sido as principais oportunidades e desafios/ dificuldades que a _____ têm enfrentado em relação à manufatura avançada?
10. Você gostaria de ressaltar mais alguma informação?