

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FAGEN- FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO

BRENDA SATOMI KODAMA

COMPETÊNCIAS PARA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL:
UM ESTUDO SOB A VISÃO SISTÊMICA

UBERLÂNDIA

2019

BRENDA SATOMI KODAMA

**COMPETÊNCIAS PARA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL:
UM ESTUDO SOB A VISÃO SISTÊMICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Linha de pesquisa: Organizações e Mudança

Orientadora: Prof^ª. Dra. Luciana Oranges Cezarino

**Uberlândia
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Administração

Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 5M, Sala 109 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4525 - www.fagen.ufu.br - ppgadm@fagen.ufu.br

**ATA**

Ata da defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO junto ao Programa de Pós-graduação em Administração da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de: **Dissertação de Mestrado Acadêmico Número 210 – PPGAD.**

Data: **27 de fevereiro de 2019.**

Discente: **Brenda Satomi Kodama – Matrícula: 11712ADM002.**

Título do Trabalho: **Competências para Indústria 4.0 no Brasil: um estudo sob a visão sistêmica.**

Área de concentração: **Gestão Organizacional.**

Linha de pesquisa: **Organização e Mudança.**

Às 10 horas do dia 27 de fevereiro de 2019 na sala 1F223 do Bloco 1F - Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Administração, composta pelos Professores Doutores: Márcio Lopes Pimenta (FAGEN/UFU), Lara Bartocci Liboni Amui (FEA-RP-USP) e Luciana Oranges Cezarino (FAGEN/UFU), orientador(a) do(a) candidato(a). Ressalta-se que o(a) Professor(a) Dr^(a). Lara Bartocci Liboni Amui participou da defesa por meio de webconferência e os demais membros da banca e o(a) aluno(a) participaram *in loco*.

Iniciando os trabalhos, o(a) presidente da mesa Dr^(a). Luciana Oranges Cezarino apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao(a) Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o(a) Senhor(a) Presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessiva, aos examinadores, que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o conceito final.

(X) Aprovado(a) () Reprovado(a)

Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou a candidata aprovada, sugerindo o novo título para o Trabalho:

Esta Defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos às 11 horas e 35 minutos. Foi lavrada a presente ata que, após lida e julgada em conformidade, foi assinada pela Banca Examinadora.

Orientador(a) Prof^(a). Dr^(a). Luciana Oranges Cezarino

Membro Interno Prof^(a). Dr^(a). Márcio Lopes Pimenta

Membro Externo Prof^(a). Dr^(a). Lara Bartocci Liboni Amui



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Oranges Cezarino, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/02/2019, às 11:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Márcio Lopes Pimenta, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/02/2019, às 11:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lara Bartocci Liboni, Usuário Externo**, em 28/02/2019, às 08:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1034051** e o código CRC **FCAA353E**.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

K76c
2019 Kodama, Brenda Satomi, 1988-
 Competências para indústria 4.0 no Brasil [recurso eletrônico] um
 estudo sob a visão sistêmica / Brenda Satomi Kodama. - 2019.

 Orientadora: Luciana Oranges Cezarino.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
 Programa de Pós-Graduação em Administração.
 Modo de acesso: Internet.
 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.984>
 Inclui bibliografia.

 1. Administração. 2. Desempenho. 3. Inovações tecnológicas. 4.
 Comportamento do consumidor - Pesquisa. 5. Marketing - Inovações
 tecnológicas. I. Cezarino, Luciana Oranges, 1980-, (Orient.) II.
 Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
 Administração. III. Título.

CDU:658

Dedico este trabalho a todos que estiveram comigo nesta minha jornada acadêmica, compartilhando conhecimentos e experiências e dando suporte e apoio necessários para a sua conclusão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família pela criação, construção de caráter, educação, suporte, compreensão e paciência durante toda a minha vida e, em especial, durante o percurso até a finalização desta dissertação.

À minha orientadora Luciana Oranges Cezarino que soube me pegar pela mão e me guiar nos momentos em que me senti perdida, sem jamais perder a doçura e o profissionalismo.

A um dos meus melhores amigos, Paulo Junio dos Santos, por fazer parte da minha vida, por me dar amor e suporte nos diversos “perrengues” durante a jornada e por toda colaboração, aconselhamento, paciência e disposição até a última revisão deste trabalho.

Aos queridos Cássio Machado e Frederico Abreu, por abrirem a casa para mim e me envolverem na construção de um lar em Uberlândia.

Aos amigos Carlos Henrique Freitas, Guilherme André Braga e Lucas Conde Stocco, pelos conselhos, ajuda, companhia e risadas.

Aos meus amigos Danny Tanaka, Fabio Kacuta e Rafael Farhat, pelo amor e amizade, confiança em meu potencial e por me levar para afogar as mágoas de quando em quando.

A todos os meus outros amigos não citados que eu levo no coração e pensamento, e que não vão reclamar por eu não colocar o nome aqui.

Aos professores da FAGEN-UFU que colaboraram com meu crescimento profissional, acadêmico e pessoal, tanto aos que me incentivaram e acreditaram em meu potencial, quanto aos que buscaram formas de humilhação que resultaram no aprendizado em superar as dificuldades e acreditar mais em minha força interior.

A todos os colegas acadêmicos, conhecidos e desconhecidos, que batalham para a construção de conhecimento apesar de todo jogo de poder e ego envolvidos, sem se render à politicagem podre das instituições.

À CAPES, pelo suporte à pesquisa acadêmica.

RESUMO

A Quarta Revolução Industrial é um presente que se aproxima rapidamente que leva a um aumento sem precedentes de inovações técnicas, industriais e sociais, que cada vez mais colocam em dúvida a capacidade de adaptação de indivíduos e instituições com relação a ameaças à identidade humana, estabilidade social e segurança econômica. O desenvolvimento de uma força de trabalho para atender às necessidades atuais e futuras do mercado pressupõe a identificação das competências essenciais, dadas como as que diferenciam as organizações perante os consumidores, contribuindo para sua liderança no espaço de competição internacional, espaço esse que inclui preocupações com o bem estar humano e o desenvolvimento sustentável. Neste trabalho, buscou-se descrever quais as competências necessárias para esta força de trabalho, identificando também se há gargalos de formação dentro do rol profissional brasileiro e, em caso positivo, sugerindo as formas de diminuí-los. No decorrer da fundamentação teórica, foram abordados os conceitos e componentes principais que caracterizam e diferenciam a Indústria 4.0, salientando seu início e seus impactos globais, inclusive no que se refere à sustentabilidade, e como estes impactam no mercado profissional. Em seguida, apresentam-se os métodos de pesquisa e análise de dados utilizados, a saber: a netnografia e a entrevista semiestruturada com análise de dados e análise de conteúdo. Pelos resultados obteve-se que a transformação digital num ambiente de mudanças também sob exigência de um desenvolvimento sustentável é obrigatória à indústria, seja para a manutenção da competitividade e aumento de produtividade uma vez que ela possibilita a obtenção de indicadores de sustentabilidade mais favoráveis. As limitações observadas no estudo se dão em relação às informações serem autodeclaradas pelos usuários da rede, criando assim há um viés na confiabilidade desses dados. Deste modo, sugere-se, para estudos futuros, que outras pesquisas netnográficas sejam desenvolvidas com o cruzamento de dados com outros métodos.

Palavras-chave: competências; indústria 4.0; netnografia.

ABSTRACT

The Fourth Industrial Revolution is a software that stands out for leading to an unprecedented increase in techniques, work and social, which increasingly call into question an adaptability of individuals and an application in human relation. social and economic security. Developing a cash key for current and future market competencies requires an identification of key functions, as they are as different as customer organizations, contributing to their leadership in international space, well being development. In this work, we sought to describe the competencies required for this work, also identifying some training nodes within the Brazilian market and, if so, suggesting ways of reducing them. In the course of the foundation, the main concepts and components that characterize and differentiate Industry 4.0 were highlighted, highlighting the main and most important ones, including sustainability, and how they impact the professional market. It then presents the methods of research and data analysis, a screen: a netnography and a semi-structured analysis with data analysis and content analysis. The results obtained are a digital process of changing the capacity of a power source for the food industry, and for maintaining the growth capacity of a power source. The rules of evaluation of an information system are self-declared by the users of the network, thus generating a new view of the data. In this way, it is suggested, for future studies, that the other researches will be carried out with other data.

Key words: competences; industry 4.0; netnography.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento

CPS: Sistemas Cyber Físicos

FINEP: Financiadora de Estudos e Projetos

FNDCT: Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

IoT: Internet da Coisas

IA: Inteligência Artificial

MDIC: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU: Organização das Nações Unidas

PIB: Produto Interno Bruto

TI: Tecnologia da Informação

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz de Amarração Metodológica.

Quadro 2 – Perfil de formação profissional

Quadro 3 – Competências técnicas

Quadro 4 – Competências Interpessoais/Sociais

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema integrado da Indústria 4.0 e a produção sustentável verde.

Figura 2 - Estratégia organizacional e Gestão por Competências.

Figura 3 - Competências principais na Indústria 4.0.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Relevância e Justificativa do Tema	14
1.2. Objetivos.....	15
1.2.1. Questão-problema.....	15
1.2.2. Objetivo Geral	15
1.2.3. Objetivos específicos.....	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. O advento da Indústria 4.0 e as tecnologias verdes.....	16
2.2. A Indústria 4.0 no mundo e no Brasil.....	22
2.3. Formação de competências.....	28
3. MÉTODO	33
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
6. CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE 1 – Perguntas para a entrevista semiestruturada	60

1. INTRODUÇÃO

Sustentabilidade e eficiência de recursos estão cada vez mais no foco do projeto de processos industriais de fabricação. Ações como desflorestamento, degradação ambiental e perda de biodiversidade colocam em risco a existência de nossa civilização. Sob a ótica social e econômica, desafios como a promoção de condições igualitárias e inclusão de pessoas marginalizadas, também estão no centro de criação de políticas sustentáveis, mas sem prejudicar a sobrevivência econômica das empresas e instituições governamentais. Considerar esses fatores é condição fundamental para as organizações do presente e do futuro uma vez que *stakeholders* acompanham e analisam cada vez mais o comportamento institucional por meio dos relatórios de sustentabilidade. Ano a ano, diversos eventos ocorrem pelo mundo para discutir soluções e estratégias para estas, onde governos, empresas e sociedade agem conjuntamente (EUROPEAN COMMISSION, 2010; FARIAS et al., 2013; BMUB, 2014; LASI et al., 2014; HIGGING; STUBBS; MILNE, 2018; WEF, 2018).

Novos modelos industriais contribuem para o desenvolvimento de modelos inovadores de negócios verdes. A economia circular, por exemplo, preconiza o uso responsável de recursos naturais, assim como a diminuição da produção de lixo por meio de reciclagem, reutilização e criação de conexões com outras organizações, investimento em fontes de energia renovável, processos logísticos bem planejados e aplicação de logística reversa. Adicionalmente, parcerias com fornecedores alinhados às políticas de sustentabilidade resultam em ciclos de vida de produtos sustentáveis e simbiose industrial eficientes. Para conectar toda a linha de produtos em redes de criação de valor, uma empresa precisa de uma infraestrutura que seja capaz de acomodar centenas, senão milhares, de maquinários, produtos e *stakeholders* conectados. Atualmente estas conexões são realizáveis utilizando sistemas de redes sem fio e maquinário automatizado, que analisam dados e geram decisões a partir do escaneamento dos padrões de produção conjuntamente com uma base de dados variada, permitindo um gerenciamento inteligente das linhas de produção. A rede sem fio, o sistema de análise de dados e gerenciamento automatizado são exemplos de componentes da Indústria 4.0 (BMUB, 2014; STOCK; SELIGER, 2016; MORRAR; ARMAN; MOUSA, 2017; SAARIKKO; WESTERGREN; BLOMQUIST, 2017).

O governo alemão apresentou o conceito de Industrial 4.0 na Feira de Hanôver em 2011 e, posteriormente, em 2013, divulgou as Recomendações para a Implementação da

Iniciativa Estratégica da Indústria 4.0. Ela preconiza uma modificação pelas empresas de seus modelos de negócios para inovação e cadeias de valor flexíveis para aumentar a capacidade de resposta às mudanças no comportamento do consumidor. Uma fábrica inteligente com sistemas de produção inteligentes irá lidar com essa demanda, mantendo produtos e serviços de alta qualidade, características estas que marcam a chamada “Quarta Revolução Industrial”. As soluções inovadoras, entretanto, não se restringem às organizações ou uso industrial, havendo possibilidades de uso de robôs em escritórios, casas, laboratórios, armazéns, fazendas, centros de distribuição e instalações de saúde. (LANEY, 2001; CALITZ; POISAT; CULLEN, 2017; LI; HOU; WU, 2017; MORRAR; ARMAN; MOUSA, 2017; SAARIKKO; WESTERGREN; BLOMQUIST, 2017).

Desafios já presentes para as organizações incluem a globalização, os espaços físicos, a tecnologia e os funcionários. Com a Indústria 4.0, a tríade de objetos físicos, sua representação e serviços virtuais e aplicativos fará com que as interações humano-máquina sejam ainda mais frequentes, podendo resultar em conflitos caso os profissionais não saibam lidar com as decisões propostas pelos maquinários. Quanto mais tecnologias são implementadas, mais usos são descobertos o que resulta na força laboral humana sendo aplicada de formas distintas. O capital humano não chegará a ser totalmente substituído por soluções automatizadas, mas exige que organizações e os indivíduos se preparem, de modo que os planos para formação e capacitação estejam alinhados entre os interessados e as necessidades organizacionais. Com a transição digital, a Tecnologia da Informação (TI), que possui um papel fundamental de integração nas empresas, apesar de ser uma área vista apenas como suporte pelos outros setores, passa a ter uma importância maior na Quarta Revolução Industrial por permitir a concepção de abordagens sustentáveis para o aumento da eficiência produtiva, causando o aumento da demanda por especialistas em dados que excedem tanto a oferta atual quanto a capacidade atual dos sistemas de educação e treinamento de prover este mercado (DRATH; HORCH, 2014; ASSUNÇÃO, 2016; BECKER; STERN, 2016; STOCK; SELIGER, 2016; CALITZ; POISAT; CULLE, 2017; KERGROACH, 2017; UNIDO, 2017).

O desenvolvimento de uma força de trabalho para atender às necessidades atuais e futuras do mercado pressupõe a identificação das competências essenciais, dadas como as que diferenciam as organizações perante os consumidores, contribuindo para sua liderança no espaço de competição internacional. A Gestão por Competências, além de permitir a identificação dos conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para uma Indústria 4.0

sustentável, possibilita o desenvolvimento e atribuição de valor social individual, mas, para tanto, os trabalhadores devem estar envolvidos nos processos da Gestão por Competências, particularmente em relação aos conceitos que regem este sistema, sendo os agentes que se autodesenvolvem igualmente responsáveis (SARSUR, 2007; FERNANDES, 2013; HECKLAU ET al., 2016).

1.1. Relevância e Justificativa do Tema

A Quarta Revolução Industrial não está mais no futuro. É um presente que se aproxima rapidamente podendo levar a um aumento sem precedentes de inovações técnicas, industriais e sociais, que cada vez mais colocam em dúvida a capacidade de adaptação de indivíduos e instituições com relação a ameaças à identidade humana, estabilidade social e segurança econômica (MORRAR; ARMAN; MOUSA, 2017). O desenvolvimento tecnológico traz uma mudança social ambivalente: por um lado, consequências muito benéficas, particularmente para o aumento da renda e o potencial de consumo, mas por outro lado, também traz alguns desafios árduos em termos de acompanhar as mudanças nas estruturas econômicas e no trabalho (HIRSCH-KREISEN, 2016). Discussões intensivas sobre as perspectivas da Indústria 4.0 têm ocorrido mundialmente (HIRSCH-KREISEN, 2016; KIM; KIM, 2016; KURUCZLEKI et al., 2016; WEF, 2018) e, comparativamente a outros países como Alemanha, Coreia do Sul, Estados Unidos e França (BMUB, 2014; LIAO et al., 2017; UNIDO, 2017; WEF, 2018), o Brasil mantém-se num estado defasado (CEZARINO et al., 2019).

Ainda mais incipiente é a produção de pesquisas acerca da sustentabilidade das redes de produção no contexto da Indústria 4.0. Muitas lacunas são encontradas e ainda não foram feitas análises acerca da produtividade e eficiência de recursos, estruturas regulatórias para adaptação das inovações com a legislação existente (LIAO et al., 2017), de ações governamentais que permita o subsídio de produção sustentável de produtos verdes (FARIAS et al., 2013) e do contexto mais amplo da sustentabilidade corporativa (BURRITT; CHRIST, 2016). Além da falta de investimento tecnológico pelas empresas e políticas governamentais de incentivo, percebe-se que há também a falta de mão de obra qualificada considerando uma crescente erosão e substituição de habilidades de nível médio, com a crescente exigência de alta qualificação para gestão de alto nível focada em objetivos estratégicos, orientações

coletivas e diretrizes (HIRSCH-KREISEN, 2016; CARDOSO et al., 2017). Para que o salto tecnológico aconteça, é necessário que haja profissionais qualificados, que propiciem a implementação de tecnologias sem fio dentro dos espaços industriais. Para lidar com esses desafios sociais futuros, os universos empresariais, acadêmicos e políticos devem, portanto, explorar as condições sociais e organizacionais necessárias para realizar um projeto de Indústria 4.0 orientado para o ser humano (DREGGER et al., 2016).

Com a quinta maior população do mundo, o Brasil possui uma grande quantidade de recursos humanos, mas as capacidades atuais da força de trabalho ficam aquém das habilidades digitais, engenharia, pensamento crítico e outras áreas fundamentais que são críticas para o sucesso no futuro (WEF, 2018). Jabbour et al (2018) apresenta a relevância das competências para o desenvolvimento da indústria 4.0 e para a continuidade das estratégias de sustentabilidade nas organizações, porém destaca que ainda há falta de clareza a respeito de quais competências podem dinamizar o profissional da indústria 4.0, especialmente nos países emergentes.

1.2. Objetivos

1.2.1. Questão-problema

Almejando preencher as lacunas deixadas por Jabbour et al. (2018) relacionadas ao papel específico dos fatores críticos de recursos humanos na implementação de tecnologias Indústria 4.0 orientadas para a sustentabilidade, a principal questão que os formuladores de políticas enfrentam é: que habilidades serão necessárias no futuro do trabalho? (UNIDO, 2017). Buscando responder e explorar mais sobre esta questão, a questão-problema que guia este trabalho é: “Quais as competências necessárias para um profissional que atua na Indústria 4.0 em prol do desenvolvimento sustentável?”

1.2.2. Objetivo Geral

O presente trabalho visa descrever as competências requeridas para a Indústria 4.0 no Brasil para o desenvolvimento sustentável.

1.2.3. Objetivos específicos

Portanto, tem-se como objetivos específicos:

1. Identificar a formação dos profissionais desenvolvedores de projetos sustentáveis na Indústria 4.0;
2. Identificar as competências técnicas e interpessoais esperadas pelas indústrias para os profissionais envolvidos na Indústria 4.0;
3. Relacionar possíveis gargalos da Indústria 4.0 para o desenvolvimento sustentável no Brasil.

As contribuições pretendidas por este estudo alcançam as esferas sociais, organizacionais e individuais. Considerando que as Fábricas Digitais adotarão modelos sustentáveis de produção, a redução de impactos ambientais e a responsabilidade social corporativa são intrínsecas, cobrindo o âmbito social. Para as organizações, o planejamento de programas de treinamentos e desenvolvimento poderá ser aprimorado, melhorando a competitividade no mercado. Por último, no nível individual, este trabalho trará aos profissionais brasileiros interessados em atuar na Indústria 4.0 as informações relacionadas às competências esperadas pelas organizações, possibilitando sua adequação aos cargos disponibilizados.

Na seção a seguir, de fundamentação teórica, são abordados os conceitos sobre a Indústria 4.0, seu início e componentes, e seus impactos globais, inclusive no que se refere à sustentabilidade. Logo após, far-se-á observações sobre a aplicação das ferramentas da Indústria 4.0 mundialmente, dando enfoque às nações que se sobressaem e comparando com as políticas adotadas no Brasil. Em complementação, discorre-se sobre o papel do conhecimento e aprendizagem, salientando a importância na formação de competência para a indústria do futuro, especialmente no que diz respeito à Tecnologia da Informação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O advento da Indústria 4.0 e as tecnologias verdes

Mudanças substanciais estão ocorrendo com o futuro sendo moldado por meio de conhecimento, tecnologia e novos modelos de negócio. Adaptabilidade, responsividade e preparo são essenciais para o sucesso, seja ele na esfera individual, seja na empresarial ou

social, tanto para abrangências regionais quanto mundiais (KURUCZLEKI et al., 2016). A internet, novas energias, novos materiais e biotecnologia estão criando uma capacidade industrial crescente e mercados em um ritmo acelerado. O setor manufatureiro está sendo atualizado para um nível mais elevado (LI; HOU; WU, 2017). A informação passou a fazer parte do ambiente e novas formas de atuação humana estão sendo configuradas (CARDOSO et al., 2017) sendo este novo momento nomeado como “Quarta Revolução Industrial”, nome utilizado no Reino Unido, embora seja conhecido como “*Connected Enterprise*” (empreendimento conectado) nos Estados Unidos e “Indústria 4.0” na Alemanha onde foi originada (MORRAR; ARMAN; MOUSA, 2017).

A Indústria 4.0 foi apresentada pela primeira vez na feira de Hanôver, na Alemanha, em 2011 e utilizou como estratégia competitiva usar o monitoramento inteligente nos processos de produção para auxiliar na tomada de decisões e na manutenção de máquinas para reduzir custos das indústrias alemãs (DRATH; HORCH, 2014; MORRAR; ARMAN; MOUSA, 2017). Somente em 2013, a visão, os recursos de integração, as áreas de ação prioritárias e as aplicações foram apresentadas num relatório, de forma a demonstrar, de forma mais completa, os avanços tecnológicos que a Indústria 4.0 pode trazer (LIAO et al., 2017).

Até então, houve três grandes avanços tecnológicos: a Primeira Revolução Industrial, iniciada na Grã-Bretanha que introduziu as máquinas hidráulicas e de vapor às fábricas, enquanto que a Segunda Revolução Industrial alcançou a separação de componentes e a montagem de produtos baseados na divisão de trabalho, levando as pessoas a uma era de produtos de consumo acessíveis e de produção em massa. Já na Terceira Revolução Industrial, uma ampla aplicação da tecnologia eletrônica e da Tecnologia da Informação (TI) e a automação contínua do processo de fabricação foram aplicadas (LI; HOU; WU, 2017). O modelo de fábrica digital se diferencia dos modelos industriais anteriores devido à utilização de *softwares* e sistemas digitais que automatizam processos produtivos por meio de análise de dados e variáveis (UNIDO, 2017).

Por meio do estudo de Liao et al. (2017) infere-se que a Indústria 4.0 trata de cinco pontos essenciais: tecnologias inteligentes de fabricação e automação; habilitação de tecnologias para as fábricas do futuro; informática industrial e suas aplicações; sistemas avançados de informação e; manufatura para uma economia sustentável. Sobre os elementos que a compõem, pode-se listar como prioritários a Internet das Coisas, a Inteligência

Artificial, *Big Data* e armazenamento em nuvem e Sistemas *Cyber* Físicos que são descritos brevemente a seguir.

A Quarta Revolução Industrial surge na parte de trás da Internet das Coisas (IoT), transformando fábricas em fábricas inteligentes onde a produção é controlada com base na troca de dados e informações entre os diferentes elementos envolvidos. As “peças inteligentes” guiam e suportam os processos de produção e documentação comunicando seu estado (qual estágio do processo de produção estão) e quais parâmetros foram definidos para eles e onde devem ser entregues. Isso representa uma transição do atual sistema de controle central nas fábricas para um sistema de controle local descentralizado (BMUB, 2014). A Indústria 4.0 descreve um projeto futuro que pode ser definido por duas direções de desenvolvimento: de um lado, uma infinidade de aplicações, indutoras e promotoras de mudanças das condições de estrutura operativa que impactam em mudanças sociais, econômicas e políticas gerais; e de outro, impulso tecnológico nas práticas industriais (LASI et al., 2014).

As Fábricas Digitais só são possíveis pela conexão dos recursos, maquinários e sistemas logísticos de maneira online, de forma rápida e automatizada, favorecida pelo surgimento da tecnologia sem fio (EUROPEAN COMMISSION, 2010; BMUB, 2014). A ideia basal da IoT é fazer com que a presença difusa de coisas ao nosso redor se comuniquem umas com as outras para alcançar objetivos comuns. Agora, os produtos da IoT desempenham um papel cada vez mais importante em casas inteligentes, logística de tráfego, proteção ambiental, segurança pública, controle de fogo inteligente, monitoramento industrial, saúde pessoal e outros campos (LI; HOU; WU, 2017). O impacto da IoT será significativo, podendo ser um motor de crescimento econômico nacional, restando às indústrias e às empresas proatividade na busca de oportunidades (KIM; KIM, 2016).

A Inteligência Artificial (IA), por sua vez, é uma tecnologia que tem sido usada para simular o processo humano de pensar e se comportar. Para permitir que o computador obtenha uma aplicação de alto nível, ele fabrica máquinas ou sistemas inteligentes semelhantes ao cérebro humano (BRASIL, 2018). Esta tecnologia começa nos anos 90, mas só recentemente teve um progresso rápido sendo, atualmente, amplamente aplicada à análise de sentimentos baseada em texto, identificação biométrica, análise de mercado de segurança e reconhecimento de imagem, etc. O aprendizado de máquina é um dos nichos mais ativos no

campo da IA pois fornece ao computador a capacidade de encontrar *insights* ocultos sem que seja exatamente programado de antemão (LI; HOU; WU, 2017).

Devido ao desenvolvimento de sensores sensíveis e dispositivos dinâmicos para coleta de dados, em conjunto com a melhoria da capacidade de armazenamento de informações na nuvem, a análise de dados em massa permite o desenvolvimento de serviços que não foram possíveis até agora: usando algoritmos que podem aprender de forma interativa a partir de dados existentes, o aprendizado de máquina permite que os computadores se adaptem e tomem decisões confiáveis e repetitivas quando expostos a novos dados (DRATH; HORCH, 2014). Os dados em massa, isto é, em grande volume, são coletados de diversas fontes que interagem com o maquinário e acessados rapidamente para produzir soluções de forma analítica e colaborativa. Esta é a premissa do que se conhece como *Big Data* (LANEY, 2001). Por meio do *Big Data* é possível projetar arquiteturas que equilibram a latência de dados com os requisitos de dados de aplicativos e ciclos de decisão, ou seja, estruturar uma cadeia de fornecimento de informações conforme a demanda real. Sistemas *Cyber Físicos* (CPS), por sua vez, sintetizam a fusão entre o mundo físico e digital, a chamada “digitização”. O termo, ainda em ascensão, descreve a interligação inteligente de cadeias de valor de produtos ou serviços em tempo real e a aplicação de uma solução de ponta a ponta usando tecnologias de informação e comunicação (STOCK; SELIGER, 2016).

Com todas essas novas ferramentas, espera-se que o impacto da Indústria 4.0 seja mais profundo, irreversível e muito mais rápido que as três gerações anteriores. O alto crescimento na demanda de tecnologias por empresas industriais, principalmente tecnologias de informação e comunicação, pode alimentar o futuro da Indústria 4.0 e pode resultar em efeitos indiretos positivos para diferentes áreas (MORRAR; ARMAN; MOUSA, 2017). Não importa quão maravilhosa seja uma tecnologia, se não for assimilada no mercado, será apenas um desperdício de oportunidade. Para reduzir esses riscos, o desenvolvimento de novos produtos e serviços tecnológicos precisam ser planejados à base das perspectivas sociais e de negócios (KIM; KIM, 2016). Um paradigma da Indústria 4.0 será um passo em frente para uma criação de valor industrial mais sustentável. Na literatura atual, essa etapa é caracterizada principalmente como contribuição para a dimensão ambiental da sustentabilidade (STOCK; SELIGER, 2016) que não se desenvolve isoladamente à digitalização, mas sim de forma interligada (BEIER; NIEHOFF; XUE, 2018).

O aumento da escassez e o aumento relacionado de preços para recursos, bem como a mudança social no contexto de aspectos ecológicos, exigem um foco mais intensivo na sustentabilidade em contextos industriais. O objetivo é um aumento econômico e ecológico da eficiência. Com uma crescente população mundial e a constante urbanização, a pressão para o consumo responsável dos recursos oferecidos pelo planeta aumenta gradativamente (LASI et al., 2014). As três últimas décadas incentivaram a criação de compromissos sociais e políticas governamentais que obrigam as organizações, públicas e privadas, a tratar não somente o meio ambiente, mas que sejam economicamente e socialmente sustentáveis (BMUB, 2014; BURRITT; CHRIST, 2016). Uma iniciativa de abrangência mundial foi o estabelecimento de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU). A meta de número 9, tal qual “Construir uma infra-estrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e promover a inovação” (ONUBR, 2015, p. 18), caminha por este percurso, integrando políticas governamentais com empresariais, e estabelece tanto ações quanto indicadores para que esta meta possa ser alcançada.

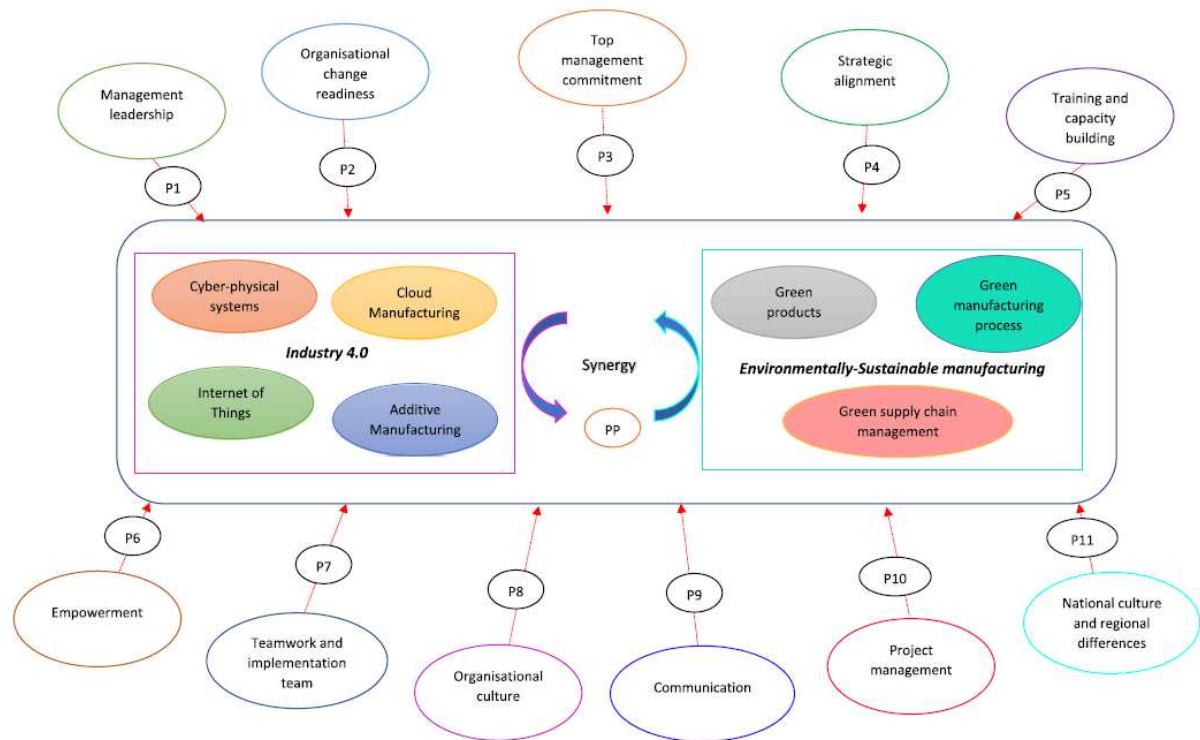
A implementação da Indústria 4.0 leva a novos paradigmas da cadeia de fornecimento baseados em redes complexas e entrelaçadas de manufatura com funções diferenciadas para fornecedores de produtos físicos, clientes e provedores de serviços logísticos, possibilitando identificar e rastrear produtos individualmente durante todo o seu ciclo de produção (STOCK; SELIGER, 2016; PRAUSE; ATARI, 2017). Isso permitirá que os produtos se organizem e encontrem seu próprio caminho através dos processos de produção e dos canais finais de distribuição para o cliente, com base em redes de produção e logística abertas, dinâmicas e inteligentes. Neste contexto, a nascente transformação da produção industrial devido à digitalização é de grande interesse do ponto de vista do desenvolvimento sustentável pois permite a troca de dados em tempo real entre máquinas e componentes do produto, permitindo um monitoramento contínuo e direcionamento de processos de produção relevantes. Assim, a produção industrial torna-se muito mais flexível e transparente (BEIER; NIEHOFF; XUE, 2018), diminuindo as desconfianças em relação à veracidade dos dados apresentados em relatórios de sustentabilidade divulgados pelas organizações (BURITT; CHRIST, 2016).

Este modelo flexível e transparente relaciona-se diretamente com o modelo de economia circular. A palavra circular tem um significado descritivo, inferido, que se relaciona com o conceito do ciclo a ideia de reciclagem de produtos, mas não estando exclusiva a esta

atividade. A economia circular é assim considerada como a que não impacta negativamente no meio ambiente; em vez disso, restaura qualquer dano causado na aquisição de recursos, garantindo que pouco desperdício seja gerado durante todo o processo de produção e no histórico de vida do produto. Não é apenas uma abordagem preventiva, reduzindo a poluição, mas também visa reparar os danos anteriores ao projetar melhores sistemas dentro da própria entidade da indústria (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Um exemplo prático é visto nas montadoras em painel que avançam rapidamente para a nova economia, a pós-carbono, por meio de inovações tecnológicas que implicam em produtos mais verdes e processos logísticos sustentáveis (FARIAS et al., 2013).

A logística sustentável pode ser observada além do contexto da reutilização de produtos pela análise dos aspectos como produtos obtidos de matérias-primas renováveis ou recicláveis, que representam baixos custo e índice de emissão de poluentes no meio ambiente, além de baixo consumo de energia; redução na produção de resíduos; baixo consumo de energia e utilização eficiente uso dos recursos; acompanhamento do crescimento da legislação ambiental e a adoção de novas ideologias e valores que se traduzem em mudanças; comprometimento da gestão da cadeia de suprimento; capacitação; planejamento e desenvolvimento; finanças e investimentos (FARIAS et al., 2013; JABBOUR et al., 2018). É possível que a produção industrial nas fábricas inteligentes seja integrada e promova soluções verdes enquanto houver um planejamento que envolva diversas ações alinhadas à mudança, como planejamento estratégico, trabalho em equipe, comunicação (Figura 1). Como citado, as fábricas inteligentes também oferecem oportunidades para fortalecer o papel da energia sustentável na produção industrial que inclui melhorias tanto no que diz respeito à eficiência energética quanto ao aumento da energia renovável (STOCK; SELIGER, 2016). Com um volume de mercado de 100 bilhões de euros, a eficiência energética é o maior mercado líder do setor na Alemanha, assim como em todo o mundo. Na Alemanha, representa 29% do volume total de mercado para o setor de tecnologia verde (BMUB, 2014).

Figura 1. Sistema integrado da Indústria 4.0 e a produção sustentável verde.



Fonte: Jabbour et al., p. 22, 2018.

Apesar de uma crescente adoção de ações relacionadas às tecnologias verdes para a Indústria 4.0, o termo revolução não se refere à realização técnica, mas à capacidade de enfrentar os desafios atuais e futuros (DRATH; HORCH, 2014). Portanto, mesmo com a crescente pressão para atender às novas demandas dos clientes e empregar as tecnologias avançadas trazidas pela Quarta Revolução Industrial, percebe-se que a inovação oportuna sustentável, bem como as instalações de apoio, ainda precisa evoluir (LI; HOU; WU, 2017). A seguir será detalhada a situação atual da Indústria 4.0 no panorama mundial de forma a compará-la com a observada no Brasil.

2.2. A Indústria 4.0 no mundo e no Brasil

A sustentabilidade é algo que afeta uma ampla variedade de tipos diferentes de organizações e a necessidade de nações e organizações em se adequar e adotar práticas aceitáveis é forte. Mesmo países onde os relatórios são vistos como populares, podem não relatar ou não realizar práticas de sustentabilidade porque ainda não sofreram pressões para abordar preocupações desta natureza algo que se altera drasticamente na dinâmica da nova

economia (HIGGING; STUBBS; MILNE, 2018). Em maior ou menor escala, muitos países caminham em direção à Indústria 4.0 e ações como criação de políticas de incentivo tecnológico na indústria, investimento em pesquisa e desenvolvimento de novas ferramentas, inovação nas áreas de telecomunicações e sustentabilidade, são exemplos de estratégias para adequação à Quarta Revolução Industrial.

A Alemanha, enquanto pioneira da Indústria 4.0, assume um papel de liderança na construção de padrões e normas globais para adoção internacional. A história alemã de excelência em fabricação faz com que o país ocupe o primeiro quartil entre todos os Drivers de Produção e entre os dez primeiros para os condutores de Tecnologia e Inovação, Capital Humano, Comércio Global e Investimento e Demanda de Meio Ambiente. Ela se destaca por resultados sólidos de educação, programas avançados de treinamento técnico, uma força de trabalho atual altamente capacitada e uma capacidade comprovada de inovar (WEF, 2018) e em políticas de concessão de investimentos às empresas na expansão do mercado de telecomunicações e a inserção da TI nos processos industriais, tendo aumentado de forma crescente desde 2014 (LIAO et al., 2017). A orientação de exportação acentuada das empresas também está recebendo apoio político, com o governo federal alemão planejando uma “Iniciativa de Exportação de Tecnologia Ambiental” (BMUB, 2014).

Seguindo esses passos, os Estados Unidos da América (EUA), renomados mundialmente por sua capacidade de inovar, estão na vanguarda dos principais países promotores de desenvolvimento em torno das tecnologias emergentes da Quarta Revolução Industrial. Com a adoção de uma nomenclatura distinta à versão europeia, chamando a Indústria 4.0 de “Empresas Conectadas”, a indústria de software se tornou a base da conexão do mundo virtual com o mundo real, com a utilização do modelo do Vale do Silício que permitiu a obtenção de uma vantagem na tecnologia de software comparado com outros países (LI; HOU; WU, 2017). Notavelmente, o país norte americano está fazendo esforços para revigorar seu setor manufatureiro, tal como a reforma tributária no final de 2017, que reduziu a alíquota do imposto corporativo de 21% para 35%, tornando mais atraente para as empresas transferirem parte de sua produção para os Estados Unidos. Entretanto, sendo um dos países com maiores emissões de carbono na atmosfera, deverão priorizar suas ações em melhorias na eficiência e sustentabilidade de suas fontes de energia (WEF, 2018).

Os países asiáticos podem ser os principais concorrentes na corrida tecnológica, com seu pesado investimento na Indústria 4.0 e as preocupações com questões ambientais

associadas ao crescimento (BURITT; CHRIST, 2016). A China, particularmente, que possui o maior setor manufatureiro do mundo, desenvolveu sua capacidade de produzir produtos de baixo custo apesar os níveis de modernização dentro de seu setor de manufatura variarem muito, com diferenças marcantes entre bolsões de excelência e fabricantes menos sofisticados, reduzindo assim sua prontidão média. A adoção de tecnologias emergentes pode ajudar a acelerar esse objetivo. Em 2015, o governo lançou o “Made in China 2025” para atualizar o setor manufatureiro do país e financiar a inovação na manufatura (WEF, 2018), que abrange, em linhas gerais, uma combinação entre tecnologia da informação avançada e fabricação industrial (LI; HOU; WU, 2017). O estudo realizado por Beier, Niehoff e Xue (2018) fornece uma primeira impressão sobre até que ponto a IoT já entrou na realidade industrial chinesa: uma parcela relativamente alta de empresas já opera um sistema de gestão (53,2%) e, assim, demonstra certa disposição de melhoria na produção, especialmente no aspecto ambiental. Os maiores desafios da China são os motivadores do Quadro Institucional e dos Recursos Sustentáveis e embora ela seja o maior contribuinte mundial de emissões de carbono, foi declarado um compromisso em se tornar mais eficiente no uso de energia e sustentável no futuro (WEF, 2018).

A Coreia do Sul, que experimentou uma notável ascensão econômica nas últimas décadas, passando de uma sociedade agrícola pobre na década de 1960 para um dos principais países produtores na atualidade, acompanha os países ocidentais apresentando um bom desempenho em todos os Drivers de Produção. Adicionalmente, devido ao investimento maciço em educação decorrente da ocupação japonesa, ela ocupa o primeiro lugar do ranking mundial em pesquisa e desenvolvimento, sendo o Escritório Coreano de Propriedade Intelectual um dos cinco maiores do mundo (WEF, 2018). A abertura de mercados e investimentos em tecnologia colaborou para o país ser reconhecido como um dos mercados de Telecomunicações mais ativos, garantindo o acesso à internet mais rápido do mundo, fornecendo vantagens ligadas à Internet das Coisas, em especial (LIAO et al., 2017). No entanto, não é certo se o gerenciamento de energia da IoT pode garantir um desempenho sustentável do mercado pois a aplicação de gerenciamento de energia da IoT precisa atingir uma aceitação do usuário em nível nacional e, para tanto, neste deve ser formada uma relação de cooperação entre o governo e indústrias (KIM; KIM, 2016). Já o governo japonês revisou a Estratégia de Revitalização do Japão em 2014, confirmando o importante papel da revitalização industrial e da indústria de TI. Dentre os países do G20, ele é o que possui a

estrutura de produção mais forte, ocupando o primeiro lugar entre os 100 países e economias incluídos na avaliação realizada pelo WEF (2018). Seus desafios, entretanto, estão relacionados à redução de capital humano, devido a uma população que está envelhecendo e encolhendo, assim como baixas taxas de migração.

No Brasil, existe uma grande distinção entre o que prega a manufatura digital e o que é aplicado pelas empresas (CARDOSO et al., 2017). O setor industrial brasileiro é o 9º maior do mundo e responde por aproximadamente 10% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, todavia ele possui uma estrutura de produção de complexidade relativamente baixa. Analisando os conceitos e comparando com a realidade brasileira, percebe-se que o país tem muito a evoluir para atingir níveis internacionais de produtividade e, assim, poder implementar com eficiência as práticas das indústrias digitais (PEDROSA; CHAIMOVICH, 2015; WEF, 2018). Pelo Índice Global de Inovação (GII), que avalia quesitos como crescimento da produtividade, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, educação e etc., o Brasil encontra-se na 69ª posição do ranking de eficiência (BRASIL, 2018).

O país é um dos principais destinos dos investimentos estrangeiros diretos e investimentos em novas áreas e deve buscar alavancar as conexões globais para facilitar o conhecimento e a transferência de tecnologia. A eficiência regulatória e a governança orientada para o futuro devem ser uma prioridade (WEF, 2018). Entretanto, para que haja investimento, seja ele interno ou externo, é necessária a criação políticas de incentivo e financiamento promovidas pelos governos (BURITT; CHRIST, 2016). Seguindo esta sugestão, o Brasil deu início à revolução tecnológica, em direção à Indústria 4.0, estruturando uma agenda de ações para as empresas que desejarem se adequar a este novo modelo, a “Agenda para a Indústria 4.0”. Por meio de debates sob perspectivas de mais de 50 instituições representativas (governo, empresas, sociedade civil organizada, etc), estabeleceram-se temas prioritários, políticas públicas, medidas de promoção e monitoramento de práticas, resultando em uma proposta nacional (BRASIL, 2018). Ela se baseia em quatro premissas principais:

1. Fomentar iniciativas que facilitem e habilitem o investimento privado, haja vista a nova realidade fiscal do país.
2. Propor agenda centrada no industrial/empresário, conectando instrumentos de apoio existentes, permitindo uma maior racionalização e uso efetivo,

facilitando o acesso dos demandantes, levando o maior volume possível de recursos para a “ponta”.

3. Testar, avaliar, debater e construir consensos por meio da validação de projetos-piloto, medidas experimentais, operando com neutralidade tecnológica.
4. Equilibrar medidas de apoio para pequenas e médias empresas com grandes companhias.

O Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) lançaram a cartilha em 2018 e, com parceria de várias agências de financiamento como o Banco Nacional de Desenvolvimento e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), pretendem fomentar novas formas de gestão e “desenvolvimento tecnológico baseadas em métodos e ferramentas ágeis e foco em cliente, mas, sobretudo, na disseminação de processos que promovam a mudança cultural necessários para a inserção dos conceitos de Indústria 4.0 no Brasil” (BRASIL, 2018). Na indústria, isso diz respeito não apenas às atividades no chão de fábrica, mas também às áreas indiretas, desde os sistemas de planejamento e controle até o desenvolvimento de produtos, e as demandas de liderança e gestão também mudarão significativamente (DREGGER et al., 2016). Nessa mudança cultural inclui-se igualmente a questão de gestão de recursos de forma sustentável.

A indústria automobilística brasileira caminha para uma economia circular principalmente visando os cuidados ambientais, destinando os resíduos tóxicos resultantes do processo produtivo a um local seguro, fazendo reaproveitamento de componentes e buscando projetar veículos com maior eficiência energética e com menor emissão de gases poluentes (FARIAS et al., 2013). O Brasil, apesar de contribuir com menos emissões do que outros países líderes, enfrenta desafios relacionados ao estresse hídrico e à utilização de fontes alternativas de energia (PEDROSA; CHAIMOVICH, 2015). Por lei, as companhias de eletricidade brasileiras devem investir parte de sua receita em programas de eficiência energética e contribuir para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). No entanto, é praticamente silenciosa quanto à dimensão social, concentrando-se no redesenho de sistemas de manufatura e serviços para beneficiar a biosfera. Embora a renovação e a sobrevivência ecológicas e a redução do uso de recursos finitos claramente beneficiem a humanidade, não há reconhecimento explícito dos aspectos sociais inerentes a

outras conceituações do desenvolvimento sustentável em por muitas organizações (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

Os três pilares da sustentabilidade (econômico, ambiental e social) explicitamente incluem a dimensão social, em termos de atores humanos, bem-estar humano e direitos humanos (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Deste modo, não deve ser ignorado que muitos estudos especializados sugerem que o trabalho mudará permanentemente em todas as suas dimensões relevantes com a aplicação progressiva de tecnologias digitais em quase todos os setores. Os usos atuais para Cobots, robôs colaborativos, os quais atuam em conjunto com os recursos humanos, auxiliando-os em tarefas manuais e que não são totalmente automatizadas na África do Sul, por exemplo, se limitam à manipulação material, à montagem e o empacotamento, porém, como os robôs libertam os seres humanos de tarefas repetitivas e trabalham sob circunstâncias difíceis, como entre os gases nocivos nas oficinas de pintura de veículos, seu uso deve expandir drasticamente nos próximos anos (CALITZ; POISAT; CULLEN, 2017). Apesar de haver risco de extinção de cargos decorrente da automatização de grandes segmentos operacionais (MORRAR; ARMAN; MOUSA, 2017), desqualificação, novos tipos de estresse e capacidades de vigilância de funcionários e, assim, aumento da insegurança social, há também expectativas otimistas de criação de emprego, aumentando as demandas qualitativas sobre o trabalho e uma reavaliação geral de empregos e habilidades (BECKER; STERN, 2016; DREGGER et al., 2016), o que permitirá uma melhoria na qualidade na produção de bens, com menores impactos aos operários, tirando-os de tarefas consideradas de risco (BURRITT; CHRIST, 2016). A Europa, visando cobrir esta lacuna, estabeleceu como iniciativas prioritárias o desenvolvendo uma economia baseada em conhecimento e inovação, a promoção uma economia mais eficiente em termos de recursos, mais verde e mais competitiva e o crescimento inclusivo que visa fomentar uma economia de elevado emprego, assegurando a coesão econômica, social e territorial (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

Uma vez que na Indústria 4.0 as pessoas continuarão tendo um papel fundamental na criação de valor nas empresas (HECKLAU et al., 2016; BECKER; STERN, 2016), isso exige recursos humanos cada vez mais qualificados, capazes de acompanhar e participar dessa tendência. Atualmente, o treinamento de habilidades eficientes e de alta qualidade, bem como o cultivo de talentos inovadores, estão se tornando cada vez mais urgentes, uma vez que os capitais humanos inovadores ainda são escassos (LI; HOU; WU, 2017). As novas tarefas

serão mais complexas e intensamente conectadas a dispositivos computacionais enquanto que tarefas simples e repetitivas serão automatizadas (BECKER; STERN, 2016). Para Li, Hou e Wu (2017), os governos devem tomar medidas para acelerar a eliminação do modo de manufatura extensiva, que depende exclusivamente de mão de obra humana, ao mesmo tempo em que promovem a inovação tecnológica. A falta de investimento em profissionais qualificados e tecnologias de ponta resulta em um atraso na adoção de políticas para adequação ao cenário da Indústria 4.0. De acordo com o WEF (2018), a exemplo da China que ocupa o terceiro lugar em termos de Tecnologia e Inovação e Capital Humano, deve-se fortalecer as capacidades de força de trabalho para desenvolver as habilidades essenciais no futuro e melhorar os níveis de inovação dentro das empresas. Nos EUA, capacidade de desenvolver, atrair e reter capacidades avançadas de capital humano é apoiada por renomadas instituições de ensino superior. Logo, as esferas governamentais, devem lançar esquemas de políticas públicas para a proteção da inovação tecnológica e da propriedade intelectual e buscar formas para cultivar e atrair os melhores talentos (CARDOSO et al., 2017).

As abordagens e ideias no contexto da Indústria 4.0 estão situadas na interface das disciplinas engenharia elétrica, administração de empresas, ciência da computação, engenharia de sistemas de negócios e de informação e engenharia mecânica, assim como os segmentos correlatos (LASI et al.; 2014), logo, a Agenda Brasil 4.0, seguindo estas recomendações, atuará no “[...] mapeamento de competências, entendimento das demandas de mercado, requalificação de trabalhadores e preparação das novas gerações para o mundo 4.0” (BRASIL, 2018), trabalhando principalmente na educação profissional com foco em tecnologia, permitindo a oferta e a demanda de cursos oferecidos em estruturas educacionais tanto públicas quanto privadas, assim como oferecer treinamento a professores que educarão alunos da rede federal de educação profissional e tecnológica.

Uma vez que essas propostas se referem à educação à formação de competências empresariais, torna-se imprescindível descrever os conceitos de competência e seus modelos de gestão pela Gestão de Pessoas, assunto este que será abordado na sequência.

2.3. Formação de competências

A Gestão de Pessoas passou por algumas transformações até chegar ao modelo utilizado hoje pelas empresas. Antigamente, ela se resumia ao controle de entrada de saída de

funcionários e contabilização de horas, refletindo os interesses produtivos do período o excesso de mão de obra, a pouca oferta de trabalho e as más condições da vida decorrente da migração urbana. Somente no início da década de 1920 que um movimento propiciado pelo pensamento behaviorista muda os rumos da Gestão de Pessoas, aproximando-a de como é sua aplicação atual. Até então, não era necessário qualificação formal dos operários nas fábricas, sendo o Chefe de Pessoal, responsável pelo controle de pessoal e da produtividade. Este foi substituído pelo Gerente de Relações Industriais, responsável pelas funções de controle anteriores, adicionada ao cumprimento das legislações de proteção trabalhistas (MARRAS, 2011). No contexto brasileiro, este movimento se dá a partir de 1950 com a permissão de entrada de empresas montadoras no país. As funções ocupadas nas fábricas à época exigiam dos trabalhadores conhecimentos técnicos e formação específica para operação e manutenção de maquinário, o que resultou na expansão de escolas profissionalizantes. As competências, então, começam a ser analisadas nos processos de contratação e manutenção dos cargos:

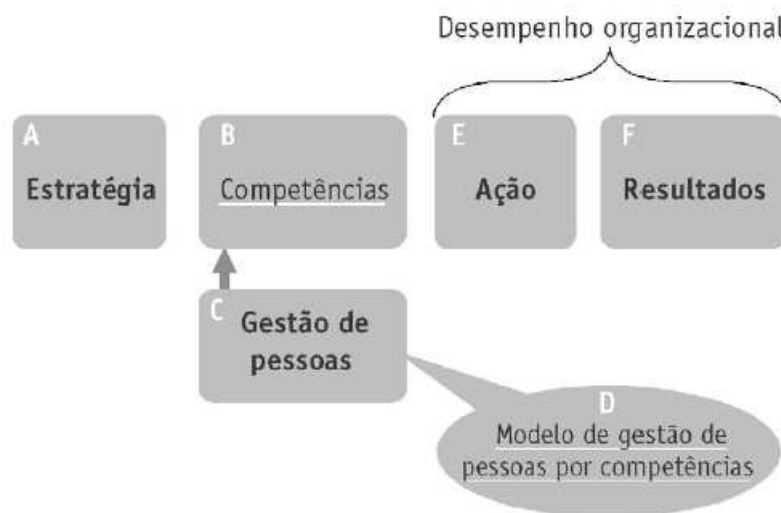
A noção de competência veio ampliar e até mesmo substituir em importância a noção de qualificação, pois as pessoas não enriquecem o capital intelectual de uma organização apenas em razão de sua qualificação expressa pelo diploma, mas principalmente por suas características pessoais que contribuem para o crescimento organizacional. (ASSUNÇÃO, 2016, p. 202-203).

Fleury e Fleury (2001, p. 188) conceituam competência como "um saber agir responsável e reconhecido, que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos, habilidades, que agreguem valor econômico à organização e social ao indivíduo". As competências são formadas tanto pelos conhecimentos formais obtidos por meio de cursos de formação, quanto pelo conhecimento tácito, isto é, o saber proveniente da vivência pessoal, que mobiliza estratégias e raciocínios complexos capazes de gerar a ação necessária em um contexto específico (ASSUNÇÃO, 2016). Para este trabalho, por agregar o apresentado por ambos autores, adota-se o conceito de competência apresentado por Fernandes (2013, p. 48) como "um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que um indivíduo mobiliza e aplica, de forma reiterada, dentro de um contexto profissional, agregando valor à organização e a si mesmo".

O sistema de Gestão por Competências pode ser observado por duas perspectivas distintas, tal como a filosofia estratégica, que busca maximizar a produtividade por meio de um conjunto de políticas e diretrizes organizacionais interligadas; e como ferramenta de Gestão de Pessoas, que visa a obtenção de lucro financeiro (SARSUR, 2007). Estrategicamente, as empresas definem e formalizam um conjunto de competências que

esperam de seus colaboradores, de acordo com seus objetivos e, para tanto, utilizam a Gestão por Competências (FERNANDES, 2013). A Figura 2 ilustra as bases para uma Gestão por Competências Estratégica.

Figura 2. Estratégia organizacional e Gestão por Competências.



Fonte: FERNANDES, p. 47, 2013.

Um dos benefícios da competência ou abordagem comportamental para o talento é que entramos em um domínio de talento humano que pode ser desenvolvido na idade adulta (BOYATZIS, 2008). Em uma organização na qual se pratica a gestão por competências, deve haver um alinhamento entre as funções desempenhadas com a missão organizacional. A partir da missão e planejamento estratégico, são captados e selecionados os talentos necessários, realizando, quando necessário, o treinamento e o desenvolvimento das pessoas para suprir a falta das competências exigidas (MARRAS; TOSE, 2012). Em algum nível, o incremento de exigências sobre o trabalhador pode servir de incentivo para seu desenvolvimento individual, como o aperfeiçoamento das habilidades, as atitudes empreendedoras e manutenção da competitividade (ASSUNÇÃO, 2016), todavia sua individualização reduz a força de sua representação coletiva (SARSUR, 2007) sendo que na Indústria 4.0 será exigido que os indivíduos trabalhem em equipe e saibam aprimorar seus conhecimentos pelo compartilhamento e construção conjunta de conhecimento (WEF, 2016). Este processo vai ocorrer quando a Gestão por Competências for disseminada com a possibilidade de agregar

valor ao funcionário de uma maneira não exclusivamente individual, mas numa dimensão mais coletiva que se irradia para a comunidade na qual este indivíduo se posiciona (SARSUR, 2007). As competências desenvolvidas, nesse caso, agregam valor econômico à organização, e profissional ao trabalhador além de valor social que o transforma em cidadão do próprio país e do mundo (FLEURY; FLEURY, 2001).

Uma Gestão de Pessoas sustentável traz resultados, além dos econômicos, sociais e ecológicos, como a interconectividade interna e externa da organização, promovendo uma maior qualidade de vida no trabalho e em sociedade (KRAMAR, 2014). A aceitação da consciência ambiental, por exemplo, é o estágio em que os funcionários realmente vivem sua consciência das preocupações ecológicas, colocando-as em prática na forma de ações ecologicamente corretas, tanto nos contextos organizacionais quanto no espaço do lar (BMUB, 2014). Ela permite também a inclusão de minorias e a redução de disparidades sociais como a promoção da acessibilidade a pessoas com deficiência em futuros sistemas de trabalho industrial (DREGGER et al., 2016). Entretanto, habilidades cognitivas, como criatividade e raciocínio matemático, e habilidades de processo, isto é, escuta ativa e pensamento crítico, serão essenciais para muitas indústrias (WEF, 2016). Também será fundamental que os funcionários adotem uma mentalidade de aprendizagem ao longo da vida, já que a requalificação provavelmente não será um evento único, mas sim algo que ocorre continuamente ao longo de toda a carreira (WEF, 2018).

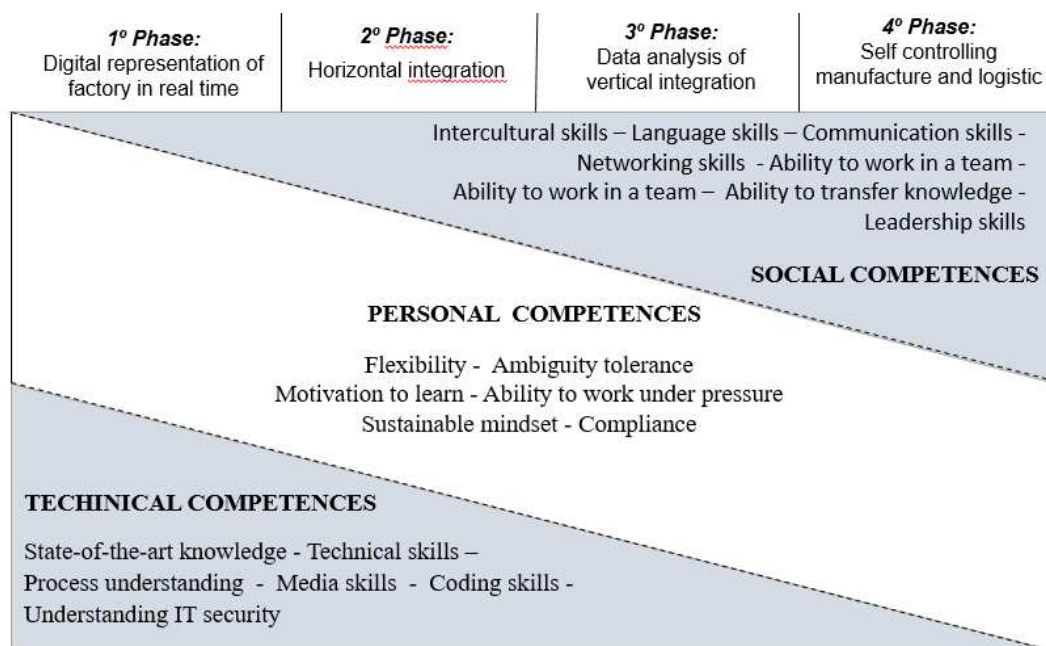
A necessidade imediata para países com uma grande força de trabalho de produção como o Brasil é treinar e reciclar os funcionários atuais para lidar com as lacunas de habilidades criadas pelas mudanças do mercado de trabalho (WEF, 2018). Os principais desafios para os trabalhadores no novo cenário tecnológico, como a redundância, contenção e aumento do desemprego, podem ser enfrentados pela educação e pelo treinamento (CALITZ; POISAN; CULLEN, 2017). Abordagens metodológicas inovadoras serão necessárias para planejamento e desenvolvimento de sistemas de manufatura na industrial digital e, para tanto, a criação, gerenciamento e compartilhamento do conhecimento se tornam fundamentais (LASI et al., 2014).

Entre os países desenvolvidos e o Brasil persiste uma grande disparidade, inclusive, entre teoria e prática, pois como relatado por Cardoso et al. (2017), o que é ensinado nas universidades não se aplica aos contextos empresariais. O atraso brasileiro em relação aos países desenvolvidos se dá pela falta de investimento em profissionais qualificados e

tecnologias de ponta. Mas isso só é possível quando os empreendedores também têm algum apoio do governo e de políticas públicas que promovem o desenvolvimento (CARDOSO et al., 2017). Atuação governamental ocorre, por exemplo, pela criação de novos currículos e disciplinas no ensino superior, investimentos em estrutura de ensino e formação de professores (BRASIL, 2018). Mas é importante salientar que a qualidade da educação é mais importante que a duração já que criar, desenvolver e incorporar novas tecnologias requer mão-de-obra qualificada, incluindo treinamento em ciências para aqueles mais envolvidos no processo de inovação (PEDROSA; CHAIMOVICH, 2015).

Nos trabalhos de Hecklau et al. (2016) e Liboni et al (2019) as competências compiladas em diversos trabalhos foram categorizadas em quatro grupos principais, sendo eles de competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais. Na figura 3 abaixo, encontram-se listados os conhecimentos, habilidades e atitudes esperadas pelos profissionais para a Quarta Revolução Industrial.

Figura 3. Competências principais na Indústria 4.0.



Fonte: Liboni et al (2019)

Considerando que o crescente volume de dados aumentará a demanda pelo sistema e, serviços em nuvem, de um modo geral, as competências e deveres em devem aumentar maciçamente em importância e fundir-se com as outras competências técnicas de produção

existentes (HIRSCH-KREISEN, 2016). A Tecnologia da Informação, que possui um papel fundamental de integração nas empresas, apesar de ser uma área vista apenas como suporte pelos outros setores, passa a ter uma importância maior na Indústria 4.0 (WEF, 2016), estando no cerne das ações de promoção de formação profissional. Os profissionais envolvidos na produção de componentes e maquinário, geralmente engenheiros (mecânicos, elétricos, de produção, etc.), deverão ter também competências dos profissionais de computação (analistas de sistemas, cientistas da computação, desenvolvedores e programadores de software) para as fábricas digitais (BENESOVA; TUPA, 2017). Capacidades como auto-organização, gerenciamento, trabalho em equipe e habilidades de comunicação também devem crescer em importância no mundo emergente (KERGROACH, 2017) complementando as competências de inteligência emocional, social e cognitiva que são eficazes em papéis profissionais, gerenciais e de liderança em muitos setores da sociedade (BOYATZIS, 2008).

3. MÉTODO

Retomando o objetivo geral “descrever as competências requeridas para a Indústria 4.0 no Brasil para o desenvolvimento sustentável”, o presente estudo se enquadra como pesquisa de caráter exploratório, de natureza qualitativa. Por definição, a pesquisa exploratória se constitui no desenvolvimento e esclarecimento de conceitos para temas pouco explorados (GIL, 2008), como o tema Indústria 4.0 para tecnologias verdes abordado no presente. Já a pesquisa qualitativa objetiva compreender as perspectivas / experiências de indivíduos ou grupos e os contextos nos quais essas perspectivas ou experiências estão situadas (MARKONI; LAKATOS, 2002), sendo estudada, neste caso, a situação da indústria no Brasil.

As competências necessárias para os profissionais da Indústria 4.0 já foram elucidadas e discutidas nos trabalhos de Assunção (2016), Becker e Stern (2016), Dregger et al. (2016), Hirsch-Kreisen (2016), Calitz, Poisat e Cullen (2017), Kergroach (2017) e de Jabbour (2018). O modelo desenvolvido por Hecklau et al. (2016) permite que as empresas realizem uma análise das competências essenciais, visualizando individualmente quais estão presentes e quais precisam ser desenvolvidas nos trabalhadores, sendo seu enfoque analítico individual. Muitas vezes, com intuito de obter uma análise mais específica de um fenômeno mais descrito, como a que se propõe neste trabalho, um levantamento de dados se faz mais

adequado (MARCONI; LAKATOS, 2002). A triangulação, que combina fontes de coleta de dados distintos, será realizada visando o aumento de confiabilidade dos resultados obtidos, oferecendo um caráter científico às pesquisas qualitativas (ZAPPELLINI; FEUERSCHÜTTE, 2015; ABDALLA et al., 2018).

Especificamente para o objetivo específico 1, isto é, “Verificar a formação dos profissionais desenvolvedores de projetos sustentáveis na Indústria 4.0” foi utilizada a técnicas de netnografia para levantamento de dados. A netnografia mantém relação com o método etnográfico que se caracteriza pela tentativa de estudar as esferas comportamentais, de comunicação e atitudes de grupos ou culturas, não exclusivamente no universo virtual, mas também no real pois o primeiro é capaz de espelhar o segundo (NOVELLI, 2010). A netnografia possui algumas vantagens como a redução da subjetividade na análise dos dados e por ser uma ferramenta robusta para analisar o comportamento de muitos indivíduos (CORREIA; ALPERSTEDT; FEUERSCHÜTTE, 2017). O método surgiu em uma época na qual a internet era fortemente baseada em conteúdo textual e permite novas formas de explorar o cotidiano dos grupos ou culturas específicas (NOVELLI, 2010), neste caso, da rede social com fins profissionais “LinkedIn”. O LinkedIn possui um sistema de busca que possui a função de pesquisa utilizando modificadores booleanos que permitem filtrar e refinar os resultados exibidos. No mecanismo de busca não são incluídos termos similares ou com erros de ortografia.

Apesar da falta de confiança nos dados obtidos ser citada como uma das desvantagens em sua utilização (NOVELLI, 2010), decorrente da possibilidade de usuários criarem perfis falsos em sua totalidade ou com informações inverídicas (CORREIA; ALPERSTEDT; FEUERSCHÜTTE, 2017), o uso do LinkedIn como banco de dados a ser observado diminui esses riscos, pois ele é reconhecido mundialmente por muitas empresas e profissionais de recursos humanos, sendo utilizado como ferramenta complementar de recrutamento e monitoramento de comportamento da força de trabalho (YOKOYAMA, 2016; CHANG; LIU; SHEN, 2017). O site, que tem como missão “[...] conectar os profissionais do mundo para torná-los mais produtivos e bem-sucedidos.” (LINKEDIN, 2018), é a principal rede social profissional online para busca de candidatos e anúncio de oportunidades. Os usuários do LinkedIn publicam suas informações relacionadas às suas carreiras profissionais e mantêm conexões profissionais entre candidatos a emprego e fornecedores ou entre grupos com os mesmos interesses profissionais, podendo a divulgação de informações no LinkedIn

ser confidencial (CHANG; LIU; SHEN, 2017). Isso possibilita aos interessados a visualização das conexões de rede do indivíduo, a identificação de seus amigos em comum e as habilidades técnicas e pessoais do candidato (YOKOYAMA, 2016).

A pesquisa netnográfica ocorreu conforme os seguintes passos:

1. No mecanismo de busca foram utilizadas as palavras-chaves relacionadas ao tema do trabalho, isto é, o desenvolvimento de tecnologias verdes na Indústria 4.0. Foram buscados os termos “Indústria 4.0”, “sustentabilidade”, “inovação”, “tecnologia(s) verde(s)”, “economia circular”, “fábrica(s) digital(is)”, “manufatura(s) digital” e “cidade(s) inteligente(s)” nos idiomas português e inglês, tanto individualmente como a combinação dos termos;
2. A partir dos resultados obtidos, verificou-se a enorme quantidade de currículo as serem trabalhados e a diversidade de perfis encontrados, fugindo do objetivo dessa pesquisa;
3. Realizou-se uma nova busca apenas com “indústria 4.0” em que foram colhidas informações dos perfis dos indivíduos, tais como cursos de formação, cursos de especialização, experiências profissionais, experiência no exterior e conhecimento de idiomas;
4. Em seguida as competências, chamadas pelo LinkedIn de “skills” foram destacadas em diferentes seções: técnicas e interpessoais. O site propõe essa divisão e a pesquisa seguiu esse formato para facilitação da análise dos dados.

Observando os passos listados e considerando que o espaço online utilizado trata-se de uma rede social que abrange apenas uma parte da população mundial e, sendo aplicados diversos filtros de pesquisa para coleta e análise de dados, pode-se caracterizar a seleção como amostragem por conveniência. Seguindo o sugerido por Correia, Alperstedt e Feuerschütte (2017), esta escolha diminui ainda mais os riscos de falsas informações dentro das comunidades virtuais. Foram analisados os perfis dos dez indivíduos mais bem colocados no resultado da busca realizada no site.

Conforme citado, além do método netnográfico, será realizado a entrevista em profundidade. Seu uso terá duas funções: a confrontação com os resultados obtidos com a outra técnica e uma diminuição do viés da pesquisadora, abrindo o espectro de atuações, evitando-se assim a subjetividade. Far-se-á contato com indivíduos envolvidos com a

Indústria 4.0, mais precisamente empresários, profissionais de recursos humanos e pesquisadores, de modo a incluir o viés profissional dos envolvidos no tema.

A entrevista foi realizada em janeiro de 2019, sendo a seleção dos indivíduos sendo realizada por meio da ferramenta de busca do LinkedIn, filtrando os resultados obtidos pela netnografia e adequando aos interesses da pesquisa.

Uma vez terminadas as coletas e compilações de dados, o tratamento e análise ocorrerão em duas etapas distintas, uma para cada método respectivamente, utilizando a metodologia proposta por Bardin (1977). Para a coleta por meio de pesquisa netnográfica, um levantamento da frequência será executado, observando-se a ocorrência dos termos utilizados, os resultados dos cursos de formação, idiomas, etc. Para questões abertas, a análise de conteúdo permitirá uma visão mais ampla, considerando o contexto e a história nos quais a pesquisa se insere (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011). Terminado o levantamento e a análise dos dados, estes serão colocadas em paralelo para verificar a lacuna entre a formação dos profissionais e as expectativas observadas. Somente com essas informações será possível a correta proposição dos métodos e técnicas a serem aplicados para a formação das competências para o desenvolvimento sustentável, conforme o terceiro objetivo específico indicado.

Para sintetizar os procedimentos metodológicos de forma objetiva, relacionando-os com os objetivos de pesquisa, optou-se por utilizar a Matriz de Amarração (Quadro 1) proposta por Mazzon (1978), pois esta permite que se visualize nos trabalhos em Administração “[...] sua estrutura, da coerência da proposta, do desenvolvimento, de suas limitações e de sua defesa, além de, na mesma medida, favorecer a compreensão e/ou a avaliação de terceiros.” (TELLES, 2001, p. 71).

Passo a passo da Netnografia:

1. Busca usando perfil de recruter

a) palavra chave: indústria 4.0 >> resultados

b) palavra chave: "industria 4.0" >> resultados

c) palavra chave: industry 4.0 >> resultados

d) palavra chave: “industry 4.0” >> resultados

e) palavra chave: industrie 4.0 >> resultados

f) palavra chave: “industrie 4.0” >> resultados

2. Considerando que os resultados sem aspas foram superiores para os três idiomas, foi realizada, em seguida, a aplicação de filtro conforme localidade dos resultados primários:

i) Para **a)** apenas perfis localizados no Brasil

ii) para **c)** apenas perfis localizados nos EUA.

iii) para **e)** apenas perfis localizados na Alemanha.

No caso dos resultados de industry 4.0 e “industry 4.0”, a quantidade de resultados do primeiro em relação ao segundo chegou a aproximadamente 415%.

Quadro 1. Matriz de Amarração Metodológica.

Questão-problema e objetivo geral	Objetivos específicos	Autores	Levantamento / Análise de Dados	Resultados esperados
Descrever as competências em para a Indústria 4.0 no Brasil e sugerir ações de melhoria	1. Verificar o perfil dos profissionais desenvolvedores de projetos sustentáveis na Indústria 4.0'	HECKLAU et al., 2016; BECKER; STERN, 2016; PRAUSE; ATARI, 2017; KERGROACH, 2017	Netnografia	- Curso de Formação - Cursos de especialização - Experiências profissionais - Experiência no exterior - Conhecimento de idiomas
	2. Identificar as competências esperadas pelas Indústrias 4.0 para os profissionais envolvidos em projetos de sustentabilidade	KRAMAR, 2013; JABBOUR; JABBOUR, 2014	Netnografia	- Competências técnicas e interpessoais
			Entrevista	
	3. Relacionar competências e gargalos no desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil, em especial em tecnologias sustentáveis.	LIBONI et al, 2018; CEZARINO et al 2019.	Netnografia	- Framework
			Entrevista (Questões:	

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção apresentam-se as duas etapas de pesquisa da dissertação de mestrado: os resultados da netnografia e da entrevista em profundidade.

4.1. Netnografia

Foram selecionados os dez primeiros indivíduos que apareceram no top da lista do buscador. Os perfis foram analisados de acordo com as variáveis já citadas na seção de métodos dessa dissertação. Dos dez primeiros da lista, há apenas uma mulher.

As palavras-chave escolhidas pelos profissionais são: *Digitalization, IIoT and Industry 4.0; Industry 4.0 professional; Multi Specialist in HR | Industry 4.0 Specialist; Advanced Data Analytics, Industry 4.0; Innovation, industry 4.0 and agile enthusiast; Working on Industry 4.0; Head of Industry 4.0 Project at ABDI; Industry 4.0 entrepreneur.*

Os resultados sobre a formação profissional encontram-se no quadro 2 a seguir:

Quadro 2 – Perfil de formação profissional

Todos os indivíduos possuem curso de graduação. As áreas variam de engenharia elétrica, de produção até administração de empresas, esta última com cinco representantes. Apenas dois formados em universidades particulares (Fundação Getúlio Vargas) e um formado no exterior na Universidade de Colônia, na Alemanha.

Quatro candidatos possuem MBA em diferentes áreas como: Administração, Engenharia da Produção, Sistemas de Informação e Tecnologia da Informação. Três deles possuem mestrado em universidades de renome no Brasil, um inclusive com mestrado em Harvard.

Fonte: Autoria própria (2019).

Já em relação à localização atual dos indivíduos, cinco se encontram em São Paulo, dois deles no Rio de Janeiro, dois em Curitiba e uma em Blumenau. Mostrando uma concentração desses profissionais na região sudeste e sul do país. As empresas e cargos hoje desenvolvidos são variados. Há grandes empresas como Siemens, Delloite, Boticário, SKF e uma grande associação industrial brasileira nas quais os perfis atuam como diretores de

operações, vendas e analistas de dados como também startups em que os indivíduos operam como sócios ou CEOs.

A experiência no exterior é sempre desenvolvida na base de estudos e não em experiência internacional de trabalho com exceção de um dos indivíduos que esteve por quatro anos trabalhando em uma multinacional na Alemanha.

Todos conhecem a língua inglesa e dois deles apresentam fluência em espanhol, alemão e francês. Nenhum deles exibiu conhecimentos em mandarim ou outras línguas árabes ou asiáticas. O alemão é considerado fluente em apenas um candidato, obviamente, aquele que teve sua formação educacional nesse país.

A média de experiência é alta, 10,2 anos, o que demonstra maturidade profissional desses indivíduos em suas funções. A média de número de empresas já trabalhadas é de 4,5 mostrando durações razoavelmente longas para o setor de tecnologia. A exceção é de um dos indivíduos que é empreendedor e já abriu mais de oito empresas, ficando numa média de dois anos em cada organização, sendo assumindo a posição de CEO. Outro destaque é de um perfil que trabalhou em grandes empresas até meados dos anos 2010 e depois se desligou para abrir o próprio negócio. Conseguiu desenvolver duas empresas como CEO, uma patente e hoje se declara em ano sabático em seu perfil.

As certificações apresentadas são muito variadas. Há certificações de coaching, e diversas certificações providas pelas empresas de TI, PMP (Project Management Professional) e todas certificações de treinamentos em softwares e linguagens de programação.

Sobre as competências, o LinkedIn apresenta uma seção em que o próprio indivíduo aponta suas *skills* e partir daí pode receber recomendações de outros indivíduos de sua rede (*endorsements*). No quadro 3 são descritos os skills e as recomendações de cada perfil pesquisado.

Quadro 3 – Competências Técnicas

Indivíduos	Skills – Competências	Endorsements Recomendações
1	Profibus	3
	Modbus	3
	HMIs	2
	Industrial Control	2
	S7	1
	CLP (Controlador lógico programável)	22
	Engenharia elétrica	14

	SCADA (Sistemas de supervisão e aquisição de dados)	11
	IHMs (Interfaces homem-máquina)	4
	Controle de processos	4
	Engenharia de Automoção	4
	Automoção	4
2	Business Intelligence	6
	IT Management	3
	IT Strategy	3
	Project Management	2
	Data Analytics	2
3	Commissioning	20
	Engineering	19
	Process Automation	15
	Process Control	12
	Electrical Engineering	13
	Power Systems	11
	Instrumentation	8
	Power Plants	8
	Power Generation	7
	DCS	6
	Energy Management	6
	Project Engineering	8
	Power Distribution	5
	Tools & Technologies	5
	Programmable Logic Controller (PLC)	5
4	SOA	22
	Web Services	16
	Cloud Computing	15
	ERP	14
	Startups	13
	IT Management	13
	Business Intelligence	11
	ITIL	10
	Supply Chain E-commerce	7
	E-commerce Pre-sales	7
	IT Strategy	6
	Supply Chain	6
	E-commerce	5
	Pre-sales	5
	Software Project Management	5
	IT Service Management	5
	Network Administration	5
	System Administration	5
	Requirements Analysis	5
	Enterprise Architecture	5
	Network administration	5
5	HR Consulting	27
	Succession Planning	37
	Employee Benefits	17
	Internal Communications	12
	HR Policies	11
	Performance Management	13
	Recruiting	11
	Organizational Design	10
	Technical Recruiting	9
	Workforce Planning	9

	Executive Search	10
	Compensation & Benefits	1
	Consulting	1
	Entrepreneurship	1
	Change Management	1
	Big Data	1
	HRIS	9
	Human Resources Information Systems (HRIS)	8
	Microsoft Excel	1
6	PDCA	7
	Six Sigma	5
	Project Management	6
	Business Process Mapping	3
	Continuous Improvement	4
	Supply Chain	3
	DMAIC	4
	Supply Chain Management	3
	Strategic Planning	4
	Logistics	3
	Scrum	2
	Key Performance Indicators	3
	Business Strategy	2
	Business Planning	2
	AutoCAD	5
	Microsoft Excel	5
	Minitab	2
	Visual Basic	2
7	Solution Selling	10
	Engineering	6
	Business Development	4
	Customer Relationship Management (CRM)	2
	Cross-selling	2
	Business Intelligence	2
	Product Development	4
	Cloud Computing	4
8	Business Strategy	6
	Management Consulting	1
	Government	3
	Project Planning	6
	Environmental Policy	1
	Automotive	2
	Public Policy	2
	International Relations	2
	International Development	2
	Business Intelligence	2
	Market Research	3
	Strategy	2
	Business Planning	3
	Market Analysis	1
9	Engineering	2
	Agile Methodologies	2
	Manufacturing	2
	Product Development	1
	Business Strategy	1
	ERP	1
	Lean Manufacturing	2

	Scrum	1
	B2B	1
	Microsoft Project	14
	SCADA	1
	SAP	1
	SQL	2
	Oracle	1
	Microsoft Office	1
10	Security	42
	Information	43
	ITIL	41
	Management	32
	Project Management	47
	Information Technology	23
	Network Security	17
	Project Planning	14
	Strategic Planning	20
	ISO 27001	10
	IT Management	11
	Project Portfolio Management	8
	Program Management	8
	IT Strategy	8
	Product Management	7
	Identity Management	5
	Business Process	7
	Events Management	3
	PMP	3
	COBIT	6
	ISO 14001	2
	Information Security Policy	2
	Confocal Microscopy	2
	Operational Planning	2
	PMO	2
	Environmental Management	2
	Event Management	2
	3D Printing	1

Fonte: Autoria própria (2019).

Quando se trata de “*interpersonal skills*” ou competências interpessoais, os dados revelam escassez de dados, conforme quadro 4. Percebe-se, com clareza, que essas competências não são as mais destacadas do currículo desses profissionais e nem se apresentam de forma tão corroborada pelas recomendações. Os indivíduos 7 e 9 confundem as competências interpessoais com competências técnicas da administração, reduzindo ainda mais seu escopo e relevância no perfil.

Quadro 4 – Competências Interpessoais/Sociais

1	Não houve menção	
2	Leadership	2

	Management	1
3	Não houve menção	
4	Não houve menção	
5	Training	24
	Interviews	26
	Management	28
	Personnel Management	24
	Employee Relations	16
	Leadership	16
	Organizational Development	15
	Career Development	11
	Employee Engagement	13
	Labor Relations	8
	Interviewing	10
	Talent Management	12
	Mentoring	8
	Team Leadership	11
	Performance Appraisal	1
	Leadership Development	1
	Training & Development	1
	Career Counseling	1
	Team Management	1
	Teaching	1
	Talent Acquisition	74
	Compensation	9
	Behavioral Interviewing	1
	Industry 4.0	1
6	Team Leadership	2
	Negotiation	2
	Management	2
7	Networking	11
	Desenvolvimento de produtos	7
	Engenharia	8
	PDM	2
	Altium Vault	3
	Planejamento estratégico	2
	Social Selling	2
	Up-selling	2
	SPIN Selling	2
	Inglês	2
	Estratégia de Marketing	2
	Planejamento empresarial	2
	Outbound Marketing	2
	Inbound Marketing	3
	Customer Success	2
	Gestão Comercial	2
	Inbound Sales	3
	Gestão de contas Negociação	1
	Gestão de vendas	1
8	Industry 4.0	1
9	Automação	12
	Engenharia	6
	ERP (Planejamento de recursos empresariais)	2
	Melhoria contínua	2
	Integração	2
	Desenvolvimento de produtos	1

	Gestão de produtos	2
	Fabricação enxuta	1
	Planejamento estratégico	1
	Administração	1
	Gestão de TI	1
	Liderança de equipe	4
	Gestão	1
	Negociação	1
	Inglês	1
	Software B2B	1
	IoT	1
	Gestão de prioridade	1
	Intellectual property	1
10	Governance	37
	PKI	5
	Backtrack	4
	Business Continuity Planning	4
	Zoology	3
	Issues management	3
	BS25999	2
	Immunofluorescence	2
	PMI	2
	Maturity Models	1
	Security Information	1

Fonte: Autoria própria (2019).

Analisando os dados netnográficos é possível perceber que não indícios de cruzamento entre as características de perfil e as competências para indústria 4.0 no Brasil levantadas com quaisquer menções à sustentabilidade, gestão da sustentabilidade, ecotecnologias ou tecnologias sustentáveis.

4.2. Entrevista em profundidade

O entrevistado foi acionado por telefone e concedeu respostas a todas as perguntas a ele direcionadas, com cortesia e entusiasmo. Há 25 anos trabalha na área industrial como engenheiro, passando por multinacionais e já foi empreendedor de duas empresas. Atualmente está alocado como gerente de tecnologia para fábricas no setor do processamento de alimentos. Domina o inglês e o espanhol. Ficou três anos e meio como gerente executivo de vendas. Como atualização frequentou um curso de extensão na Fundação Vanzolini sobre indústria 4.0.

Sua atuação era consultoria nas plantas da empresa, melhorando processos industriais com foco em qualidade de produtos e produtividade da fabricação. Entendo as demandas de cada planta industrial e provendo soluções aos processos produtivos, voltados às soluções de

digitalização. O executivo atua como consultor interno da empresa provendo alternativas digitais aos atuais processos de fabricação.

Ele conta que esteve na feira de Hanover na Alemanha como convidado pela Siemens e a partir daí teve contato com a quarta revolução industrial em seu berço o que o despertou para uma nova era tecnológica. Relata ter ficado intrigado em como a inteligência artificial, *machine learning*, *Iot* e realidade aumentada poderiam modificar e moldar os processos da indústria brasileira. Percebeu que isso seria revolução para todo mundo, inclusive o Brasil.

O executivo relata que uma de suas funções na empresa onde trabalha é “evangelizar” ou disseminar o conceito de indústria 4.0 aos seus clientes internos, as fábricas da empresa. Para ele, as empresas brasileiras ainda estão muito incipientes em relação ao conceito, nem as considera na fase de *early adopters*, pois não acredita que ainda a indústria brasileira está se transformando digitalmente. Ele entende que há uma defasagem, mas que isso deve ser temporário haja vista que ao redor do mundo, principalmente em países desenvolvidos, esse conceito já está bastante consolidado. “Até mesmo por uma questão de competitividade, para melhorar a produtividade eu acho que as empresas no Brasil vão começar a investir nisso ainda esse ano”. Muitas vezes

Para o entrevistado, num primeiro momento, a indústria deve melhorar a tomada de decisão. “Coisas que hoje podemos melhorar com automação faz com que os dados sejam mais precisos, no chão de fábrica o impulso será grande para tomada de decisão, ajudando nos insights. Não só os dados, mas as soluções de como e porque a performance está acontecendo e também quais seriam as ações de melhoria”.

O entrevistado corrobora que o Brasil vai caminhar para a transformação de uma fábrica tradicional para uma fábrica inteligente, com base no atendimento de indicadores de performance que os sistemas inteligentes podem ler e atuar, sem a influência humana. A relação homem-máquina vai responder operacionalmente ao gestor, deixando-a mais autônoma, *smart*.

Questionando sobre o capital humano para atuar nesse contexto, o entrevistado mostra que para atuar na indústria 4.0 se faz necessário o conhecimento de engenharia de processos. “Como o processo é feito, como nasce o produto, como são os processos de transformação”. Isso demonstra que o conhecimento básico seria o de engenharia de produção abordando as atividades de programação de produção, sistemas, desenvolvimento de produto, manutenção e controle de qualidade. Outro ponto destacado foi o profissional com característica de cientista

de dados “como você pode trabalhar com dados”. Os dados são abundantes mas muitas vezes não se sabe o que fazer com eles. Para ele o super profissional do futuro é aquele que conhece a base do processo e sabe manipular grande quantidade de dados. Será um perfil muito demandado.

Sobre as competências interpessoais não vê grandes mudanças, elas tendem a ter mais ênfase em função da necessidade maior do trabalho colaborativo. Na era digital, as metodologias ágeis são muito mais colaborativas, os indivíduos performam partes para que o projeto se finalize. A indústria 4.0 se baseia nessa proposta o que enfatiza ainda mais o trabalho em grupo e pessoas que sabem lidar com diferenças e pressões.

A demanda por profissionais de TI, por si só, sempre foi tratada como *backoffice*. “Isso tende a mudar, o perfil do profissional de TI não pode ser mais puramente técnico, operacional, ele está migrando para o front da companhia”. Há demandas mais sistêmicas em entender as necessidades dos clientes pelos dados apresentados (big data) e transformar essa informação em mudança no processo produtivo, seja o material usado, seja a forma de fabricar, seja qual for a demanda que o cliente quiser. “Caberá ao profissional de TI materializar a ponte entre o marketing e as operações, e para isso ele tem que saber um pouco de ambas as áreas”. Essa mudança, segundo ele, tem sido muito rápida. O cientista de dados é originalmente de TI mas tem ganhado importância estratégica cada vez maior. E os profissionais da engenharia de produção também terão que ganhar experiência em TI, exige-se um novo perfil. “As áreas estão todas interligadas: banco de dados, infraestrutura de TI, sistemas produtivo”. No futuro deverá existir uma disciplina que comungue todas as áreas.

Em todas as áreas a indústria 4.0 está presente, na empresa onde ele trabalha esse projeto é chamado *end-to-end*. Ele integra desde a recepção de matérias-primas, passando pelos processos transformacionais, produtos acabados, armazenagem, distribuição até a chegada no consumidor final, onde ele será utilizado. O entrevistado afirma que isso não é mais infraestrutura trata-se de algo presente em todos os processos, a TI não é mais *backoffice*.

Quanto ao desenvolvimento sustentável, ele coloca que a indústria 4.0 muda seu contexto positivamente. Toda a tecnologia empregada vai favorecer o controle e a gestão da sustentabilidade, deixando-a mais profissional e precisa. “Tudo depende de quanto a própria empresa estabelece como política levar a sustentabilidade como prioridade, aí a digitalização entra como um meio para facilitar e agilizar a gestão”. Um exemplo é a logística reversa que

permite a rastreabilidade dos produtos usando tecnologia de sensores, geolocalização e inteligência artificial. No caso da empresa “XX” onde trabalho ela melhora o *compliance* da empresa, a tecnologia trabalha em benefício para sustentabilidade”

O entrevistado afirma que a indústria brasileira ainda está muito defasada, elas precisam revolucionar seu modo de fabricar, há muitas dificuldades ainda. Baixa qualificação e pouco investimento no sentido do empresário não entender os benefícios produtivos e lucrativos que ele pode obter com a digitalização. “Definitivamente não estão preparadas”. Nesse caso, o engajamento deve ser *topdown*. A diretoria tem que ter essa visão para que a mudança aconteça, trata-se de um investimento financeiro para que aí se possa treinar e conscientizar os funcionários. “A partir do convencimento do CEO e da diretoria começam os investimentos em TI e qualificação dos funcionários que dependerá do *timing* do setor industrial ao qual essa indústria pertence. Quanto mais tecnológico é o setor, mais atrasadas podem estar as empresas brasileiras”.

Em relação à qualificação profissional, o entrevistado percebe um vácuo entre as grandes empresas e as médias e pequenas. As grandes, segundo ele, têm investido em qualificação de seus funcionários e infraestrutura de tecnologia com mais vigor. Enquanto isso, as pequenas e médias não se atentaram com tanta assertividade, entendendo, muitas vezes, como algo passageiro ou “modismo”. É importante que todas entendam e corram contra esse atraso. Na indústria de alimentos e bebidas já é natural uma defasagem da indústria brasileira, com o advento da transformação digital isso tende ainda a ficar mais difícil. “É preciso acelerar o processo urgentemente”.

No Brasil as pessoas estão procurando se informar do que se trata isso, mas ainda não existem universidades ou cursos que se destaquem na área. A internet consegue compartilhar bastante conhecimento, mas, nesse sentido, ainda há confusão sobre o conceito, sobre quais são os recursos”. Para ele, os profissionais que desejam trabalhar com indústria 4.0 não estão sendo preparados de acordo para atuar nesse contexto. Os cursos de Engenharia e os cursos de TI, segundo ele, não conseguem dar uma formação completa. “A expertise é nova, é uma confluência de duas áreas bem distintas anteriormente, isso não é facilmente quebrado”. Há metodologias e áreas muito tradicionais e a universidade não tem contribuído no geral para isso, apesar de haver algumas iniciativas locais que conseguem fazer conexão com empresas e incluir os alunos nessa multidisciplinaridade. O entrevistado cita a Fundação Dom Cabral, o Insper mas admite não conhecer os programas a fundo.

“O profissional interdisciplinar será muito valorizado, aquele que consegue já entender a produção digitalizada, aquele que olha holisticamente a produção, os dados a estatística, o verdadeiro profissional 4.0”. Em sua visão, o *blockchain* será muito utilizado e os engenheiros e administradores não estão sendo treinados para isso.

Para finalizar, foi feito um agradecimento ao entrevistado que solicitou que os resultados da dissertação fossem compartilhados com ele.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos quadros e competências revelam informações vagas e confusas. Muitas das competências técnicas descritas são, na verdade, certificações ou conhecimentos específicos de linguagens de TI ou de administração. Não há cuidado no relacionamento das informações por indivíduo sendo que o site não sugere as competências e sim, permite que a própria pessoa as configure adequadamente. Elas se encontram de forma embaralhada misturando conhecimentos técnicos, informações de produtos e resultados administrativos com linguagens de tecnologia de informação.

Dessa mesma forma se apresentam as competências interpessoais ou sociais. Algumas são apenas palavras de impacto como “liderança” e “administração” que pouco dizem sobre o desenvolvimento de quaisquer habilidades dos indivíduos. Outra questão é a indicação de competências focadas na gestão de pessoas e pouco na própria performance ou atributos individuais. Um destaque pode ser dado ao indivíduo 5 que teve maior sucesso na descrição de suas competências interpessoais. Houve, com frequência acentuada, a confusão entre a citação de um conhecimento técnico com uma competência interpessoal, como pode ser visto, por exemplo, na descrição do indivíduo 10. Nota-se que alguns candidatos sequer mencionaram competências interpessoais.

Tal esvaziamento pode se justificar em função da falta de credibilidade que o ato de elencar competências interpessoais na página do LinkedIn pode gerar quando o indivíduo é avaliado a um cargo ou nova função de trabalho. Talvez isso justifique o fato das competências interpessoais não serem consideradas importantes para gestores de alta qualificação com os dez selecionados para estudo.

Analisando as informações providas pela entrevista foi possível identificar sinergias entre o arcabouço teórico proposto na dissertação e os dados encontrados.

A primeira questão mencionada pelo gestor foi que a fábrica inteligente poderá tomar **decisões** de forma automática, facilitando a tomada de decisões no processo produtivo. Tal afirmação vai ao encontro do que propõe Drath e Horch (2014) e Morrar et al. (2017) quando afirmam que o uma das vantagens da indústria 4.0 é o monitoramento inteligente nos processos de produção para auxiliar na tomada de decisões e na manutenção de máquinas para reduzir custos das indústrias alemãs. A tomada de decisão também é melhorada, segundo o gestor, pela **precisão** dos dados gerados, concordando com as afirmações de Cezarino et al. (2018).

Dentre as demandas apontadas pelo gestor como essenciais para esse novo profissional da indústria 4.0 está a **interdisciplinaridade** entre conhecimento de engenharia de processos, gestão e tecnologia da informação. Essas informações estão presentes nos currículos da maioria dos indivíduos mapeados, porém a forma de apresentação das mesmas é confusa e com detalhamentos excessivos. Da amostra estudada, todos os indivíduos possuem a formação base desejada na entrevista do gestor: engenharia, gestão ou tecnologia de informação, porém nenhum deles exibe com precisão como essas formações podem promover competências técnicas em sua performance. Para Lasi et. Al. (2014) As abordagens e ideias no contexto da Indústria 4.0 estão situadas na interface das disciplinas engenharia elétrica, administração de empresas, ciência da computação, engenharia de sistemas de negócios e de informação e engenharia mecânica, assim como os segmentos correlatos. A Tecnologia da informação deixa de ser área de suporte e assume função estratégica, conforme o gestor entrevistado aponta e suportado pelo relatório do Fórum Econômico Mundial (WEF, 2016) e pelos trabalhos de Bensova e Tupa (2017).

Outra consideração importante que o gestor menciona para a indústria 4.0 é um profissional que saiba **trabalhar em grupo, de forma colaborativa**, tenha boa sociabilidade de comunicação, corroborando que na 4.0 será exigido que os indivíduos trabalhem em equipe e saibam aprimorar seus conhecimentos pelo compartilhamento e construção conjunta de conhecimento (WEF, 2016). Novamente os indivíduos que se expõem como experts em indústria 4.0 não apresentaram tais competências como foco de seu perfil. Há possibilidade de que a confecção das páginas não ter sido precisa o suficiente ou há a possibilidade de que os candidatos a possíveis vagas na indústria 4.0 não apresentem as competências sugeridas pelo gestor entrevistado.

Outro ponto ressaltado foi o aumento de **produtividade** que a indústria 4.0 pode prover, segundo Becker e Stern (2016) e Culle (2017) a eficiência produtiva causa o aumento da demanda por especialistas em dados que excedem tanto a oferta atual quanto a capacidade atual dos sistemas de educação e treinamento de prover este mercado. A questão da **qualificação** deficitária e não acompanhamento das universidades brasileiras em prover treinamento para esse novo profissional também é enfatizada pelo gestor, mesmo fazendo ressalvas a algumas iniciativas isoladas, conforme propõe Dregger et al., (2016). Para Li et al (2017) capitais humanos inovadores ainda são escassos. Segundo Cardoso et al. (2017), o que é ensinado nas **universidades brasileiras** não se aplica aos contextos empresariais. O atraso brasileiro em relação aos países desenvolvidos se dá pela falta de investimento em profissionais qualificados e tecnologias de ponta.

Na entrevista foi possível destacar que o principal link que o gestor aponta entre indústria 4.0 está na logística reversa, ou seja, parte do sistema de **economia circular**. Conforme Stock e Seliger (2016) a economia circular é um dos maiores resultados da digitalização da cadeia produtiva. Sendo assim, é possível afirmar que a digitalização ou a indústria 4.0 pode contribuir para o desenvolvimento sustentável, salvo que o processo deve ser liderado, organizado e mensurado pelas políticas empresariais. Segundo Murray et al. (2017) e Farias et al. (2013) os sistemas logísticos sustentáveis podem ser projetados de forma preventiva com método de minimização de lixo e emissão de carbono.

Por fim, comparando os dados da entrevista com os da netnografia é possível notar que os indivíduos percebem a demanda do mercado por profissionais que tenham conhecimento da indústria 4.0, por isso as exibem nas palavras-chave (que os fizeram ser captados na busca) mas não dissertam sobre essas qualificações na área pertinentes às competências. Muito menos apresentam certificações, documentos ou patentes que sinalizem experiência ou habilidade na área.

As competências demandadas pela indústria 4.0 segundo o gestor entrevistado, a netnografia e o arcabouço teórico apresentado circulam ao redor das competências técnicas e interpessoais. As técnicas podem ser descritas como conhecimento em TI, sistemas de produção e as tecnologias digitais da fábrica inteligente. O profissional com maior expertise para esse desenvolvimento será o engenheiro, administrador e analista de dados.

Todavia, quando se discutem as competências interpessoais ou sociais muito se corrobora do modelo proposto por Liboni et al. (2019) quando a comunicação, capacidade de

se trabalhar em grupo e a flexibilidade são exaltadas. A novidade ao modelo é a interdisciplinaridade, quando o profissional de TI deixa de ser suporte administrativo à fábrica e ao mesmo tempo o engenheiro ou o administrador precisa entender como manipular os dados para seu gerenciamento mais eficiente. A sustentabilidade não ocupa um papel especial nesse contexto, a empresa decide sobre suas diretrizes de inovação verde e desenvolvimento da gestão sustentável e por meio dos processos digitais ela encontra caminhos mais rápidos e fáceis de execução.

Sendo assim, dado um contexto em que a empresa ainda deve cobrir lacunas de qualificação que a universidade deixou e que esse profissional ainda é escasso no Brasil assume-se que as competências essenciais para o desenvolvimento sustentável na indústria 4.0 são:

- Técnicas: domínio do funcionamento dos sistemas de produção, tecnologia da informação e manipulação de big data.
- Interpessoais ou sociais: trabalho em equipe, comunicação e interdisciplinaridade

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo descrever as competências requeridas para a Indústria 4.0 no Brasil para o desenvolvimento sustentável. As competências foram elencadas como técnicas e sociais e corroboraram os modelos de Hecklau (2016) e Liboni et. al (2019). A inclusão da interdisciplinaridade entre as esferas da engenharia, gestão e tecnologia da informação contribui para a fronteira do conhecimento na área de pesquisa.

Por meio das informações levantadas o Brasil possui um problema de qualificação dessa mão-de-obra. Ao mesmo tempo que o profissional deve ser mais completo, flexível e qualificado há uma defasagem na formação dessas carreiras dentro das universidades o que pode levar o país a maiores gaps de desenvolvimento no futuro.

As buscas do LinkedIn podem ser uma ferramenta relevante no mapeamento de indivíduos e suas competências para o trabalho. É claro que se sabe que pelas informações serem autodeclaradas há um viés na confiabilidade desses dados. No entanto, é possível entender por meio dessa base de dados que muitas pesquisas netnográficas ainda podem ser

desenvolvidas. Quando se retiram as aspas dos termos indústria 4.0 e sustentabilidade aparecem 408 currículos que podem ter seus dados minerados. Isso porque, quando se retiram as aspas o conteúdo se mescla e muitas vezes a palavra ocorre em contextos que pouco qualificam esse indivíduo nesse assunto. Portanto, novas pesquisas netnográficas podem ser construídas a partir dos estudos dessa base de dados, inclusive com a utilização de filtros por diferentes países para analisar a diferença entre perfis e competências, direcionando assim a estudos mais amplos a respeito de vantagens de qualificação para tecnologia digital sustentável entre países.

O desenvolvimento sustentável assume um papel como estratégia e direcionamento de condutas de práticas das organizações que não impede ou altera o processo de transformação digital, pelo contrário, a transformação digital que é obrigatória à indústria pela manutenção da competitividade e aumento de produtividade serve como meio para a obtenção de indicadores de sustentabilidade. A inclinação ao desenvolvimento sustentável é uma capacidade dinâmica da organização (Liboni et al, 2017; Cezarino et al., 2018) e a transformação digital poderá ser uma facilitadora desse processo, sendo esse o direcionamento desejado pela empresa. A indústria 4.0 tem o poder de alavancar processos sustentáveis, iniciando-se pelos sistemas fechados (*closed loop*) de logística reversa e economia circular.

O mapeamento das competências da indústria 4.0 não se esgota em um trabalho de uma só entrevista em profundidade nem ao menos em um estudo netnográfico de amostra muito reduzida, dessa forma futuros estudos são convidativos a apresentarem métodos quantitativos de generalização de competências ou métodos de pesquisa que absorvam opiniões de especialistas em gestão de pessoas.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, M. M.; OLIVEIRA, L. G. L.; AZEVEDO, C. E. F.; GONZALEZ, R. K. Quality in Qualitative Organizational Research: Types of Triangulation as a Methodological Alternative. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 19, n. 1, p. 66-98, 2018 <https://doi.org/10.13058/raep.2018.v19n1.578>
- AMORIM, W. S.; VALDUGA, I. B.; RIBEIRO, J. M. P.; WILLIAMSON, V. G.; KRAUSER, G. E.; MAGTOTO, M. K.; DE ANDRADE GUERRA, J. B. S. O. The nexus between water, energy, and food in the context of the global risks: An analysis of the interactions between food, water, and energy security. **Environmental Impact Assessment Review**, Vol.72, p.1-11, set., 2018. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.05.002>

ASSUNÇÃO, Y. B. Qualificação Profissional ou Competências para o Mercado Futuro? **Future Studies Research Journal**, v. 8, n. 1, p. 175-207, jan./jun. 2016.
<https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2016.v8i1.249>

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977

BECKER, T.; STERN, H. Future trends in human work area design for cyber-physical production systems. **Procedia CIRP**, n. 57, p. 404 - 409, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.070>

BEIER, G.; NIEHOFF, S; XUE, B. More Sustainability in Industry through Industrial Internet of Things? **Appl. Sci.** v 8, n. 219, p. 1-12, 2018. <https://doi.org/10.3390/app8020219>

BENEŠOVÁ, A.; TUPA, J. Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 2195 - 220, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>

BMUB. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety . GreenTech made in Germany 4.0 - Environmental Technology Atlas for Germany. 2014. Disponível em:
<http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/greentech_atlas_4_0_en_bf.pdf>. Último acesso: 19 mar. 2018.

BOYATZIS, R. E. Competencies in the 21st century. **Journal of Management Development**, v. 27, n. 1, p.5-12, 2008. <https://doi.org/10.1108/02621710810840730>

BRASIL. Governo Federal. Agenda brasileira para a Indústria 4.0: O Brasil preparado para os desafios futuros. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br/>>. Último acesso: 06 jun. 2018.

BURRITT, R.; CHRIST, K. Industry 4.0 and environmental accounting: a new revolution? **Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility**, v. 1. n.1, p. 23-38, dez., 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1186/s41180-016-0007-y>>. Último acesso: 02 jun. 2018. <https://doi.org/10.1186/s41180-016-0007-y>

CALITZ, A. P; POISAT, P.; CULLEN, M. The future African workplace: The use of collaborative robots in manufacturing. **SA Journal of Human Resource Management**, (Tydskrif vir Menslikehulpbronbestuur), v. 15, n.10, 2017.
<https://doi.org/10.4102/sajhrm.v15i0.901>

CARDOSO, W.; AZZOLINI JÚNIOR, W.; BERTOSSE, J. F.; BASSI, E.; PONCIANO, E. S. Digital manufacturing, Industry 4.0, cloud computing and thing internet: Brazilian contextualization and reality. **Independent Journal of Management & Production (IJM&P)**, v. 8, n. 2, p. 459-473, abr./jun., 2017. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v8i2.572>

CEZARINO, L. O.; LIBONI, L. B.; OLIVEIRA, M. F.; CALDANA, A. C. Soft systems methodology and interdisciplinarity in management education, **Systems Research and Behavioral Science**, v. 33, n. 2, p. 278-288, 2018. <https://doi.org/10.1002/sres.2383>

CHANG, S. E.; LIU, A. Y.; SHEN, W. C. User trust in social networking services: A comparison of Facebook and LinkedIn. **Computers in Human Behavior**, v. 69, p. 207-217, abr., 2017. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.013>

CLEANTECH GROUP. The Global Cleantech Innovation Index 2012 Report. Disponível em: <https://www.cleantech.com/wp-content/uploads/2014/07/Global_Cleantech_Innov_Index_2012.pdf>. Último acesso: 19 mar. 2018.

CORPORATE KNIGHTS. 2018 Global 100 Results. Disponível em: <<http://www.corporateknights.com/magazines/2018-global-100-issue/2018-global-100-results-15166618/>>. Último acesso: 30 jan. 2019

CORREIA, R. R.; ALPERSTEDT, G. D.; FEUERSCHÜTTE, S. G. O Uso do Método Netnográfico na Pós-Graduação em Administração no Brasil. **Revista de Ciências da Administração**, v. 19, n. 47, p. 163-175, 2017. <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2017v19n47p163>

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? **IEEE Industrial Electronics Magazine**. p. 56-58, jun., 2014. <https://doi.org/10.1109/MIE.2014.2312079>

DREGGER, J.; NIEHAUS, J.; ITTERMAN, P.; HIRSCH-KREISEN, H; HOMPEL, M. The digitization of manufacturing and its societal challenges: a framework for the future of industrial labor. **Ethics in Engineering, Science and Technology (ETHICS)**, 2016. <https://doi.org/10.1109/ETHICS.2016.7560045>

DUTRA, J. S. **Competências**: Conceitos e instrumentos para a Gestão de Pessoas na empresa moderna. São Paulo: Atlas, 2004.

EUROPEAN COMMISSION. EUROPE 2020. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION. 2010. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf>>. Último acesso: 19 mar. 2018.

FARIAS, C. A.; ZALESKI NETO, J.; ZULIETTI, L. F.; RUGGIERO, S. No limiar da Quarta Revolução Industrial: iniciativas para sustentabilidade por empresas líderes do setor automotivo rumo à nova economia. **R. Adm. FACES Journal**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 82-95, jul./set., 2013.

FERNANDES, B. H. R. **Gestão estratégica de pessoas com foco em competência**. 1 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. **Rev. Adm. Contemp.**, Curitiba, v. 5, n. especial, p. 183-196, 2001. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552001000500010&lng=en&nrm=iso>. Último acesso: 06 jun. 2018.
<https://doi.org/10.1590/S1415-65552001000500010>

FREITAS, H, JANISSEK, R. **Análise léxica e análise de conteúdo**: técnicas complementares, sequenciais e recorrentes para exploração de dados qualitativos. Porto Alegre (RS): Sagra Luzzato, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HECKLAU, F.; GALEITZKE, M.; FLACHS, S.; KOHL, H. Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0, **Procedia CIRP**, vol. 54, p. 1-6, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>

HIGGINS, C.; STUBBS, W.; MILNE, M. Is Sustainability Reporting Becoming Institutionalised? The Role of an Issues-Based Field. **J Bus Ethics**, n. 147, p. 309-326, 2018.
<https://doi.org/10.1007/s10551-015-2931-7>

JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C.; FOROPON, C.; FILHO, M. C. When titans meet - Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. **Technological Forecasting and Social Change**, V. 132, p. 18-25, jul., 2018. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.017>

KERGROACH, S. Industrie 4.0: Challenges and Opportunities for the Labour Market. **Foresight and STI Governance**, vol. 11, no 4, pp. 6-8, 2017. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2017.4.6.8>

KIM, S.; KIM, S. A multi-criteria approach toward discovering killer IoT application in Korea. **Technological Forecasting & Social Change**, n. 102, p. 143-155, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.05.007>

KRAMAR, R. Beyond strategic human resource management: is sustainable human resource management the next approach? **The International Journal of Human Resource Management**, v. 25, n. 8, p. 1069-1089, 2014.
<https://doi.org/10.1080/09585192.2013.816863>

KURUCZLEKI, E.; PELLE, A.; LACZI, R.; FEKETE, B. The Readiness of the European Union to Embrace the Fourth Industrial Revolution. **Management**, v. 11, n. 4, p. 327-347, 2016.

LANEY, D. 3d data management: Controlling data volume, velocity and variety. **Application Delivery Strategies**, fev., 2001. Disponível em: <<http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3DData-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>>. Último acesso: 09 jun. 2018.

LASI, H; FETTKE, P.; KEMPER, H. G.; FELD, T., HOFFMANN, M. Industrie 4.0. **Business and Information Systems Engineering**. v. 4, p. 239-242, 2014.
<https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>

LI, G.; HOU, Y.; WU, A. Fourth Industrial Revolution: technological drivers, impacts and coping methods. **Chinese Geographical Science**, n. 27, v. 4, p. 626-637, 2017.
<https://doi.org/10.1007/s11769-017-0890-x>

LIAO, Y., DESCHAMPS, F.; LOURES, E. F. R.; RAMOS, L. F. P. Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal, **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 12, p. 3609-3629, 2017.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>

LIBONI, L. B.; JABBOUR, C. J. C.; DE SOUSA JABBOUR, A. B. L.; KANNAN, D. Sustainability as a dynamic organizational capability: a systematic review and a future agenda toward a sustainable transition, **Journal of Cleaner Production**, n. 142, p. 308-322, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.103>

LINKEDIN. About LinkedIn. 2018. Disponível em: <<https://about.linkedin.com/pt-br>>. Último acesso: 10 jun. 2018.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARRAS, J. P. **Administração de Recursos Humanos**: do operacional ao estratégico. 14ª ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

MARRAS, J. P.; TOSE, M. G. L. S. **Avaliação de desempenho humano**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MAZZON, J. A. **Formulação de um modelo de avaliação e comparação de modelos em marketing**. 1978. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MORRAR, R.; ARMAN, H; MOUSA, S. The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. **Technology Innovation Management Review**, v. 7, n. 11, p. 12-20, nov. 2017. <https://doi.org/10.22215/timreview/1117>

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da Administração: potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 4, p. 731-747, 2011.
<https://doi.org/10.1590/S1415-65552011000400010>

NOVELI, M. Do Off-line para o Online: a Netnografia como um Método de Pesquisa ou o que pode acontecer quando tentamos levar a Etnografia para a Internet?. **Revista Organizações em Contexto**, v. 6, n. 12, p. 107-133, 2010. <https://doi.org/10.15603/1982-8756/roc.v6n12p107-133>

ONUBR. Nações Unidas no Brasil. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>>. Último acesso: 13 jun. 2018

PEDROSA, R. H. L.; CHAIMOVICH, H. A closer look at regions and countries. 08: Brazil. In: UNESCO. UNESCO Science Report: towards 2030. 2015. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002354/235406e.pdf>>. Último acesso: 05 mai. 2018

PRAUSE, G.; ATARI, S. On sustainable production networks for Industry 4.0. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 4, n. 4, p. 421-431, jun., 2017. [https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4\(2\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4(2))

SAARIKKO, T.; WESTERGREN, U. H.; BLOMQUIST, T. The Internet of Things: Are you ready for what's coming? **Business Horizons**, v. 60, p. 667-676, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.05.010>

SARSUR, A. M. **Gestão por competências: a percepção de ganho social do trabalhador**. 2007. Tese (Doutorado) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo.

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 40, p. 536-541, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>

TELLES, R. A efetividade da matriz de amarração de Mazzon nas pesquisas em Administração. **Revista de Administração**, v. 36, n. 4, p. 64-72, 2001.

TOSE, M. G. L. S. **A evolução da gestão de recursos humanos no Brasil**. 1997. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Economia, Administração, Contábeis e Atuariais da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

UNIDO. **Accelerating clean energy through Industry 4.0: manufacturing the next revolution**. Nagasawa, T., Pillay, C., Beier, G., Fritzsche, K., Pougel, F., Takama, T., The, K., Bobashev, I. A report of the United Nations Industrial Development Organization, Vienna, Austria. 2017. Disponível em: <https://www.unido.org/sites/default/files/2017-08/REPORT_Accelerating_clean_energy_through_Industry_4.0.Final_0.pdf>. Último acesso: 20 mar. 2018.

WEF. World Economic Forum. The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report, jan., 2016. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf>. Último acesso: 01 jun. 2018.

_____. Readiness for the Future of Production Report 2018. Insight Report, 2018. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf>. Último acesso: 01 jun. 2018.

YOKOYAMA, M. H. How social network sites (SNS) have changed the employer-employee relationship and what are the next challenges for human resource (HR)? **Revista de Gestão**, v. 23, n. 1, p. 2-9, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rege.2015.11.001>

ZAPPELLINI, M. B.; FEUERSCHÜTTE, S. G. O Uso da Triangulação na Pesquisa Científica Brasileira em Administração. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 241-273, 2015. <https://doi.org/10.13058/raep.2015.v16n2.238>

APÊNDICE 1 – Perguntas para a entrevista semiestruturada

1. Qual sua idade? Formação? Fez especialização? Se sim, em quê? Qual seu conhecimento de idiomas?
2. Qual seu cargo atual? Há quanto tempo atua neste cargo? Quais suas principais atribuições?
3. Como é sua experiência com outras empresas com as mesmas atribuições ou similares?
4. Você já ouviu falar em Indústria 4.0? O que você sabe sobre a Indústria 4.0?
5. Qual a importância da Indústria 4.0? Como a Indústria 4.0 modificará os procedimentos industriais?
6. Em quanto tempo você acredita que a Indústria 4.0 terá início no Brasil?
7. Qual seria o perfil ideal dos profissionais que atuarão na Indústria 4.0? Qual a formação? Quais experiências? Quais habilidades? Quais comportamentos e atitudes?
8. Você acha que os conhecimentos em T.I. serão necessários à Indústria 4.0? Por quê?
9. Como você acredita que será a demanda de profissionais de TI?
10. Em que sentido a Tecnologia da Informação seria aplicada na Indústria 4.0, na sua opinião?
11. Como seria a aplicação da Tecnologia da Informação para o desenvolvimento sustentável na indústria?
12. De que forma você acredita que as empresas brasileiras estão se adequando às necessidades para a Indústria 4.0?
13. De que forma você acredita que os profissionais estão preparados para a Indústria 4.0?
14. Na sua formação acadêmica, a Indústria 4.0 foi mencionada? Relate.
15. Qual a sua percepção em relação à abordagem do tema nas instituições de ensino? Se pudesse propor modificações no ensino, quais você sugeria?