



**UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

EGBERTO CIRILO DE SOUSA

**QUAIS AS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS INDICADAS NA LITERATURA
PARA ATUAÇÃO DE UM ENGENHEIRO(A) NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0?**

**JOÃO PESSOA - PB
2022**

EGBERTO CIRILO DE SOUSA

**QUAIS AS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS INDICADAS NA LITERATURA PARA
ATUAÇÃO DE UM ENGENHEIRO(A) NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0?**

Monografia apresentada pelo acadêmico
Egberto Cirilo de Sousa como exigência parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Produção pela UFPB -
Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Jonas Alves de Paiva

**JOÃO PESSOA - PB
2022**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S725q Sousa, Egberto Cirilo de.

QUAIS AS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS INDICADAS NA
LITERATURA PARA ATUAÇÃO DE UM ENGENHEIRO(A) NO CONTEXTO
DA INDÚSTRIA 4.0? / Egberto Cirilo de Sousa. - João
Pessoa, 2022.
49 f. : il.

Orientação: Jonas Alves Paiva.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Engenharia. Competências. Indústria 4.0. I.
Paiva, Jonas Alves. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

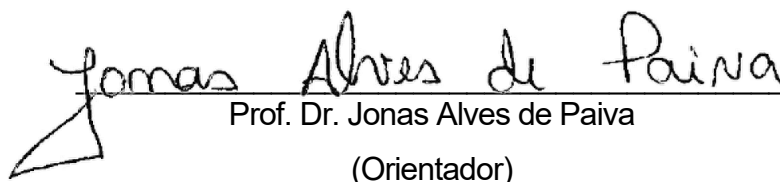
CDU 658.5(043.2)

EGBERTO CIRILO DE SOUSA

**QUAIS AS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS INDICADAS NA LITERATURA
PARA ATUAÇÃO DE UM ENGENHEIRO(A) NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0?**

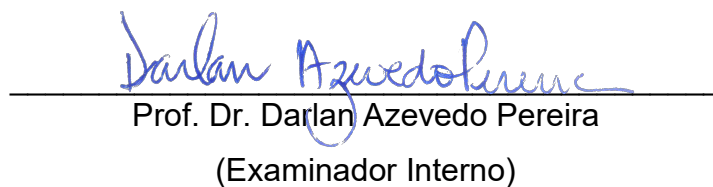
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção pelo Departamento de
Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

João Pessoa, 21 de Junho de 2022.



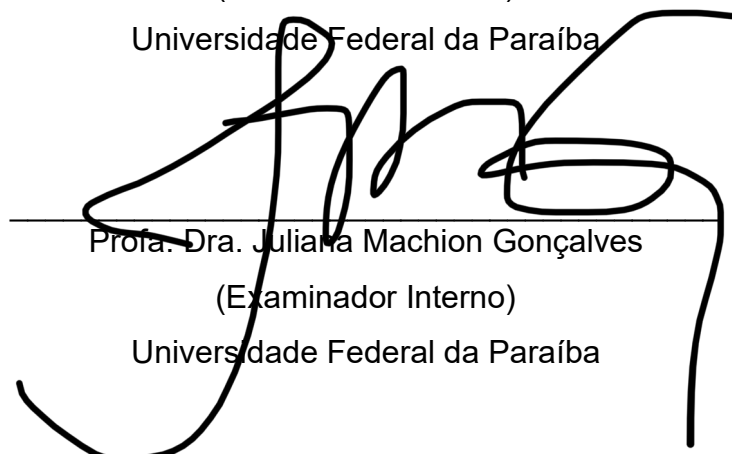
Prof. Dr. Jonas Alves de Paiva
(Orientador)

Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dr. Darlan Azevedo Pereira
(Examinador Interno)

Universidade Federal da Paraíba



Profa. Dra. Juliana Machion Gonçalves
(Examinador Interno)

Universidade Federal da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Gratidão a você Deus por me permitir concluir essa fase tão importante na minha trajetória profissional. Obrigado Senhor por ter me sustentado, me dado força, energia, paciência e principalmente, alegria para continuar sorrindo e foco para não desistir. Obrigado Jesus por ter despertado em mim, essa vontade incessante de ser alguém melhor. Tudo foi por conta da Tua Graça e do Teu amor!

À minha avó, Francisca Cirilo dos Santos por ter me dado amor e carinho. A senhora será eterna em minhas memórias, Vovó. Para sempre!

Aos meus professores da rede pública do ensino fundamental e médio. Muitos de vocês eu já nem me recordo do nome, mas minha trajetória foi marcada pelo amor e propósito de vocês em formar cidadãos melhores para o mundo.

Aos meus amigos engenheiros Dayvisson Nobrega, Gabriella Mendes, Fernanda Barros, João Paulo, Pablo Rangel, Álvaro Marques, Sheylla Monteiro e Lucas Silva, vocês tornaram tudo mais fácil na UFPB.

À Dayane Lira por ser minha irmã de alma, companheira e parceira para todas as horas.

Às minhas chefes Luiza Carvalho e Willianne Tomaz por facilitarem a minha permanência na UFPB, me incentivar a finalizar essa etapa e por me inspirarem a ser um profissional de excelência.

À Prof Dr^a Cláudia Gohr, por ter sido fundamental para o início desse trabalho e por me incentivar a ser melhor.

Aos professores Darlan Azevedo e Juliana Machion por terem aceitado participar da banca avaliadora desse trabalho, e serem pessoas inspiradoras.

Ao Prof Dr^o Jonas Alves Paiva, por ter sido meu orientador e mentor. Seu jeito prático, objetivo e simples e a sua inteligência foram essenciais para a finalização dessa fase em minha vida.

À Adriano Rennan da Silva Vieira por ser meu companheiro de vida, sócio e namorado, e por me incentivar a ser alguém melhor.

Por fim, dedico esse título de bacharel em engenharia a minha mãe, Sr^a Maria da Penha Cirilo dos Santos, mulher forte que lutou muito para me oferecer o básico que um ser humano precisava para viver, mas que sobrou amor, dedicação e interesse genuíno no meu futuro e crescimento. Que eu possa poder desfrutar de muitos anos ao seu lado mãe. Te amo.

RESUMO

A Indústria 4.0, popularmente conhecida como 4ª revolução industrial, é um movimento que surgiu na Alemanha no ano de 2011, e que transformará a maneira como produzimos, nos relacionamos e vivemos em todo o globo terrestre. Esse trabalho teve como finalidade pesquisar, estudar, documentar e sintetizar as competências citadas na literatura como necessárias para atuação de um engenheiro(a) no ambiente de uma Indústria 4.0.

Utilizando como método a Revisão Sistemática da Literatura – RSL, essa pesquisa foi executada utilizando duas bases de dados mundiais, a *Web Of Science* (WOS) e a Scopus, buscando por trabalhos classificados exclusivamente como artigos ou reviews, no período compreendido entre janeiro de 2011 e junho de 2021. Após os filtros, essa RSL obteve uma população de 214 trabalhos científicos considerados aptos a serem analisados de forma mais aprofundada. No qual, depois de todos os métodos de análise executados, identificou-se a presença de 63 competências mapeadas como relevantes para um engenheiro(a), dando ênfase, principalmente as habilidades *soft skill*, as quais devem ser o grande foco de desenvolvimento dos atuais e futuros engenheiros.

Palavra chaves: Engenharia. Competências. Indústria 4.0.

ABSTRACT

Industry 4.0, popularly known as the 4th industrial revolution, is a movement that emerged in Germany in 2011, and which will transform the way we produce, relate and live across the globe. This work aimed to research, study, document and synthesize the skills cited in the literature as necessary for an engineer to work in an Industry 4.0 environment.

Using the Systematic Literature Review - RSL method, this research was carried out using two worldwide databases, Web Of Science (WOS) and Scopus, searching for works classified exclusively as articles or reviews, in the period between January 2011 and June 2021. After the filters, this RSL obtained a population of 214 scientific papers considered suitable for further analysis. In which, after all the analysis methods performed, the presence of 63 skills mapped as relevant for an engineer was identified, emphasizing, mainly, soft skills, which should be the main focus of development of current and future engineers.

Keywords: *Engineering. Competence. Industry 4.0.*

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Adaptado pelo autor inspirado em Dutra (2017).....	22
Quadro 2 - Lista de Palavras Chaves, elaborado pelo autor (2022).....	27
Quadro 3 - Classificação dos artigos.....	29
Quadro 4 - Detalhamento das Hards Skills, elaborado pelo autor (2022).	33
Quadro 5 - Detalhamento das Hards Skills, elaborado pelo autor (2022).	33
Quadro 6 - Conhecimentos, Habilidades e Atitudes desejadas e classificação, elaborado pelo autor (2022).	39

LISTA DE FÍGURAS

Figura 1 - Cascadeamento das competências - Elaborado pelo autor (2022).....	23
Figura 2 - Mapeamento do Trajeto percorrido na pesquisa, elaborador pelo autor (2022).....	28
Figura 3 - Mapeamento de Fluxo de Análise dos artigos, elaborador pelo autor (2022)	29
Figura 4 - Fluxo de processo de desenvolvimento, elaborador pelo autor (2022)	31
Figura 5 - Funil de análise, elaborador pelo autor (2022).....	31
Figura 6 - Detalhamento dos artigos por análise, elaborador pelo autor (2022).....	31
Figura 7 - Resultado da busca, elaborador pelo autor (2022)	32
Figura 8 - Top 10 Competências dos Engenheiros na I 4.0, elaborado pelo autor (2022).....	37
Figura 9 - Top 5 competências, elaborado pelo autor (2022)	38
Figura 10 - Adaptada e traduzida de Emerging learning environments in engineering education, dados da pesquisa (2022)	41

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B.A.N.I - *Brittle, Anxious, Nonlinear and Incomprehensible*

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CHA – Competência, habilidade e atitude

CNI – Confederação Nacional da Indústria

PPD – Projeto Político Pedagógico

RSL - Revisão Sistemática da Literatura

I 4.0 – Indústria 4.0

IOT - Internet das Coisas

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

WOS - *Web Of Science*

V.U.C.A - *Volatility, uncertainty, complexity and ambiguity*

SUMÁRIO

1.	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	9
2.	JUSTIFICATIVA	11
3.	OBJETIVO GERAL.....	12
3.1	Objetivos específicos.....	13
4.	REVISÃO DA LITERATURA	13
4.1	Mudanças históricas das últimas revoluções industriais	13
4.2	O que é a indústria 4.0?	14
4.3	Principais mudanças provocadas.....	14
4.4	Fatores determinantes para implantação	15
4.5	Benefícios pós-implantação	16
4.6	Impactos com a implantação.....	16
4.7	Competências profissionais requeridas no contexto da indústria 4.0.....	18
4.8	O que é uma competência?	19
4.9	A evolução da percepção sobre o conceito de competências.....	20
4.9.1	Tipos de competências.....	21
4.10	Conceito sobre <i>Hard</i> e <i>Soft Skills</i>	24
5.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	25
5.1	Classificação da Pesquisa.....	25
5.2	Software de apoio	25
5.3	Fases da revisão sistemática da literatura	25
5.4	Método de análise dos artigos.....	28
5.5	Método de Análise de Conteúdo	30
6.	RESULTADOS DA PESQUISA.....	30
6.1	Estrutura de formação pedagógica dos engenheiros(as)	39
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS.....	44

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Nas últimas décadas, conforme relatório de Desempenho da Indústria no Mundo da CNI, os países desenvolvidos têm perdido participação no mercado mundial de manufatura (Confederação Nacional da Indústria - CNI, 2021). Fator esse que foi decisivo para que a Alemanha, em 2011, desenvolvesse um plano para implementar alta tecnologia em suas indústrias, visando impulsionar o crescimento e competitividade do seu setor manufatureiro. Denominou-se essa iniciativa como “Indústria 4.0”. (Sistema Firjan, 2006; CHAKA, 2020).

Segundo Schwab (2015), a indústria 4.0 (I4.0) transformará a maneira como a sociedade age perante os relacionamentos, formas de trabalho, forma de vida e organização da sociedade. Tal fato pode ser explicado pela integração de tecnologias como a internet das coisas (IoT), inteligência artificial, robótica, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, veículos autônomos, computação em nuvem, dentre outras, aos parques tecnológicos de produção e ao nosso cotidiano.

De acordo com o relatório do Fórum Econômico Mundial (2016), 65% das crianças que ingressam no ensino educacional básico hoje, trabalharão em profissões que ainda não existem. Diante disso, fica evidente que o mundo que conhecemos atualmente passará por profundas mudanças. Dessa forma, a necessidade de qualificação e requalificação da mão de obra, serão fatores indispensáveis para evitarmos desemprego em massa e escassez de talentos (JERMAN; PEJÍĆ BACH; BERTONCELJ, 2018; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016a; ZHENG; WANG; ORDIERES-MERÉ, 2018), uma vez que a demanda por novas competências é indispensável para a implantação da Indústria 4.0 (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ *et al.*, 2020), também conhecida como 4ª revolução industrial.

Essa mudança iminente requer um processo de adaptação proativo do Governo, setor privado e indivíduos (ROMERO GÁZQUEZ *et al.*, 2020; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016a).

Segundo o Fórum Econômico Mundial (2016), há alguns fatores que estão influenciando a aceleração da 4ª revolução industrial, e remodelando cadeias globais de produção (ROMERO GÁZQUEZ *et al.*, 2020), tais como:

- Internet móvel e armazenamento em nuvem;
- Avanços no poder da computação e Big Data;

- Novas fontes de energia e tecnologia;
- A internet das coisas;
- Crescimento da economia compartilhada e plataformas de servidores compartilhados (*peer-to-peer*);
- Avanço da robótica e transportes autônomos, dentre outros.

Dessa forma, o ritmo imposto por todas essas disrupções tecnológicas, estão transformando diversas indústrias e modelos de negócios, impactando assim, na alteração das expectativas de competências requeridas dos profissionais dessas entidades, assim como, no encurtamento da vida útil dessas habilidades (*WORLD ECONOMIC FORUM, 2016a*).

Além do mais, a quantidade, qualidade, e a rotina de praticamente todos os trabalhos existentes serão afetados (*TAYLOR et al., 2020; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016*).

Diante desse contexto, urge a necessidade dos profissionais e da sociedade em adotarem uma nova postura na busca do desenvolvimento de suas competências. Tal necessidade é explicada em função de uma demanda que exige foco na resolução dos problemas, agilidade nas respostas, afinidade tecnológica e melhor compreensão a respeito do trabalho em equipe e do outro, são alguns fatores essenciais para essa nova realidade (*MANPOWERGROUP, 2016; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016a*).

Sendo assim, a cooperação entre o setor privado com o setor público é essencial para minimizar o impacto social dessa revolução (*RAINNIE; DEAN, 2020a*). Dessa forma, possuir um sistema de ensino que forme e desenvolva profissionais aptos para lidar com esse novo cenário pode ser um meio de contribuir para desenvolvimento regional, nacional e mundial (*ARASI; BABU, 2019; HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020; LÓPEZ RÍOS; LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020*).

Além do mais, a I4.0 possui uma velocidade de mudança e um impacto gigantesco nas transformações da sociedade e do mercado de trabalho, de forma que a capacidade de adaptação dos indivíduos está se tornando obsoleta (*WHYSALL; OWTRAM; BRITTAİN, 2019*). Por isso, torna-se necessário alinhar a proposta de conteúdo e metodologia do ensino superior, a fim de evitar e/ou diminuir o gap de competências profissionais da força de trabalho mundial (*WORLD ECONOMIC FORUM, 2016a*). Por fim, compreender quais são as competências necessárias para

um engenheiro atuar na I.4.0 também é primordial para o sucesso dessa estratégia em qualquer país e/ou empresa (JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018).

Diante dos fatos sinalizados acima, aprofundar-se sobre a Indústria 4.0 é perceptível ser um tema atual e de alta relevância para a sociedade em geral, uma vez que impactará em todos os níveis atuais de organização social. Particularmente, estudar e me aprofundar nesse assunto é uma resposta a uma inquietação pessoal, pois ao longo de mais de 10 anos de carreira atuando na área de gestão de pessoas, principalmente dentro das indústrias, percebo que os jovens engenheiros chegam ao mercado de trabalho muito despreparados para lidar com o dia-a-dia organizacional. Logo, com esse trabalho, busco compreender quais são os principais desafios e competências que um engenheiro(a) precisará para atuar numa realidade de indústria 4.0, de forma que possa contribuir para construir novas pontes e discussões dentro do universo acadêmico, a fim de estreitar essa distância entre as competências forjadas durante a formação universitária e a necessidade do mercado de trabalho.

Pelos motivos citados acima, procura-se com este trabalho, identificar quais as competências profissionais para atuação de um engenheiro(a) no contexto da Indústria 4.0, tomando como base as indicações apresentadas na literatura científica.

2. JUSTIFICATIVA

As pesquisas relacionadas à Indústria 4.0 têm crescido bastante, no entanto, quando nos referimos ao entendimento e compreensão das competências do futuro, necessárias à força de trabalho que viabilizará a implantação da 4ª revolução industrial, ainda são bastante escassas, conforme citado por (JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018; LÓPEZ RÍOS; LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020; SANTOS; MARTINHO, 2019).

Mesmo com as disrupções propostas pela Indústria 4.0, há previsões de aumento na disponibilidade de empregos em alguns setores específicos, algumas citando um incremento de quase 4 milhões de vagas (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020; HERNANDEZ-DE-MENENDEZ; ESCOBAR DÍAZ; MORALES-MENENDEZ, 2020; ROMERO GÁZQUEZ et al., 2020), no entanto, a medida que as oportunidades serão ampliadas, as expectativas de competências para essas posições também estarão em constante evolução e modificação (WORLD

ECONOMIC FORUM, 2016a). Além de que, apenas 53% dos diretores de recursos humanos das maiores empresas do mundo, sentem-se confiantes com sua estratégia de adequação da força de trabalho para a 4ª revolução industrial (*WORLD ECONOMIC FORUM, 2016a*).

Sendo assim, a Indústria 4.0 está promovendo uma revolução nas competências profissionais, sendo que os trabalhadores que detiverem as habilidades certas, terão maior poder de barganha. No entanto, Aqueles que possuírem habilidades divergentes do esperado, permanecerão com sua esperança desfalecida (MANPOWERGROUP, 2016). Consequentemente, é aguardado um novo perfil profissional, no qual os empregados tenham a capacidade de continuar a aprender novas competências, a fim de permanecer tendo relevância e empregabilidade (MANPOWERGROUP, 2016).

Competências como: criatividade, inteligência emocional e flexibilidade cognitiva serão diferenciais dos seres humanos em comparação com a IA - inteligência artificial (MAISIRI; DARWISH; VANDYK, 2019; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016b). Ao passo que, o novo ambiente macroeconômico, em que as organizações estarão inseridas, exigirá diversificação, agilidade e capacidade de aprender novas competências, como um fator fundamental de competitividade (MANPOWERGROUP, 2016).

Sendo assim, compreender quais competências profissionais serão necessárias para os engenheiros atuarem na Indústria 4.0, torna-se estratégico visando à preparação e formação adequada de trabalhadores competentes para viabilização e implantação da 4ª revolução industrial, uma vez que o ensino tradicional majoritariamente não fornece a qualificação necessária para as transformações que estão em andamento (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020; JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018; MOHD KAMARUZAMAN et al., 2019; ROMERO GÁZQUEZ et al., 2020).

3. OBJETIVO GERAL

Identificar quais são as competências profissionais apontadas como necessárias para um engenheiro(a) no contexto da Indústria 4.0.

3.1 Objetivos específicos

- Selecionar nas bases de dados os trabalhos relevantes para a temática da Indústria 4.0 e Competências;
- Mapear quais são as competências sinalizadas como importantes aos engenheiros;
- Verificar a frequência de citação e tipo de cada competência;
- Estabelecer uma ordem sequencial da importância dessas competências.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Mudanças históricas das últimas revoluções industriais

O mundo se transformou nos últimos séculos. No Século XVIII, a sociedade deu início à sua transição para o modo de operação e produção que conhecemos no século XXI. (*Desoutter Industrial Tools, s.d.*).

Por volta de 1760, surge na Inglaterra a primeira revolução industrial (1760 - 1840). Esse movimento foi marcado pela mecanização dos processos produtivos na indústria têxtil e o surgimento do carvão como fonte de energia. Como resultado dessas invenções, passamos a usar teares mecanizados que eram oito vezes mais produtivos. Além do mais, também houve o uso do vapor para fins industriais, de forma que navios e locomotivas passam ser usados como um forte meio de locomoção de pessoas e mercadorias.

No século XIX, damos início da segunda revolução industrial (1850 – 1945), a qual foi marcada pelo surgimento dos navios de aço, avião e telefone, mas principalmente pelo método de produção em massa criado por Henry Ford e a energia elétrica.

Logo após o término da segunda guerra mundial, iniciamos a terceira revolução industrial (1950 – 2010), e essa revolução foi fortemente marcada influenciada pelo surgimento da internet (1969) e do celular (1973), principalmente por ser o início da inserção da automação industrial nas fábricas, de forma que parte do processo produtivo passa a ser controlado por computadores e, a presença de robôs no

processo industrial. Em 2011 surge a quarta revolução industrial, conforme será descrito a posteriori ao longo da pesquisa.

4.2 O que é a indústria 4.0?

Conceito da I 4.0

O termo “Indústria 4.0” surgiu no ano de 2011, como resposta da Alemanha em luta contra a perda de mercado para os países emergentes que possuíam um baixo custo de mão de obra. (ROMERO GÁZQUEZ et al., 2020) e a esse termo atribui-se um sinônimo para a 4ª Revolução Industrial. (JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018; LÓPEZ RÍOS; LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020).

Denomina-se de Indústria 4.0 ambientes fabris (que podemos chamá-los de “Fábricas Inteligentes” - (EPPES et al., 2021)) que estão conectados por sistemas ciber-físicos que através de software, redes inteligentes, máquinas, sensores, IoT, big data e realidade aumentada, interagem e se comunicam entre si. (CHAKA, 2020; JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018; LÓPEZ RÍOS; LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020; SACKKEY; BESTER, 2016; SANTOS; MARTINHO, 2019).

Porém, muito mais do que apenas uma revolução industrial, a Indústria 4.0 representa um processo de transformação em nossa sociedade, a qual impactará e transcenderá a maneira como estamos acostumados a trabalhar, estudar, consumir e viver em sociedade, em conformidade com o falado por (KADIR; BROBERG; CONCEIÇÃO, 2019a; RAINNIE; DEAN, 2020b) e também em alinhamento com as ideias de (SCHWAB, 2017). Adicionalmente podemos compreender a I4.0 como a “virtualização e comercialização dos espaços e objetos anteriormente inexplorados em nossa vida cotidiana” (SOH; CONNOLLY, 2020), trazendo também impactos profundos dentro das organizações, afetando com isso a competitividade de cadeias globais de suprimentos. (SANTOS; MARTINHO, 2019).

4.3 Principais mudanças provocadas

Dessa forma, uma vez que mudanças tão profundas estão acontecendo, é natural que novas competências sejam exigidas e esperadas dos profissionais desse novo “mundo”. Incluindo a capacidade de efetivamente se comunicar, trabalhar com

autonomia e fazer a gestão do seu tempo e tarefas. (KADIR; BROBERG; CONCEIÇÃO, 2019b). Assim, um fator determinante é a evolução na implementação dessas tecnologias “avançadas” exigindo proporcionalmente profissionais habilitados para conduzir essas iniciativas. E muito mais do que apenas conduzir, esses profissionais determinarão a velocidade de implementação dessas tecnologias e provavelmente o sucesso (sobrevivência) de países e empresas (ALVAREZ-AROS; BERNAL-TORRES, 2021; BONGOMIN et al., 2020), além de influenciarem na inovação e competitividade dessas organizações. (MAISIRI; DARWISH; VANDYK, 2019). A I4.0 é um período de profunda perturbação, e dessa forma, a única maneira de uma organização sobreviver é a continua adaptação. (SOH; CONNOLLY, 2021).

4.4 Fatores determinantes para implantação

Alguns fatores determinarão a implementação bem-sucedida das tecnologias da I4.0 nas organizações em todo o mundo, vide:

- a. As pessoas precisam estar no centro da estratégia do negócio; (MOTYL et al., 2017; TAYLOR et al., 2020)
- b. As organizações e o governo precisam facilitar o aprimoramento digital da sua força de trabalho. (LÓPEZ RÍOS; LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020; RAINNIE; DEAN, 2020a)
- c. As organizações precisam trabalhar em parceria com as Universidades e/ou centros de treinamento, assim como, com os próprios trabalhadores, a fim de promover o desenvolvimento das habilidades digitais. (LÓPEZ RÍOS; LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020; RAINNIE; DEAN, 2020a; ROMERO GÁZQUEZ et al., 2020);
- d. Colaboradores precisam ter competências e habilidades certas, além de terem motivação para usar essas tecnologias. (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020);
- e. No desenho das soluções e softwares que os operadores poderão ter mais autonomia, eles precisam ser envolvidos em todo o processo de desenvolvimento. (RAINNIE; DEAN, 2020a);
- f. A qualidade do seu capital humano e a forma como as organizações gerenciam seu pipeline de talentos são fatores críticos para o sucesso dessas empresas na I4.0. (WHYSALL; OWTRAM; BRITTAİN, 2019).

4.5 Benefícios pós-implantação

Caso a implementação da estratégia 4.0 seja bem-sucedida, alguns benefícios acompanharão a trajetória desse *stakeholder*. Vejamos:

Entende-se que os processos da Indústria 4.0 facilitarão a geração de valor em todas as fases do ciclo de vida de um produto. (RAINNIE; DEAN, 2020a), além de que para os profissionais que estiverem à frente desse processo de implantação em suas organizações, estes experimentarão uma oportunidade de aprendizado sem precedentes em toda a humanidade. (LÓPEZ RÍOS; LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020).

No campo do desenvolvimento humano, haverá uma maior descentralização das decisões, contribuindo para que os operadores tenham mais autonomia em suas rotinas de trabalho. (RAINNIE; DEAN, 2020a) Isso fará com que essas funções ganhem cada vez mais importância, uma vez que eles se tornarão responsáveis por todo o processo produtivo e não apenas a produtividade de uma única máquina.

Por fim, no campo empresarial, as empresas se beneficiarão de redução do risco operacional, aumento de produtividade, redução de custo, e a capacidade de atendimento das demandas dos clientes considerando suas especificidades e customização desejada. (PIWOWAR-SULEJ, 2021).

4.6 Impactos com a implantação

No entanto, precisamos ter clareza que as transformações mundiais propostas pela Indústria 4.0, também possuem alguns pontos delicados a serem observados, conforme foi falado por (RAINNIE; DEAN, 2020a; SOH; CONNOLLY, 2021). Um deles é justamente a maneira como conceituamos, praticamos e protegemos os direitos humanos (SOH; CONNOLLY, 2021). Além de que todo o volume de dados gerenciado e manipulado também poderá ser usado para influenciar na toma de decisão de compra dos indivíduos (SOH; CONNOLLY, 2021). Assim como, todas as transformações inerentes da digitalização geram muitas incertezas quanto aos papéis dos gerentes e operadores, soma-se a isso, o incremento no volume de informações a serem processadas por essas pessoas. Isso contribui diretamente para esse sentimento de instabilidade, assim como, levanta-se a bandeira da necessidade de cuidar cada vez mais da saúde mental dos colaboradores. (RAINNIE; DEAN, 2020a).

Por fim, os monopólios poderão aumentar assustadoramente, uma vez que implantar as estratégias e tecnologias da Indústria 4.0 ainda é muito caro, e as pequenas e médias empresas (PMEs) não possuem fluxo de caixa para tal. (RAINNIE; DEAN, 2020a).

Uma das formas de reduzir o impacto dessas transformações, está pautada justamente no gerenciamento dos desafios impostos para implantação da Indústria 4.0. E obviamente, um dos principais desafios está justamente na pauta da estratégia de gestão de pessoas e de talentos das organizações. Com a implantação das tecnologias da Indústria 4.0, espera-se uma maior flexibilidade e rapidez no atendimento das especificidades solicitadas pelos clientes, logo, o cliente passará a fazer parte integral de todo o fluxo de geração de valor, de forma a desafiar os colaboradores a se tornarem encantadores de clientes, e desenvolverem um alto nível de capacidade de construção de relacionamento (TAYLOR et al., 2020). E todos os colaboradores precisam estar engajados nesse processo de transformação, uma vez, que a implantação da I4.0 desafiará todas as áreas das organizações, e as convidará a saírem de suas zonas de conforto (RAINNIE; DEAN, 2020a). Por isso, argumenta-se que a Indústria 4.0 não é uma revolução tecnológica, mas sim, uma revolução de pessoas.

Essa revolução de pessoas vem acompanhada ainda de muita indisposição dentro das próprias organizações em se adaptar a esse contexto (RAINNIE; DEAN, 2020a), no entanto, é primordial que as empresas consigam envolver todo o seu time de colaboradores, os engajando nas estratégias de implementação, e também focando no desenvolvimento desses, uma vez que cumprir essas premissas torna-se fator crítico para obter sucesso na I4.0 (RAINNIE; DEAN, 2020a).

Ressalta-se que essa preocupação empresarial precisa atingir principalmente os operadores que conduzirão o dia a dia fabril. Argumenta-se fortemente o desenvolvimento de competências técnicas, no entanto, apenas essas não garantirão o pleno funcionamento dessas tecnologias em um ambiente tão fluído e mutável. Por isso, o governo e as organizações precisam apoiar o desenvolvimento de suas equipes olhando principalmente as habilidades sociais e colaborativas (MAISIRI; DARWISH; VANDYK, 2019). Não menos importante, precisa-se também desenvolver estratégias que extraiam o melhor da integração das pessoas com as máquinas. Afinal, o ser humano funcionará também como um sistema antifalha das máquinas através dessa interação (KONG et al., 2019).

4.7 Competências profissionais requeridas no contexto da indústria 4.0

No dia 11 de março de 2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) anunciou o agravamento da situação de disseminação da doença causada pelo novo coronavírus, classificando-a como uma Pandemia (AGÊNCIA BRASIL, 2021). Desde então, a pandemia trouxe diversos impactos para a nossa sociedade, transformando a maneira de nos relacionarmos, trabalhar, viver e compartilhar. Todas as mudanças impostas pelas restrições de mobilidade, o impedimento de aglomerações, e os cuidados necessários para diminuir a disseminação do novo coronavírus geraram grandes impactos econômicos e na maneira de conduzir as Organizações (Lora Jones, 2021).

Dessa forma, o conceito denominado de Mundo V.U.C.A (*Volatility, uncertainty, complexity and ambiguity*), o qual era utilizado para descrever um mundo com instabilidade, insegurança mundial, transformações rápidas e a forte presença tecnológica entrou em desuso, ocasionado pela exponencial volatilidade em que os negócios foram enquadrados pela Pandemia, uma vez que as contingências propostas pela estratégia VUCA foram insuficientes. Nesse novo contexto, o autor, antropólogo e futurista Jamais Cascio criou o conceito do Mundo B.A.N.I, um acrônimo para: *Brittle, Anxious, Nonlinear e Incomprehensible*, em português: Frágil, Ansioso, Não linear e Incompreensível, respectivamente (PORTO, 2021).

O mundo BANI, de acordo com a *Neovertures Global*, pode ser explicado da seguinte forma:

“Brittle — Frágil

De acordo com Jamais, estamos suscetíveis a catástrofes a qualquer momento, e todas as empresas estão construídas sobre uma base quebradiça, que pode desmoronar da noite para o dia. É preciso aprender a trabalhar sabendo que o perigo está à espreita.

Anxious — Ansioso

Todo esse medo constante ocasionado pela fragilidade do mundo gera ansiedade, uma das doenças mais comuns das gerações atuais. O mundo está ansioso, e isso se reflete no mercado de trabalho. Estamos vivendo no limite, observando as doenças e a morte cada vez mais de perto, e isso ocasiona um senso de urgência, que pode acabar pautando muitas decisões.

Nonlinear — Não-linear

Segundo o antropólogo, estamos vivendo em um mundo cujos eventos parecem desconectados e desproporcionais, graças ao estranhamento e esgotamento ocasionados pelo isolamento social. Sem uma estrutura bem-definida e padronizada, não é possível fazer organizações estruturadas. Logo, planejamentos detalhados e de longo prazo podem não fazer mais sentido em um mundo BANI.

Incomprehensible — Incompreensível

De acordo com Jamais. “Tentamos encontrar respostas, mas as respostas não fazem sentido. Mais dados — até mesmo big data — podem ser contraproducentes, sobrecarregando nossa capacidade de entender o mundo, tornando difícil distinguir ruído de sinal. A incompreensibilidade é o estado final da sobrecarga de informações”. Não existe mais certeza sobre nada, assim, o excesso de controle pode ser uma farsa.”

Sendo assim, fica evidente que as estratégias empresariais aplicadas a esse novo contexto do Mundo BANI precisam estar alinhadas com as restrições e comportamentos padrão do mercado corporativo. Todo esse reposicionamento, obviamente, também impactará nas estratégias de gestão de pessoas das empresas. E consequentemente, não apenas a pandemia, mas a própria 4ª Revolução Industrial, se encarregou de exigir novas competências e comportamentos dos profissionais.

Assim, a seguir serão evidenciados alguns conceitos essenciais para a construção desses novos modelos de gestão estratégica de pessoas.

4.8 O que é uma competência?

Comumente conhecemos o termo competência como sendo a soma dos conhecimentos, habilidades e atitudes, o famoso “CHA”. Segundo Souza (2016), esse conceito surgiu em 1973, criado por David McClelland com o objetivo de aumentar a eficácia nos processos de recrutamento e seleção, avaliação de desempenho das pessoas e ações de desenvolvimento.

Nesse caso, o McClelland propôs o mapeamento dos conjuntos de conhecimentos, habilidades e atitudes diferenciadoras por cargo, ou grupo de cargos. De forma que fosse possível comparar o perfil das pessoas com o perfil ideal requerido para o cargo ou grupo de cargos.

No entanto, Souza (2016) cita que a visão de McClelland é “algo impensável em nossa realidade cada vez mais fluida, em que as pessoas alteram seus papéis e ocupações de forma cada vez mais intensa e frequente.”

Percebe-se que a literatura atual cita que o movimento da 4ª Revolução Industrial também é um momento de profunda perturbação e a adaptação é contínua. Ou seja, as empresas e a sociedade viverão em constante mudança. (SOH; CONNOLLY, 2020). Além de que o nosso modelo atual de trabalho: repetitivo, pouco qualificado e físico, passará a ser muito mais complexo e cognitivo. (RAINNIE; DEAN, 2020b)

Frente a tudo isso, Souza (2016) cita que Le Boterf (1995 e 2000) explica que o mais importante sobre o conceito de competência está em a pessoa conseguir “saber ser”. “O saber ser é o resultado de um aprendizado obtido ao longo da vida da pessoa.”

Para esse trabalho, considerou-se o conceito de competência sendo o:

“Saber agir responsável e reconhecido, que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos, habilidades, que agreguem valor econômico à organização e valor social ao indivíduo.” (FLEURY E FLEURY, 2000)

4.9 A evolução da percepção sobre o conceito de competências

Constata-se que não há consenso sobre o real conceito do termo competência, conforme citado por Dutra (2011).

“A revisão desses artigos revela, em qualquer um desses eixos, grande heterogeneidade nas formas de abordar, classificar e estruturar o conceito de competência organizacional ou individual. E essa condição pode ser observada tanto no ambiente acadêmico, através das diferentes formas dos autores de lidar com a base conceitual, como no contexto empresarial, por meio dos relatos de experiências de campo em organizações.” (DUTRA, 2011)

Sendo assim, a seguir detalha-se um breve levantamento histórico da mudança de percepção sobre o real conceito do termo competência.

De acordo com Dutra (2004), a primeira mudança na ótica sobre o significado desse termo foi na migração da noção de qualificação para o de competência. Nessa fase a ênfase estava em identificar o “CHA” necessário para determinado conjunto de tarefas e buscar um desempenho superior. Essa percepção reinou em toda a década de 80.

Por volta dos anos 90, com a inserção de alguns elementos que modificavam o contexto do trabalho, onde era necessário lidar com a instabilidade, a flexibilidade e responsabilidade, o ser competente passou a ser a ação. Ou seja, quando ocorre a combinação e mobilização das capacidades.

Já no século XXI, há um movimento forte de ampliação da aplicação dos processos de avaliação de desempenho, e há uma busca por embasamento de sistemas de mensuração e indicadores. Nessa fase, é quando passasse a observar a competência como uma contribuição econômica e social para as organizações. O foco passa a ser no resultado gerado pela soma dos conhecimentos, habilidades e atitudes, (DUTRA, 2001; 2004) e não mais nas tarefas executadas, ou domínio que se tem sobre elas.

Tendo em vista a compreensão ampliada sobre o que seria uma competência, no qual para o contexto desse trabalho resume-se a transformar conhecimento, habilidades e atitudes em resultados concretos para as organizações. Necessita-se explicar os diversos tipos de competências, e suas variadas aplicações.

4.9.1 Tipos de competências

De acordo com Coda (2016) as competências podem ser divididas do coletivo para o individual nas seguintes categorias:

“organizacionais – capacidades únicas que garantem a competitividade e a sobrevivência de uma empresa – exemplo: foco na inovação;
gerais – capacidades consideradas essenciais para todos os colaboradores da organização, independentemente de seu cargo ou nível hierárquico – exemplo: agregação de valor;
profissionais – capacidades que o colaborador tem que demonstrar para ser considerado eficaz em seu trabalho e/ou poder desempenhar um cargo, um papel, uma tarefa, ou assumir uma responsabilidade em determinada área da organização – exemplo: domínio técnico. Podem também receber a denominação de competências técnicas, funcionais ou específicas;
gerenciais – capacidades consideradas essenciais para todos os colaboradores com responsabilidades administrativas ou de supervisão em qualquer área da organização e nos diferentes níveis hierárquicos existentes – exemplo: tomada de decisão;
individuais ou comportamentais – capacidades ou atributos pessoais que o colaborador tem e que influenciam sua eficácia no trabalho. Referem-se a um padrão de conduta ou a ações valorizadas pelo indivíduo ao desempenhar seu cargo ou função – exemplo: flexibilidade” (CODA, 2016, p.**)

Há uma lógica em subdividir as competências em tipos. A primeira delas parte da escolha de como a organização que está sendo estudada escolhe competir.

Conforme cita (FLEURY; FLEURY, 2000, p. 45), as empresas possuem três formas de competir:

- Excelência Operacional;
- Inovação em produtos;
- Orientação para clientes.

Dessa maneira, essa decisão influencia completamente na definição das competências organizacionais. As quais, irão se diferenciar à medida que a Organização muda a sua estratégia de competição. (FLEURY; FLEURY, 2000).

Após a definição da estratégia de competição, e das competências organizacionais, conseqüentemente desdobra-se essas competências em competências coletivas e individuais para os colaboradores, de forma que haja uma coerência no comportamento do corpo de recursos humanos, a fim de se fazer cumprir a estratégia de competição adotada e gerar diferenciação frente aos concorrentes e clientes.

Conforme cita Dutra (2017) as pessoas “... são fundamentais para a contínua transformação da organização.” Por isso, é inteligente realizar o cascadeamento dos comportamentos desejados pelos colaboradores, assim como, comunicar abertamente sobre isso. O quadro a seguir exemplifica essa ótica:

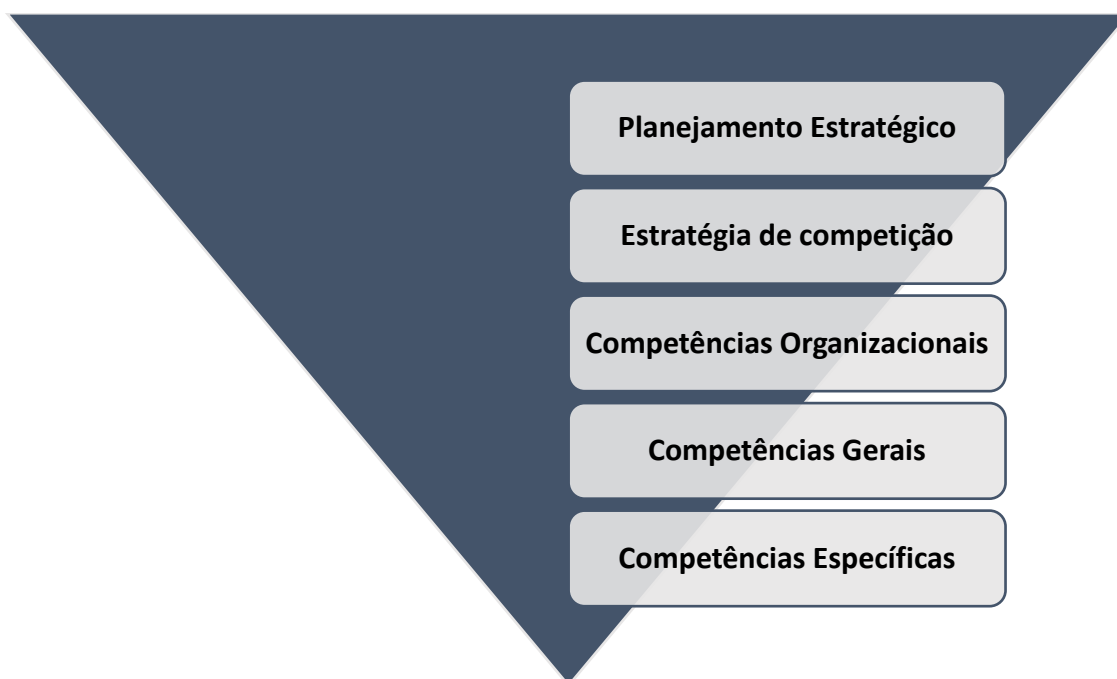
Quadro 1 - Adaptado pelo autor inspirado em Dutra (2017)

Definição das competências por eixo		
Entregas exigidas das pessoas em cada eixo em função da estratégia de competição adotada e das competências organizacionais.		
Estratégia de competição	Competências Organizacionais	Competências individuais
Volume de vendas Excelência Operacional	Gestão inteligente de custos	Orientação para custos e qualidade
	Qualidade excepcional	Gestão orçamentária
	Processo produtivo Lean e Six Sigma	Trabalho em equipe
	Gestão de parcerias estratégicas	Planejamento
Foco na customização Inovação em produtos	Inovação de produtos e processos	Capacidade de inovação
	Qualidade excepcional	Comunicação efetiva
	Monitoramento tecnológico	Aprendizagem e compartilhamento de conhecimento
	Parcerias tecnológicas estratégicas	Liderança e trabalho em equipe

Sendo assim, percebe-se que, por exemplo, para que essa organização exemplificada no Quadro 1 consiga cumprir com a sua estratégia de Excelência Operacional, seus colaboradores precisam ter um foco direcionado para gestão de custos, orçamento e qualidade, além de conseguir trabalhar em equipe e ter boa capacidade de planejamento. Esse recorte está completamente alinhado com a visão proposta por (DUTRA, 2017) para o desenho das competências individuais.

Na Figura 01 abaixo, o autor elaborou essa proposta visual de como se dá o processo de cascadeamento das competências em todos os níveis de uma organização. Esse tipo de desdobramento das competências deixou de ser vantagem competitiva, e hoje é considerado um fator de fundamental importância para a sobrevivência das organizações. (JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018)

Figura 1 - Cascadeamento das competências - Elaborado pelo autor (2022)



Conforme foi explicado acima, a lógica do cascadeamento das competências contribui para que as organizações deixem claro as suas expectativas de comportamentos (competências), assim como, o que é esperado do cargo ocupado pela pessoa dentro desse espaço ocupacional.

4.10 Conceito sobre *Hard e Soft Skills*

Conforme citado por Albuquerque (2021), atualmente podemos classificar todas as competências existentes entre soft skills e hard skills. (CAETANO, 2009)

O termo *skill* vem do inglês e significa habilidades. No campo das competências individuais, as competências podem ser divididas em habilidades técnicas (*hard skills*) ou habilidades comportamentais (*soft skills*).

Dessa forma, as habilidades técnicas são habilidades que podem ser facilmente aprendidas em salas de aula, livros e apostilas, ou a própria experiência em si, além de serem facilmente quantificáveis. Geralmente podem ser comprovadas por meio de diplomas, certificados, testes práticos, cursos. Ao colocar-se em prática pode ser demonstrado através de aspectos físicos e/ou tangíveis.

No caso das habilidades comportamentais (ou transversais) essas são competências subjetivas e bem difíceis de quantificar, uma vez que estão relacionadas a maneira como nos relacionamos e interagimos com as pessoas (Crispino, 2017). Além do mais, não se pode comprovar através de certificados e títulos, apenas através da convivência diária, dinâmicas de grupos, e ações de interação com o indivíduo. Albuquerque (2021) sinaliza que o conceito de competências transversais foi proposto por Robert Mertens para se referir as habilidades não relacionadas com a aprendizagem técnica. Essas competências são constituídas por “traços de personalidade, objetivos, preferências e motivação (Heckman & Kautz, 2012)”

Albuquerque também sinaliza que assim como as hard skills, as soft skills também podem ser aprendidas e desenvolvidas por meio de treinamento. Complementarmente, Albuquerque (2021) esclarece:

“Swiatkiewicz (2014, p.678) complementa detalhando as duas habilidades: a) Hard: são habilidades técnicas, particularmente as adquiridas por meio de uma formação profissional, acadêmica ou da experiência adquirida, mas incluem, ainda, os procedimentos administrativos relacionados com as atividades da organização, tais como: saber operar/manusear máquinas, aparelhos e equipamentos, conhecimento de normas de segurança, conhecimentos de informática/programas, habilidades financeiras/contábilística, experiência profissional e técnica; b) Soft: são habilidades universais/transversais, não acadêmicas e não relacionadas com a formação ou desempenho de funções técnicas, embora possam ser desenvolvidas, traços de personalidade, objetivos, preferências e motivações, atributos de carreira, tais como: capacidade de comunicar, de diálogo, de resposta, cooperação com os outros, trabalho em equipe/grupo, capacidade de resolver problemas/conflitos, motivar, estimular, incentivar,

facilitar, apoiar, saber adaptar-se, criatividade, iniciativa, saber comportar-se, etiqueta.”

Nesse sentido, fica esclarecido as diferenças básicas entre as competências *hard* e *soft skills*. Conceitos fundamentais para os resultados desse trabalho.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Classificação da Pesquisa

Conforme citado por Gil (1999), o objetivo de uma pesquisa é descobrir respostas para problemas, através do uso de métodos científicos. Nesse sentido, essa pesquisa se caracteriza em relação à natureza: é uma pesquisa aplicada, pois visa compreender quais competências são necessárias para que um engenheiro(a) performe adequadamente em um ambiente industrial embarcado de tecnologias da 4ª revolução industrial.

Quanto à abordagem do problema de pesquisa: possui uma abordagem qualitativa, uma vez que se trata de análise e compreensão subjetiva da literatura analisada no ambiente citado.

Quanto aos objetivos: exploratória, tendo em vista que é um assunto muito pouco pesquisado e até o período analisado, sem conhecimento consolidado sobre o objetivo de pesquisa.

Quanto aos procedimentos: bibliográfico, uma vez que se trata de uma revisão sistemática da literatura, a fim de compreender o estágio atual desse tema em todo o mundo.

5.2 Software de apoio

Para o desenvolvimento dos fluxogramas anexados nesse trabalho, foi utilizado o software Bizagi Modeler em sua versão gratuita.

5.3 Fases da revisão sistemática da literatura

O desenvolvimento desse trabalho de pesquisa teve como premissa investigar quais conhecimentos sobre o tema já estavam disponíveis nas bases de dados selecionadas. Para tanto, conforme cita (GOHR *et al.*, 2013) uma revisão sistemática

da literatura (RSL) precisa de “...métodos rigorosos e explícitos de pesquisa para identificar, selecionar, avaliar a qualidade do material, coletar os materiais; assim como analisar e descrever as reais contribuições para o desenvolvimento da pesquisa”. Sendo assim, a seguir será detalhado os métodos e procedimentos utilizados na construção dessa RSL:

- a) Delimitou-se o período de busca entre os dias 01 de janeiro de 2011 a 06 de junho 2021. A delimitação para o ano de início da amostra ser 2011 foi o fato da Indústria 4.0 ter surgido nesse ano. (CHAKA, 2020)
- b) Foram utilizados duas bases de dados mundiais, sendo a “*Web Of Science - WOS*” e a “*Scopus*”, sendo a primeira disponibilizada aos pesquisadores através de convênio estabelecido pela UFPB e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. A definição por uso dessas bases de dados se deu por:
 - I. Permitir o acesso a múltiplos banco de dados (WOS);
 - II. Amplo banco de documentos internacional (*Scopus*);
 - III. Maior banco de dados revisado por pares do mundo (*Scopus*).
- c) Palavras-Chaves: Foram utilizadas as palavras-chaves sinalizadas no quadro 02 – Palavras Chaves:
- d) Filtro dos documentos selecionando apenas artigos e reviews (visando garantir uma boa qualidade na base de dados a ser analisada).
- e) Realizado filtro por categorias que tinham conexão com o tema.
- f) Realizado filtro por repetição dentro da busca.
- g) Realizado filtro por repetição comparando as duas bases de dados.
- h) Após todas essas etapas, foi concluída a base de dados extraída da RSL contendo um total de 214 documentos.

As palavras chaves utilizadas para seleção dos artigos foram, conforme quadro a seguir:

Quadro 2 - Lista de Palavras Chaves, elaborado pelo autor (2022)

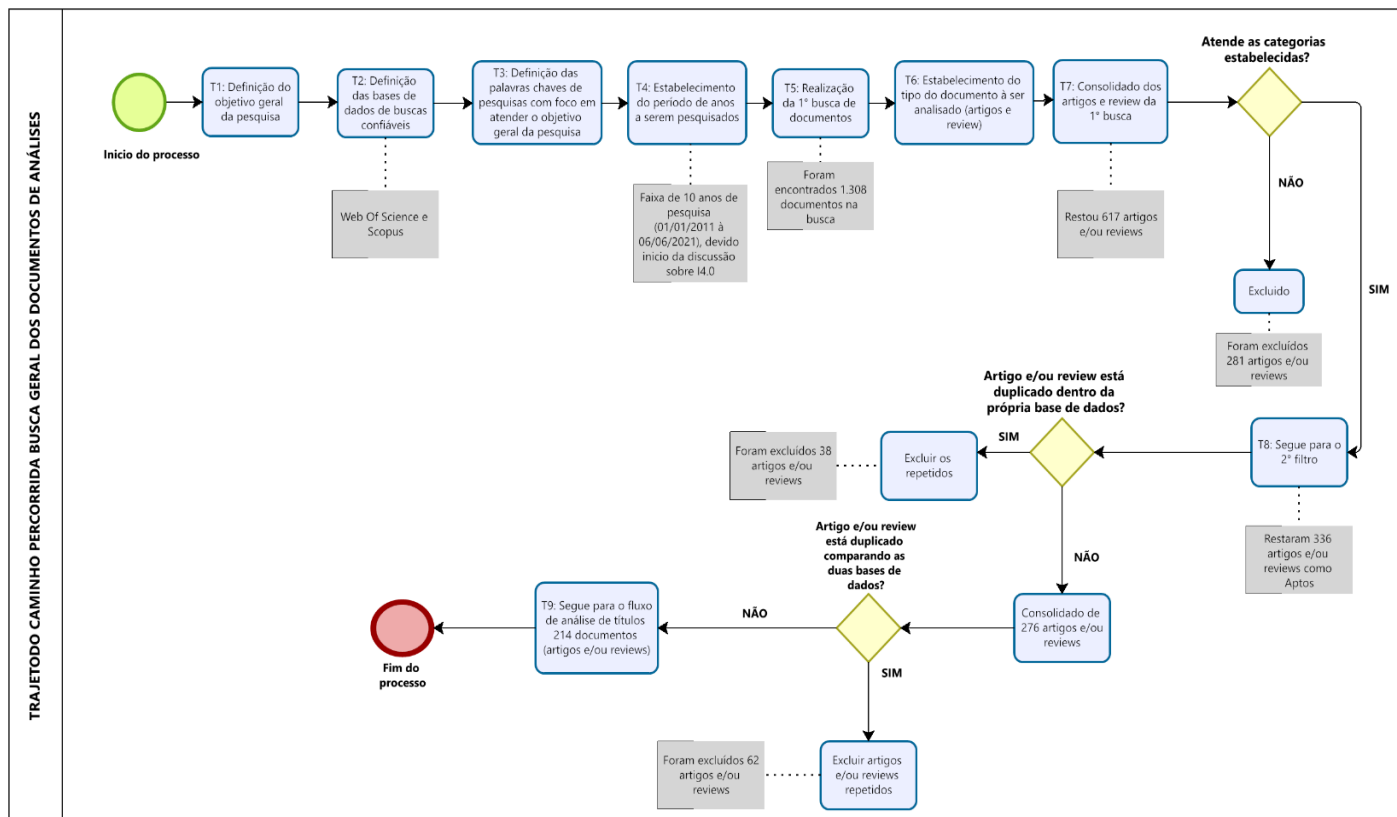
Conectivo	Palavras de busca	Tópico ou título (busca 1)	Tópico ou título (busca 2)	Tópico ou título (busca 3)
-	"competenc*" or "skil*" or "capabilit*" or "expertise" or "capacit*" or "abilit*"	Título	Tópico	Tópico
And	"fourth industrial revolution" or "fourth revolution" or "industr* 4.0" or "industr*4.0" or "digital transformation" or "digital-transformation" or "4.0" or "industr* revolution"	Tópico	Título	Tópico
And	"engineer*" or "industrial engineer*" or "indust* engine*" or "engine*"	Tópico	Tópico	Título

Por fim, ressalta-se que para cada base de dados foram realizadas três buscas diferentes, nas quais alternava-se a busca dessas palavras entre o título ou tópico, conforme constam sinalizadas no quadro acima em negrito.

Cada busca contribuiu com resultados diferentes.

Na próxima figura, observa-se todos os passos executados para a construção dessa Revisão Sistemática da Literatura.

Figura 2 - Mapeamento do Trajeto percorrido na pesquisa, elaborado pelo autor (2022)



De base dos documentos mapeados, conforme procedimento citado acima, concluiu-se a RSL com 214 documentos científicos. Portanto, a partir desse ponto, deu-se início a 2ª fase dessa RSL, na qual analisou-se com mais profundidade o nível de adequação dos documentos levantados.

5.4 Método de análise dos artigos

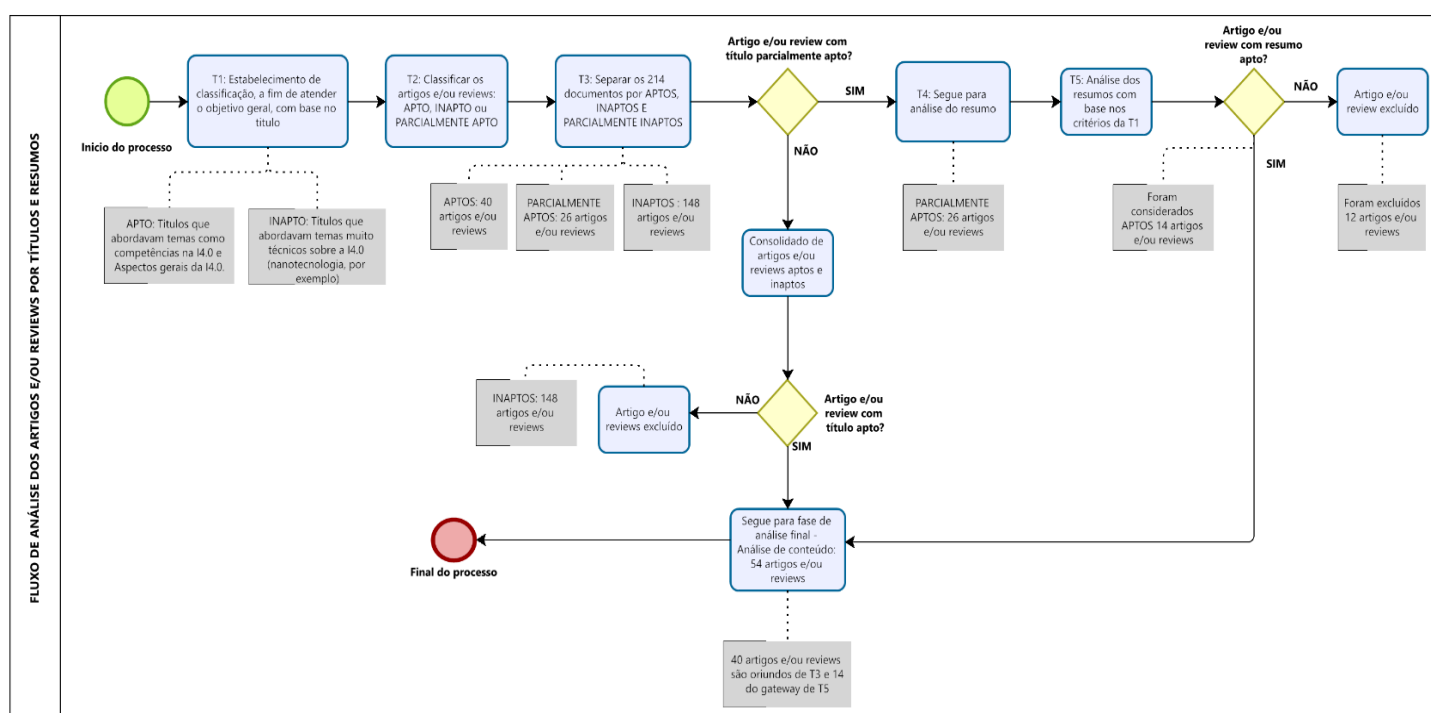
A análise dos artigos deu-se inicialmente pelo julgamento através do título do documento visando classificá-los entre **apto**, **parcialmente apto** ou **inapto**. Para ser enquadrado em cada uma dessas categorias, levou-se em conta os seguintes critérios:

Quadro 3 - Classificação dos artigos

Classificação	Critério
Apto	Título dentro do objetivo de pesquisa
Parcialmente apto	Título parcialmente alinhado ao objetivo da pesquisa. Necessita de uma análise mais aprofundada.
Inapto	Título divergente do objetivo da pesquisa

Em seguida, complementando essa etapa, foi feita a análise dos resumos das obras classificadas como parcialmente aptas, e dessa forma, estabeleceu-se quais os documentos julgados inicialmente como parciais, estariam aptos a integrar a base de artigos dessa pesquisa. Sendo assim, a soma entre os artigos aptos e parcialmente aptos, que foram aprovados na análise do resumo, formaram a base de dados completa que subsidiou a construção do capítulo de resultados, assim como, a revisão da literatura.

A base oficial dessa pesquisa finalizou com 54 documentos científicos. Confira na figura a seguir o passo-a-passo executado para a análise inicial desses artigos.

Figura 3 - Mapeamento de Fluxo de Análise dos artigos, elaborado pelo autor (2022)

5.5 Método de Análise de Conteúdo

Essa etapa consistiu na análise integral dos 54 artigos selecionados, conforme explicitado na figura 3 acima. Essa análise baseava-se em ler, analisar e extrair dados relevantes para a pesquisa. Para a execução dessa etapa, levou-se em consideração alguns aspectos. Tais como:

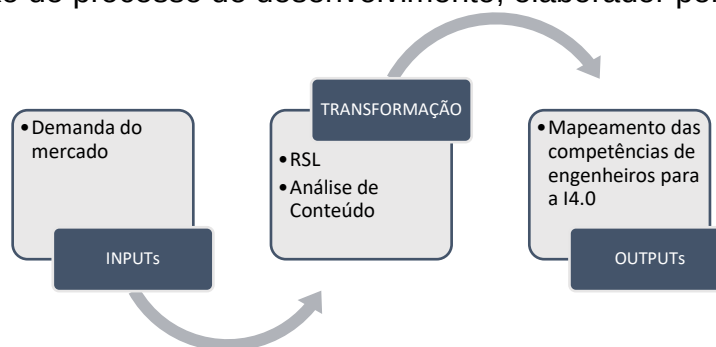
- Qual o objetivo desse documento?
- O que o artigo cita de conceitos importantes sobre competências?
- Define o que é uma competência? Qual o conceito?
- Qual o conceito sobre a I.40?
- Quais competências recomenda como importantes para um engenheiro(a)?
- Qual o país, público-alvo, método de pesquisa utilizado, resultados importantes e recomendações futuras?

Esses aspectos foram documentados em uma planilha de Excel, de forma a facilitar a busca e identificação dos conceitos relevantes. Além de que, após a execução dessa análise de conteúdo, obteve-se o resultado da extração de 212 trechos, que continham conceitos importantes para esse trabalho. Contribuindo dessa forma com o desenvolvimento do pesquisador, assim como, com o pleno embasamento teórico para prosseguir com os resultados esperados dessa pesquisa.

6. RESULTADOS DA PESQUISA

Se pensarmos nesse trabalho acadêmico como o processo de saída de um processo de transformação, teremos a seguinte ilustração evidenciando a cadeia de trabalho:

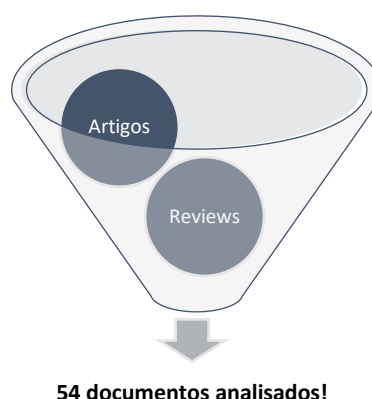
Figura 4 - Fluxo de processo de desenvolvimento, elaborado pelo autor (2022)



Sendo assim, objetiva-se compartilhar os resultados obtidos após o cumprimento de todos os passos na execução da RSL, conforme consta no capítulo anterior.

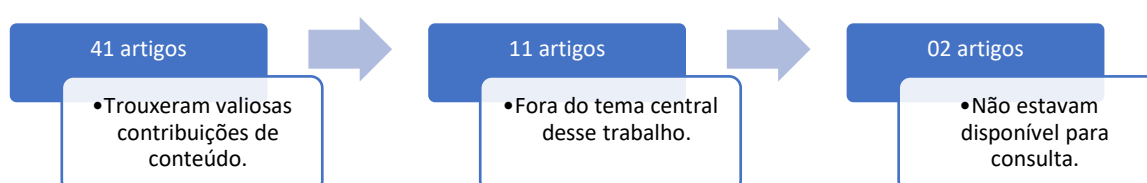
Dessa forma, obteve-se uma população final de 54 documentos, distribuídos entre artigos e reviews, vide imagem a seguir:

Figura 5 - Funil de análise, elaborado pelo autor (2022).



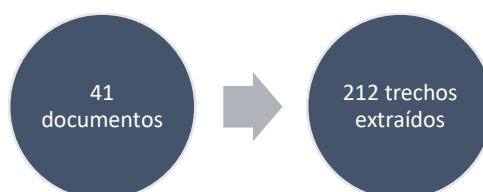
Todos os documentos passaram pelo processo de análise de conteúdo, no qual buscou-se compreender o método científico, conceitos importantes sobre a Indústria 4.0 e quais competências eram necessárias para os engenheiros atuarem em um ambiente 4.0, em alinhamento ao citado na etapa de metodologia 5.5 – Método de análise de conteúdo. Essa etapa teve os seguintes resultados quanto a essa fase:

Figura 6 - Detalhamento dos artigos por análise, elaborado pelo autor (2022)



Os 41 documentos analisados e que estavam alinhados com o objetivo dessa pesquisa, contribuíram para a extração de 212 trechos, de forma a enriquecer a bibliografia utilizada nesse trabalho científico, assim como, com o mapeamento das competências necessárias para atuação de engenheiros no contexto da Indústria 4.0.

Figura 7 - Resultado da busca, elaborado pelo autor (2022)



Ao analisarmos o conteúdo dos documentos, mapeamos **63 competências diferentes**, conforme mapa de competências a seguir, disponibilizados através dos quadros **4 e 5**.

No quadro 4 abaixo verificamos o mapa das competências hard skills que foram ordenadas por sua frequência de citação (quanto maior a frequência, inversamente proporcional é a sua posição dentro da família de competências apresentada):

Quadro 4 - Detalhamento das *Hards Skills*, elaborado pelo autor (2022).

Tipo	Posição Gera	Posição por Tip	Competências necessárias Eng I4.0	Frequência de Citaçã
Hard skill	1	1	Entendimento dos processos de TI	18
Hard skill	7	2	Segurança de TI	13
Hard skill	9	3	Novas Tecnologias	13
Hard skill	11	4	Recursos de codificação	12
Hard skill	13	5	Habilidades analíticas	10
Hard skill	16	6	Big Data Analytics	9
Hard skill	17	7	Automatização de processos	8
Hard skill	18	8	Competências linguísticas (outros idiomas)	8
Hard skill	21	9	Processos de Simulação	8
Hard skill	26	10	Data Science	7
Hard skill	27	11	Habilidades de Pesquisa	6
Hard skill	31	12	Engenharia de Software	6
Hard skill	32	13	Internet das Coisas (IoT)	6
Hard skill	33	14	Arquitetura de TI	6
Hard skill	38	15	3D Printing	5
Hard skill	39	16	Robótica	5
Hard skill	40	17	Realidade virtual	5
Hard skill	46	18	Conhecimento em gestão e processos	3
Hard skill	47	19	Competências técnicas em engenharia	3
Hard skill	48	20	Habilidades para interagir com a interface homem-máquina	3
Hard skill	56	21	Fundamentos de negócios	2
Hard skill	57	22	Gestão de Riscos	2
Hard skill	58	23	Inteligência Artificial	1
Hard skill	59	24	Gestão de projetos	1
Hard skill	60	25	Manutenção e desenvolvimento de Sistemas	1
Hard skill	61	26	Mídias digitais	1
Hard skill	62	27	Mapeamento de processos	1
Hard skill	63	28	BIM	1

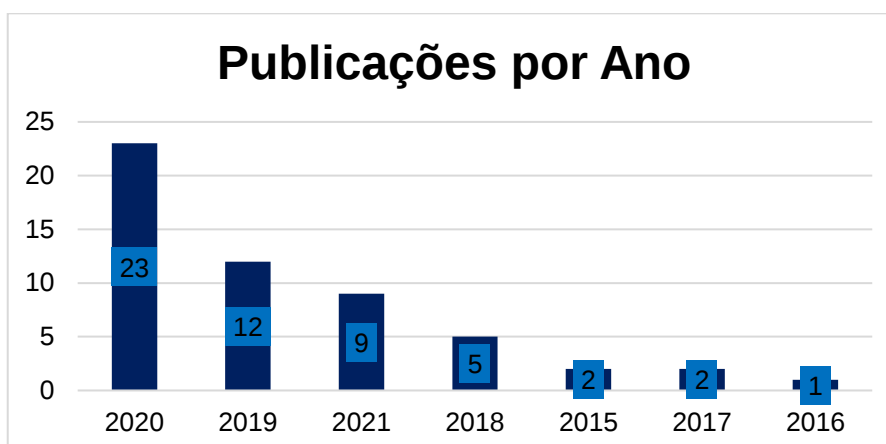
No quadro 5 a seguir podemos constatar o mapa das competências soft skills que foram ordenadas por sua frequência de citação (mesmo método utilizado para as competências hard skills):

Quadro 5 - Detalhamento das *Softs Skills*, elaborado pelo autor (2022).

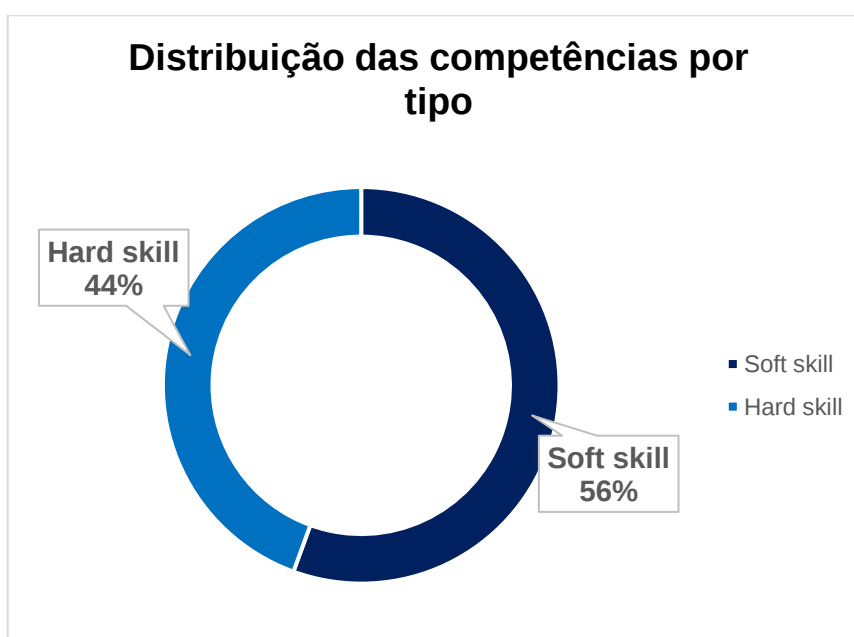
Tipo	Posição Gera	Posição por Tip	Competências necessárias Eng I4.0	Frequência de Citação
Soft skill	2	1	Comunicação	17
Soft skill	3	2	Trabalho em equipe	16
Soft skill	4	3	Criatividade	14
Soft skill	5	4	Aprendizado ao longo da vida	14
Soft skill	6	5	Tomar decisão	13
Soft skill	8	6	Resolver problemas complexos	13
Soft skill	10	7	Pensamento Crítico	13
Soft skill	12	8	Liderança	12
Soft skill	14	9	Adaptabilidade	10
Soft skill	15	10	Colaboração e/ou cooperação	10
Soft skill	19	11	Flexibilidade	8
Soft skill	20	12	Habilidades interdisciplinares	8
Soft skill	22	13	Resolução de problemas	7
Soft skill	23	14	Motivação para aprender	7
Soft skill	24	15	Inteligência emocional	7
Soft skill	25	16	Ética	7
Soft skill	28	17	Capacidade de priorização	6
Soft skill	29	18	Auto-organização	6
Soft skill	30	19	Competências interpessoais	6
Soft skill	34	20	Orientação para serviços	5
Soft skill	35	21	Negociação	5
Soft skill	36	22	Empreendedorismo	5
Soft skill	37	23	Liderar as mudanças	5
Soft skill	41	24	Networking	4
Soft skill	42	25	Compartilhar conhecimento	4
Soft skill	43	26	Criatividade para resolver problemas	3
Soft skill	44	27	Resolução de conflitos	3
Soft skill	45	28	Responsabilidade social	3
Soft skill	49	29	Diversidade	2
Soft skill	50	30	Competências interculturais	2
Soft skill	51	31	Inovação	2
Soft skill	52	32	Autonomia	2
Soft skill	53	33	Sustentabilidade	2
Soft skill	54	34	Confiabilidade	2
Soft skill	55	35	Foco no cliente/stakeholders	2

A classificação do tipo de competência foi realizada pelo autor, de acordo com os conceitos sinalizados na etapa de revisão da literatura.

Dos artigos analisados nessa fase, 81% foram publicados nos últimos três anos (de 2019 até 2021), vide gráfico 1 abaixo. Essa pesquisa é a uma resposta a necessidade de investigação das competências necessárias para o futuro, conforme citado por (MAISIRI; DARWISH; VANDYK, 2019; ROMERO GÁZQUEZ et al., 2020).

Gráfico 1 - Publicações por ano, elaborado pelo autor (2022)

Ao classificarmos as 63 competências mapeadas na literatura por tipo, ou seja, entre *hard skill* ou *soft skill*, conforme conceituado na revisão da literatura, temos a seguinte visão:

Gráfico 2 - Distribuição de Competência, elaborado pelo autor (2022)

O resultado acima evidencia um equilíbrio entre os campos das competências citadas, percebe-se a preocupação das pesquisas existentes com o desenvolvimento de competências comportamentais, além de que, colabora com as pesquisas que afirmam que o foco do desenvolvimento dos engenheiros, precisam estar nas

habilidades não técnicas, logo nas *soft skills*, conforme citado por (AZMI *et al.*, 2018;MAISIRI; DARWISH; VANDYK, 2019).

Essa percepção também vai de encontro com a citação de (MOTYL *et al.*, 2017) na qual compartilham que ativo mais importante da estrutura da Indústria 4.0 são as pessoas. Reforçando a necessidade inegociável do desenvolvimento das pessoas, também citado por (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ *et al.*, 2020; JERMAN; PEJIĆ BACH; BERTONCELJ, 2018; MOHD KAMARUZAMAN *et al.*, 2019; ROMERO GÁZQUEZ *et al.*, 2020)

Embora as organizações, os governos e a sociedade entendam que a Indústria 4.0 refere-se a uma profunda mudança tecnológica nos processos produtivos e na maneira como vivemos, apenas a tecnologia não nos fará vivermos em um mundo 4.0. As pessoas precisam ser o centro das iniciativas promovidas. (TAYLOR *et al.*, 2020).

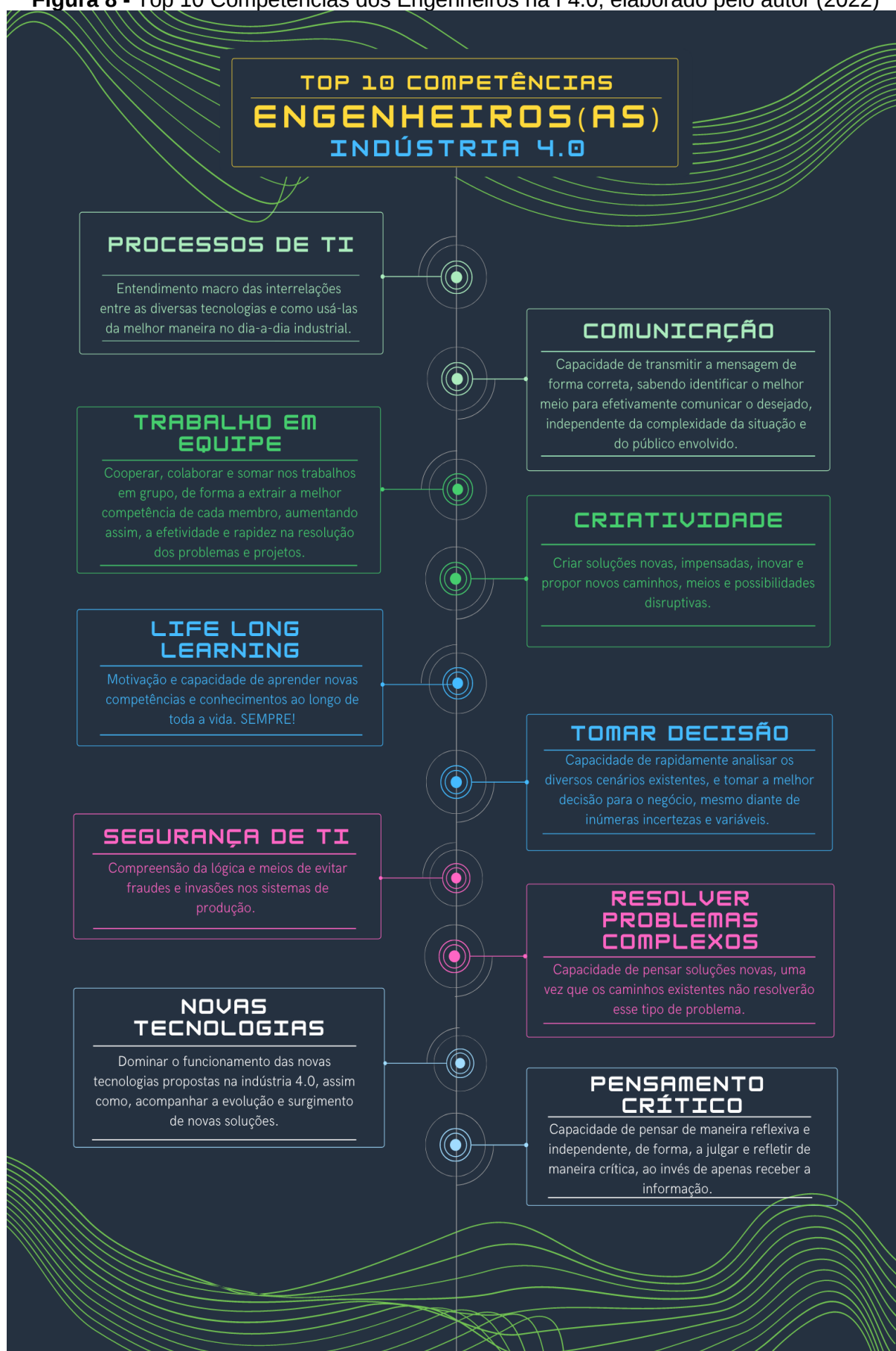
Essa percepção fica evidente com o gráfico abaixo, na qual, evidencia-se uma lupa nas 10 competências mais citadas como necessárias para os engenheiros, já as classificando por tipo, vide:

Gráfico 3 - Top 10 Competências, elaborado pelo autor (2022).



Vejamos na figura 8 a seguir, quais são essas competências e suas descrições:

Figura 8 - Top 10 Competências dos Engenheiros na I 4.0, elaborado pelo autor (2022)

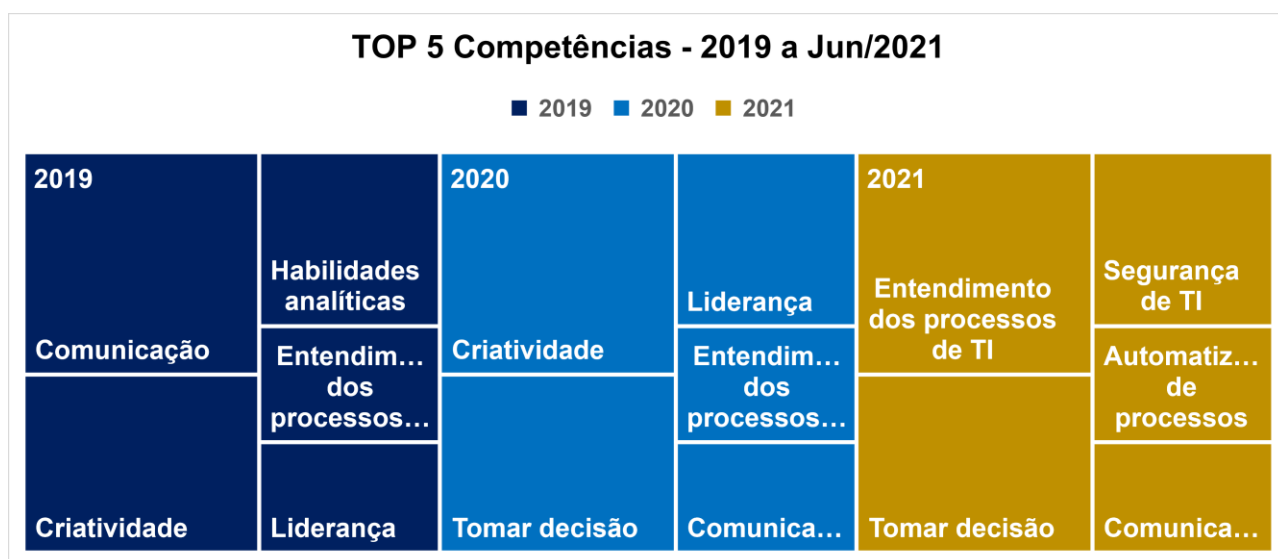


De acordo com o resultado evidenciado acima, percebe-se que o grande foco no desenvolvimento dos engenheiros precisa estar pautado na aprendizagem de competências *soft skills*. No entanto, os engenheiros também necessitarão operacionalizar as tecnologias da Indústria 4.0, conforme cita (CHAKA, 2020; HERNANDEZ-DE-MENENDEZ *et al.*, 2020).

Dessa forma, torna-se crucial a revisão das grades e estruturas curriculares dos cursos de engenharia para se adequar as necessidades impostas pela 4ª revolução industrial. (ARASI; BABU, 2019; HERNANDEZ-DE-MENENDEZ *et al.*, 2020; LÓPEZ RÍOS; LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020; MAISIRI; DARWISH; VANDYK, 2019; PATTANAPAIROJ; NITISIRI; SETHANAN, 2021), principalmente porque as instituições de formação técnica são a base para o desenvolvimento de uma força de trabalho competente, (MAISIRI; DARWISH; VANDYK, 2019) assim como, promover essas mudanças e adequações é uma ação estratégica para as Universidades, uma vez que fornecerão a mão de obra necessária para viabilizar todas essas transformações no mundo corporativo e no governo. (LÓPEZ RÍOS; LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020)

Na figura abaixo, podemos perceber a evolução das TOP 5 competências nos últimos três anos, confira:

Figura 9 - Top 5 competências, elaborado pelo autor (2022)



Como entre os anos de 2015 e 2018 a produção científica foi bastante reduzida sobre o tema, conforme mostrado no gráfico 1 e de acordo com (LÓPEZ RÍOS;

LECHUGA LÓPEZ; LECHUGA LÓPEZ, 2020; SANTOS; MARTINHO, 2019), a análise acima ateu-se a estudar os comportamentos dos três últimos anos, e com isso, percebe-se pouca variação no quadro de competências, tendo em 2021 o crescimento da ênfase evidenciada pelos pesquisadores com foco em segurança de TI e automatização de processos, e queda de liderança e criatividade.

6.1 Estrutura de formação pedagógica dos engenheiros(as)

Tomando por exemplo, o Projeto Político Pedagógico do curso de bacharelado em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba, os conhecimentos, habilidades e atitudes projetadas ao profissional formado são:

Quadro 6 - Conhecimentos, Habilidades e Atitudes desejadas e classificação, elaborado pelo autor (2022).

Conhecimentos, habilidades e atitudes esperadas após formação	Classificação por tipo de competência
Ser capaz de dimensionar e integrar recursos físicos, humanos e financeiros a fim de produzir, com eficiência e ao menor custo, considerando a possibilidade de melhorias contínuas.	Hard skill
Ser capaz de utilizar ferramental matemático e estatístico para modelar sistemas de produção e auxiliar na tomada de decisões.	Hard skill
Ser capaz de projetar, implantar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos, levando em consideração os limites e as características das comunidades envolvidas.	Hard skill
Ser capaz de prever e analisar demandas, selecionar tecnologias e know-how, projetando produtos ou melhorando suas características e funcionalidade.	Hard skill
Ser capaz de incorporar conceitos e técnicas da qualidade em todo o sistema produtivo, tanto nos seus aspectos tecnológicos quanto organizacionais, aprimorando produtos e processos, e produzindo normas e procedimentos de controle e auditoria.	Hard skill
Ser capaz de prever a evolução dos cenários produtivos, percebendo a interação entre as organizações e os seus impactos sobre a competitividade.	Hard skill
Ser capaz de acompanhar os avanços tecnológicos, organizando-os e colocando-os a serviço da demanda das empresas e da sociedade.	Hard skill
Ser capaz de compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio ambiente, tanto no que se refere à utilização de recursos escassos quanto à disposição final de resíduos e rejeitos, atentando para a exigência de sustentabilidade.	Hard skill
Ser capaz de utilizar indicadores de desempenho, sistemas de custeio, bem como avaliar a viabilidade econômica e financeira de projetos.	Hard skill
Ser capaz de gerenciar e otimizar o fluxo de informação nas empresas utilizando tecnologias adequadas	Hard skill

Com base nos conceitos apresentados na etapa de revisão da literatura, percebe-se que o foco da formação desse curso de graduação é formar um engenheiro(a) com forte domínio em competências técnicas (ou seja, *hard skill*). Além do mais, de acordo com a Resolução de Nº 11 do Conselho Nacional de Educação, datada de 11/03/2002 em seu Art. 4º, a formação do engenheiro possui um foco majoritário em habilidades técnicas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mundo segue em transformação. Muitas das transformações e mudanças sinalizadas ao longo desse trabalho foram aceleradas com o cenário pandêmico que ainda enfrentamos em todo o globo. A Indústria 4.0 proporcionará grandes evoluções nos sistemas de produção, de forma a garantir mais flexibilidade, agilidade, redução de custos, e assertividade em toda a cadeia de suprimentos.

Um dos maiores, se não o maior desafio da Indústria 4.0, está pautado na evolução das competências da força de trabalho, de forma que eles consigam liderar esse processo transformacional, e juntamente com ele, se desenvolver, e ampliar suas capacidades de entregas e aprendizagem. Em especial, os engenheiros(as) possuem a responsabilidade de serem os precursores desse processo evolutivo, uma vez, que está em seu DNA, o processo de melhoria e desenvolvimento de novos produtos e processos produtivos.

Nesse sentido, percebe-se que a literatura traz uma ampla visão das competências a serem desenvolvidas e esperadas desses engenheiros(as). Ao todo, foram mapeadas 63 competências através desse trabalho. E numa divisão global, podemos classificá-las como 56% *soft skill* e 44% *hard skill*. No entanto, quando verificamos essa listagem focando nas 10 competências que mais foram referenciadas pelos autores no processo de análise de conteúdo, percebemos que a divisão sofre uma drástica separação entre as categorias, passando a ter uma ênfase nas competências *soft skill* de 70%, e os demais 30% como *hard skill*.

Logo, evidentemente está claro que os esforços de todos os stakeholders, seja a força de trabalho, os empregadores, as instituições de ensino e o governo, precisam enviaar energia para o desenvolvimento e preparação desses engenheiros com ênfase nas competências *soft skill*, a fim de garantir a correta e plena implantação da Indústria 4.0 em nosso país.

Porém, diante as mudanças impostas pela Indústria 4.0, na figura XX abaixo, verificasse alguns desafios, necessidades, e tendências futuras.

Figura 10 - Adaptada e traduzida de *Emerging learning environments in engineering education*, dados da pesquisa (2022)



Ao pensarmos sobre o futuro dos profissionais, conforme está evidenciado na figura acima, algumas ações são necessárias como:

- Padronização dos modelos curriculares de ensino em engenharia;
- Educação personalizada ao usuário.

Além do mais, de agora em diante, torna-se imprescindível o desenvolvimento de uma política de cooperação entre as instituições de ensino, o mercado privado e o governo. Uma vez que a formação e preparação dos profissionais é uma etapa essencial para a implantação e manutenção da Indústria 4.0. (BONGOMIN et al., 2020)

As instituições de ensino superior são o principal canal de formação e preparação dos futuros engenheiros. No entanto, para conseguir cumprir com essa responsabilidade, precisarão superar alguns desafios e adaptar algumas estratégias:

- Falta de verba para adaptação do seu campo tecnológico e laboratórios;
- Método de ensino desatualizado. Aulas expositivas não preparará os novos engenheiros para o mercado. (SOH; CONNOLLY, 2020). É necessária a introdução da metodologia de aprendizado baseado em problemas, além da inserção da realidade virtual e tecnologias da I4.0, a fim de promover um aprendizado prático e vivencial.
- Desenvolver as Competências 4.0 de seu corpo docente.
- A criação de uma fábrica de aprendizado, poderá suprir as lacunas sinalizadas nos itens b e c acima.

e. O Fórum Econômico Mundial recomenda que a tecnologia deve ser usada para melhorar as técnicas de ensino-aprendizagem em engenharia (MAISIRI; DARWISH; VANDYK, 2019) e com aplicações práticas.

Além do mais, de acordo com (RAINNIE; DEAN, 2020b) existem outros avanços tecnológicos que têm o potencial de acelerar as mudanças necessárias na educação em engenharia. Tais como:

- (1) “A impressão 3D fornece aos alunos uma compreensão mais profunda do assunto em estudo;
- (2) Realidade Aumentada (AR) é uma tecnologia interativa que capta a atenção dos alunos e permite que eles tenham melhores estímulos sensoriais;
- (3) A Realidade Virtual aumenta a capacidade dos alunos de fazer conexões entre os conceitos aprendidos e as informações que estão sendo analisadas;
- (4) A computação em nuvem dá aos alunos acesso a trabalhos acadêmicos de qualquer lugar;
- (5) Os hologramas permitem que os alunos aprendam em tempo real de forma interativa [48];
- (6) A Inteligência Artificial permite que os alunos tenham uma melhor compreensão dos assuntos e, assim, melhorem seus resultados de aprendizagem;
- (7) Robôs capturam e mantêm melhor a atenção dos alunos e são dispositivos úteis para instrução personalizada;
- (8) IoT ajuda os alunos a se tornarem alunos ativos, permitindo que trabalhem e aprendam de forma independente ou em colaboração, desenvolvendo sua própria compreensão dos tópicos.”

Ademais, além das adequações e intervenções estabelecidas e citadas como necessárias, os atuais e futuros engenheiros precisam assumir o protagonismo de suas carreiras, buscando conhecimento, técnica e experiência, assim como diz o significado da competência de aprendizado ao longo da vida. Essa que foi mapeada como uma das 10 competências mais relevantes para um engenheiro(a) para atuar em uma indústria 4.0.

Por exemplo, ao comparar as 10 competências mais citadas como necessárias para um engenheiro(a) atuar nesse novo contexto, com as competências esperadas de um engenheiro, de acordo com o Projeto Político Pedagógico (PPD) do curso de engenharia de produção da Universidade Federal da Paraíba, percebe-se que o foco do desenvolvimento desse curso de nível superior está focada no desenvolvimento de competências técnicas (*hard skills*), porém, de acordo com o capítulo de resultados desse trabalho, a ênfase na formação desses profissionais deve ser em competências comportamentais (*soft skills*). Por isso, recomenda-se a reforma das competências desejadas do PPD do curso, alinhando-as as necessidades mapeadas e evidenciadas nesse trabalho.

Finalizando, recomenda-se investigar novos métodos de ensino-aprendizagem para os cursos de engenharia, assim como, verificar o nível de implantação da terceira

revolução industrial nas empresas brasileiras, é essencial para construção de novas soluções educacionais alinhadas com o novo momento da sociedade e competências esperadas dos engenheiros.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Organização Mundial da Saúde declara pandemia de coronavírus**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-03/organizacao-mundial-da-saude-declara-pandemia-de-coronavirus>>. Acesso em: 09/05/2021.

ALVAREZ-AROS, E. L.; BERNAL-TORRES, C. A. Technological competitiveness and emerging technologies in industry 4.0 and industry 5.0. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, v. 93, n. 1, p. 1–20, 2021.

ARASI, M. A.; BABU, S. Exploring Engineering-Educators' Perceptions and Challenges on the IR 4.0 at a Technical University in Malaysia. v. 8, n. February 2020, p. 231–237, 2019.

AZMI, A. N. et al. Towards industrial revolution 4.0: Employers' expectations on fresh engineering graduates. **International Journal of Engineering and Technology(UAE)**, v. 7, n. 4, p. 267–272, 2018.

BONGOMIN, O. et al. Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0. **Journal of Engineering (United Kingdom)**, v. 2020, 2020.

CAETANO, N. Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Gestão. 2009

CHAKA, C. Skills, competencies and literacies attributed to 4IR/Industry 4.0: Scoping review. **IFLA Journal**, v. 46, n. 4, p. 369–399, 2020.

CODA, R. **Competências comportamentais: como mapear e desenvolver competências pessoais no trabalho**. São Paulo: Atlas. 2016.

Crispino, L. **Qual é a diferença entre hard skills e soft skills?** Disponível em: <<https://exame.com/carreira/qual-e-a-diferenca-entre-hard-skills-e-soft-skills/>>. Acesso em 20/03/2022.

Desoutter Industrial Tools. (s.d.). **Revolução Industrial - Da Indústria 1.0 à Indústria 4.0**. Disponível em: <https://www.desouttertools.com.br/industria-4-0/noticias/507/revolucao-industrial-da-industria-1-0-a-industria-4-0>. Acesso em: 02/03/2022

Dutra, J. S. **Competências: conceitos, instrumentos e experiências**. (2ª ed.). São Paulo: Atlas, 2017.

_____. **Competências : conceitos, métodos e experiências**. (1ª ed.). São Paulo: Editora Atlas, 2011.

EPPEES, T. A. et al. Engineering Curriculum in Support of Industry 4.0. **International journal of online and biomedical engineering**, v. 17, n. 1, p. 4–16, 2021.

GOHR, C. F. *et al.* Um método para a revisão sistemática da literatura em pesquisas

de engenharia de produção. **XXXIII Encontro Nacional De Engenharia De Producao**, n. 33, 2013, p. 1–18, 2013.

HERNANDEZ-DE-MENENDEZ, M. *et al.* Competencies for Industry 4.0. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, v. 14, n. 4, p. 1511–1524, 2020.

HERNANDEZ-DE-MENENDEZ, M.; ESCOBAR DÍAZ, C. A.; MORALES-MENENDEZ, R. Engineering education for smart 4.0 technology: a review. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, v. 14, n. 3, p. 789–803, 2020.

JERMAN, A.; PEJIĆ BACH, M.; BERTONCELJ, A. A Bibliometric and Topic Analysis on Future Competences at Smart Factories. **Machines**, v. 6, n. 3, p. 41, 2018.

JONES, L.; PALUMBRO, D.; BROWN, D. **Coronavírus**: 8 gráficos para entender como a pandemia de covid-19 afetou as maiores economias do mundo. BBC News | Brasil. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-55835790>>. Acesso em: 02/02/2021.

KADIR, B. A.; BROBERG, O.; CONCEIÇÃO, C. S. DA. Current research and future perspectives on human factors and ergonomics in Industry 4.0. **Computers and Industrial Engineering**, v. 137, n. July, p. 106004, 2019a.

KADIR, B. A.; BROBERG, O.; CONCEIÇÃO, C. S. DA. Current research and future perspectives on human factors and ergonomics in Industry 4.0. **Computers and Industrial Engineering**, v. 137, n. July, p. 106004, 2019b.

KONG, X. T. R. *et al.* Industrial wearable system: the human-centric empowering technology in Industry 4.0. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 30, n. 8, p. 2853–2869, 2019.

LÓPEZ RÍOS, O.; LECHUGA LÓPEZ, L. J.; LECHUGA LÓPEZ, G. A comprehensive statistical assessment framework to measure the impact of immersive environments on skills of higher education students: a case study. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, v. 14, n. 4, p. 1395–1410, 2020.

MAISIRI, W.; DARWISH, H.; VANDYK, L. AN INVESTIGATION OF INDUSTRY 4.0 SKILLS REQUIREMENTS. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 30, n. 3, p. 90–105, 2019.

MANPOWERGROUP. **A Revolução das Competências**. [s.l: s.n.].

MOHD KAMARUZAMAN, F. *et al.* Comparison of engineering skills with IR 4.0 skills. **International journal of online and biomedical engineering**, v. 15, n. 10, p. 15–28, 2019.

MOTYL, B. *et al.* How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. **Procedia Manufacturing**, v. 11, n. June, p. 1501–1509, 2017.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 16/01/2019.

NEOVENTURES. **Você conhece o mundo BANI e suas implicações na vida moderna?** Disponível em: <<https://neoventures.global/pt/mundo-bani/>>. Acesso em: 09/05/2021.

PATTANAPAIROJ, S.; NITISIRI, K.; SETHANAN, K. A gap study between employers' expectations in thailand and current competence of master's degree students in industrial engineering under industry 4.0. **Production Engineering Archives**, v. 27, n. 1, p. 50–57, 2021.

PIWOWAR-SULEJ, K. Human resources development as an element of sustainable HRM – with the focus on production engineers. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, p. 124008, 2021.

PORTO, D. **De VUCA a BANI: entenda de uma vez por todas o novo conceito!** Disponível em: <<https://crescimentum.com.br/de-vuca-a-bani-entenda-o-novo-conceito/#:~:text=O%20acr%C3%B4nimo%20BANI%20significa%20Brittle,descrever%20o%20panorama%20p%C3%B3s%20pandemia>>. Acesso em: 09/05/2021.

RAINNIE, A.; DEAN, M. Industry 4.0 and the future of quality work in the global digital economy. **Labour & Industry: a journal of the social and economic relations of work**, v. 30, n. 1, p. 16–33, 2020a.

RAINNIE, A.; DEAN, M. Industry 4.0 and the future of quality work in the global digital economy. **Labour & Industry: a journal of the social and economic relations of work**, v. 30, n. 1, p. 16–33, 2020b.

ROMERO GÁZQUEZ, J. L. et al. Lack of skills, knowledge and competences in Higher Education about Industry 4.0 in the manufacturing sector. **RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, v. 24, n. 1, p. 285, 2020.

SACKEY, S. M.; BESTER, A. Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 in a South African Context. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 27, n. 4, p. 101–114, 2016.

SANTOS, R. C.; MARTINHO, J. L. An Industry 4.0 maturity model proposal. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 5, p. 1023–1043, 2019.
SOH, C.; CONNOLLY, D. New Frontiers of Profit and Risk: The Fourth Industrial Revolution's Impact on Business and Human Rights. **New Political Economy**, v. 0, n. 0, p. 1–18, 2020.

SOH, C.; CONNOLLY, D. New Frontiers of Profit and Risk: The Fourth Industrial Revolution's Impact on Business and Human Rights. **New Political Economy**, v. 26, n. 1, p. 168–185, 2021.

TAYLOR, M. P. et al. Operator 4.0 or Maker 1.0? Exploring the implications of Industrie 4.0 for innovation, safety and quality of work in small economies and

enterprises. **Computers and Industrial Engineering**, v. 139, n. October 2018, p. 105486, 2020.

WHYSALL, Z.; OWTRAM, M.; BRITTAIN, S. The new talent management challenges of Industry 4.0. **Journal of Management Development**, v. 38, n. 2, p. 118–129, 2019.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs**. [s.l: s.n.].

WORLD ECONOMIC FORUM. the Future of Jobs. **World Future Review**, v. 1, n. JANUARY, p. 11–23, 2016b.

ZHENG, X.; WANG, M.; ORDIERES-MERÉ, J. Comparison of data preprocessing approaches for applying deep learning to human activity recognition in the context of industry 4.0. **Sensors (Switzerland)**, v. 18, n. 7, 2018.