

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Mauro Felbermayer Castellan

**PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS PARA O LEAN
AUTOMATION**

Porto Alegre
2022

Mauro Felbermayer Castellan

**PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS PARA O LEAN
AUTOMATION**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Professor Tarcisio A. Saurin, Dr.

Porto Alegre
2022

Mauro Felbermayer Castellan

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS PARA O LEAN
AUTOMATION

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Tarcisio Abreu Saurin, Dr.
Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. Ricardo A. Cassel
Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professor Guilherme Luz Tortorella, PhD. (Melbourne University)

Professor Marlon Soliman, Dr. (Universidade Federal de Santa Maria)

Professor Paulo Ghinato, Dr. (Docente convidado UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Uma página não chega nem perto de conseguir sintetizar o quanto devo a todos que me apoiaram nessa jornada. Me sinto com muita sorte por poder dizer que jamais me disseram que eu não conseguiria, demonstraram mais confiança em mim do que eu mesmo consegui. Um agradecimento mais que especial a minha família que me ajudou a suportar tudo aquilo que a vida coloca em nosso caminho e que são alheios a essa dissertação. Em especial a minha mãe Ana e meu irmão Marcos que são desde sempre meus maiores apoiadores em qualquer situação. Agradeço aos professores Cassel e Piti por confiarem na minha admissão no programa e me prestarem apoio durante esse processo. Agradeço ao professor Tarcísio por me orientar nesse trabalho e me ajudar a construir tudo isso. As empresas que cederam seu tempo e seus profissionais para que os estudos de caso pudessem ocorrer mesmo durante um período de pandemia, com recursos e condições longe das ideais. Dedico esse trabalho especialmente a memória do meu grande mestre, mentor e pai Jorge Luiz Castellan.

RESUMO

O Lean Automation corresponde a uma integração entre as tecnologias da indústria 4.0 e os princípios e práticas Lean. O presente trabalho propõe um protocolo de avaliação de competências para o Lean Automation (ACLA). O protocolo foi desenvolvido após uma revisão de literatura, entrevistas com 10 pesquisadores e com 3 profissionais de ensino profissionalizante. Em seguida, o protocolo foi aplicado em dois estudos de caso, nos setores calçadista e de manufatura. O protocolo possui 4 etapas, sendo a primeira a identificação do contexto do Lean Automation (LA) na empresa, seguida por uma sensibilização sobre o LA realizada com funcionários, autoavaliação das competências e a elaboração de um plano de ação. A autoavaliação de competências é realizada com base em um formulário composto por 15 competências subdivididas em 3 domínios, sendo eles: metodológico, sócio comportamental e tecnológico. Os estudos de caso contaram com a entrevista de 9 gestores e a aplicação do protocolo em 10 participantes ao todo. Posteriormente foram realizadas avaliações quanto a usabilidade e utilidade do protocolo. Os resultados indicaram que as competências do domínio tecnológico são as menos desenvolvidas nos casos estudados e as competências do domínio metodológico são as mais bem desenvolvidas.

Palavras-chave: Lean Automation; Avaliação de competências; Indústria 4.0; Lean Production

ABSTRACT

Lean Automation is an integration between Industry 4.0 technologies and Lean Production principles and practices. The present work propose a competence assessment protocol for Lean Automation (ACLA). The protocol was develop after a literature review, interviews with 10 researchers and with 3 professional education specialists. Then, the protocol was apply in two case studies, in the shoe industry and metal manufacturing sectors. The protocol has 4 steps, the first is the identification of the Lean Automation (LA) context in the company, followed by an introduction of the LA subject carried out with employees, self-assessment of competences and the elaboration of an action plan. The competences self-assessment is carried out based on a form composed of 15 competences subdivided into 3 domains: methodological, socio-behavioral and technological. The case studies includes the interview of 9 managers and the application of the protocol with 10 participants in total. Subsequently, the protocol was assess regarding his usability and utility. The results indicates that the technological domain competences are the least developed in the cases studied and the methodological domain competences are the best developed.

Keywords: Lean Automation; Competency Assessment; Industry 4.0; Lean Production

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Iniciativas de incentivo à Indústria 4.0.	20
Figura 2: Framework teórico das tecnologias da indústria 4.0	21
Figura 3: Modelo de integração da I4.0 com a base dos princípios Lean	29
Figura 4: Taxonomia de Bloom original	32
Figura 5: 3 etapas do Understanding by Design	35
Figura 6: Os quatro estágios de competência.	36
Figura 7: Etapas da pesquisa	44
Figura 8: Fluxo de aplicação da ACLA.....	58
Figura 9: Exemplos de apresentação de resultados	61
Figura 10: Formulários do Grupo de Melhoria Contínua (Kaizen)	63
Figura 11: Colocação de peças em gabaritos de costura com RFID.	64
Figura 12: Operação da máquina de costura automática.	65
Figura 13: Resultado das avaliações dos participantes da empresa A	70
Figura 14: Sistema de gerenciamento de PCP em tempo real.	74
Figura 15: Resultado das avaliações dos participantes da empresa B	79
Figura 16: Comparação entre a média dos resultados da empresa A e empresa B	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Competências do Lean Automation.....	42
Tabela 2 – Avaliações realizadas pelos gestores da empresa A, considerando as competências dos líderes de produção em conjunto	68
Tabela 3 – Respostas dos avaliados no estudo de caso A	69
Tabela 4 – Comparação entre a percepção dos gestores e auto avaliações	72
Tabela 5 – Respostas dos avaliados no estudo de caso B	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tecnologias centrais da Indústria 4.0.....	24
Quadro 2 – Estrutura bidimensional da taxonomia de Bloom.	33
Quadro 3 – Novas terminologias da taxonomia de Bloom.	34
Quadro 4 – Comparativo das 3 escalas apresentadas	37
Quadro 5 – Fonte de dados utilizados na pesquisa	47
Quadro 6 – Perfil dos pesquisadores participantes do pré-teste.....	48
Quadro 7 – Perfil dos profissionais da educação entrevistados.....	48
Quadro 8 – Perfil dos profissionais entrevistados	50
Quadro 9 - Roteiro de avaliação dos critérios utilidade e usabilidade	53
Quadro 10 – Competências do <i>Lean Automation</i>	56
Quadro 11 – Participantes na autoavaliação das competências no estudo de caso A ..	69
Quadro 12 – Participantes na autoavaliação das competências no estudo de caso B ..	77

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 LEAN PRODUCTION	17
2.2 INDÚSTRIA 4.0	20
2.3 LEAN AUTOMATION	27
2.4 AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS	31
3. MÉTODO DA PESQUISA	43
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	43
3.2 DELINEAMENTO DAS ETAPAS DA PESQUISA	44
3.3 ESTUDOS DE CASO	45
3.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	46
4. RESULTADOS	54
4.1 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS PARA O LEAN AUTOMATION (ACLA)	54
4.2 APLICAÇÕES DA ACLA	62
4.2.2 ESTUDO DE CASO A – INDÚSTRIA CALÇADISTA	62
4.2.1 Contexto do <i>Lean Automation</i> na empresa A	62
4.2.2 Aplicação da ACLA na empresa A	67
4.2.2 ESTUDO DE CASO B – INDÚSTRIA METAL MECÂNICA	73
4.2.2.1 Contexto do <i>Lean Automation</i> na empresa B	73
4.2.2.2 Aplicação da ACLA na empresa B	76
4.3 AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO ACLA	81
4.3.1 Possíveis barreiras identificadas	81
4.3.2 Utilidade do protocolo	85
5. CONCLUSÕES	86
5.1 CONCLUSÕES DO ESTUDO	86
5.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	88
5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	89
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE A – Roteiro de entrevista com especialistas	100
APÊNDICE B – Roteiro de entrevista com gestores	102
APÊNDICE C – Formulário do protocolo ACLA	104
APÊNDICE D – Guia de apoio	106
APÊNDICE E – Treinamento do fluxo de aplicação da ACLA	107

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

Desde o surgimento da revolução industrial com a máquina a vapor, até o início da chamada indústria 4.0, o homem tem buscado formas mais eficientes de disponibilizar produtos para o consumo. A visão antropocêntrica nos processos produtivos, iniciada a partir dos estudos de Hawthorne, trouxe contribuições à visão mecanicista de Taylor e Ford. A ressignificação do ser humano na sua interação com o ambiente de trabalho foi novamente evidenciada com o surgimento do Sistema Toyota de Produção (STP) (RAUCH et al., 2020).

O STP foi uma quebra de paradigma para os sistemas produtivos pós-segunda guerra mundial, com foco na redução de perdas, agregação de valor e valorização dos trabalhadores (LIKER, 2005). A abstração do STP acabou por cunhar novos termos, passou a ser chamado de *Lean Production* ou *Lean Manufacturing*, originando adaptações a diferentes contextos além da manufatura de automóveis. Atualmente, podemos encontrar adaptações para a área da saúde (*Lean Healthcare*), construção civil (*Lean Construction*), escritórios e serviços (*Lean Office*), dentre outros (LEAN INSTITUTE, 2021).

A Indústria 4.0, por sua vez, é um tema muito mais recente que o STP. Cunhado em 2011, durante a feira de Hannover, o termo Indústria 4.0 foi oficialmente anunciado apenas em 2013, como uma iniciativa estratégica pioneira na Alemanha para se referir as indústrias que estavam revolucionando o setor de manufatura (XU et al., 2018). O termo faz referência à quarta revolução industrial e à era dos sistemas ciber-físicos e seu surgimento se deu como uma iniciativa estratégica do governo alemão com o objetivo de ampliar a conexão entre digitalização, cadeias de valor e modelos de negócio (GTAI, 2021). Recentemente, uma série de estudos propõem a integração do *Lean Production* (LP) com a Indústria 4.0 (I4.0), para a qual ainda não existe um consenso sobre o termo mais adequado. Para se referir à essa integração é comum encontrar os termos: (i) *Lean Automation* (KOLBERG e ZÜHLKE, 2015; TORTORELLA et al., 2020; MA et al., 2017; JACKSON et al., 2011; ROSSINI et al., 2019; MRUGALSKA e WYRWICKA, 2017), (ii) *Lean 4.0* (RAMADAN e SALAH, 2019; MAYR et al., 2018), (iii) *Digital Lean Manufacturing* (ROMERO et al., 2019), (iv) *Smart Lean* (RAMADAN e SALAH, 2019). Nessa dissertação o termo adotado é o *Lean Automation*, essa escolha se deu por ser o termo aplicado na maior parte dos estudos sobre o tema.

A automação, em si, ainda é vista como uma competidora ao trabalho dos seres humanos. Existem diversos estudos sobre substituição da mão-de-obra humana pela automação e seus possíveis impactos na sociedade (PI e FAN, 2021; BOYD e HUETTINGER, 2019; PARSCHAU e HAUGE, 2020). A PwC UK (2017) aponta que 30% dos empregos do Reino Unido estão em risco de serem substituídos por automação até 2030. No mesmo relatório, outras economias sofrem também riscos elevados, sendo Estados Unidos (38%), Alemanha (35%) e Japão (21%). A manufatura é um dos setores, segundo o estudo, que mais apresenta esse risco, com 46%. Em contraponto, para Parschau e Hauge (2020) e Boyd e Huettinger (2019), uma análise histórica aponta para um aumento dos postos de trabalho com a evolução tecnológica. Os postos de trabalho sofrem atualizações tecnológicas e são modernizados, enquanto isso, outros postos, em áreas antes inexistentes, surgem.

O uso da automação não é binário. Ohno (1988), quando descreve e defende o uso de automação, no STP, sugere um nível mínimo de automação que habilita os equipamentos a trabalharem em harmonia com seu operador. A automação com um toque humano, como é descrita a automação, sugere que a máquina trabalhe de maneira autônoma e avise o operador quando detectar anormalidades. Entretanto, tecnologias mais avançadas não são excluídas no STP. Elas são avaliadas e testadas plenamente para assegurar a agregação de valor, apoiando pessoas, processos e valores (LIKER, 2005). Já Camarinha-Matos e Afsarmanesh (1996) quando descrevem a automação balanceada¹ sustentam que é possível combinar características antropocêntricas, tecnocêntricas e econômicas atingindo um equilíbrio entre atividades manuais, automáticas e híbridas para adequar os sistemas de produção aos diferentes ambientes. Jackson et al. (2011), por sua vez, tratando do *Lean Automation*, ressaltam a importância de aplicar a dose certa de automação em uma determinada tarefa, reforçando a robustez, confiabilidade e simplicidade da solução, garantindo que ela promova agregação de valor.

Dentro do contexto apresentado, a integração entre *Lean Production* e Indústria 4.0 vem se mostrando cada vez mais possível. Buer et al. (2018) mapearam quatro possíveis relações entre esses dois assuntos: (i) as tecnologias da indústria 4.0 prestam suporte e desenvolvem práticas já conhecidas do *Lean Manufacturing*, (ii) sistemas *Lean Manufacturing* já estabelecidos facilitam a implantação de tecnologias da indústria 4.0, (iii) a integração entre indústria 4.0 e *Lean Manufacturing* afeta diferentes dimensões de

¹ Tradução livre do termo *Balanced Automation*.

desempenho do sistema e (iv) fatores do ambiente influenciam a integração entre indústria 4.0 e *Lean Manufacturing*.

Tortorella e Fettermann (2018) identificaram uma melhora do desempenho operacional em indústrias brasileiras que utilizavam práticas do LP e tecnologias da I4.0 de maneira integrada. Seguindo na mesma direção, Davis et al. (2020) propõem um framework para a integração do LP e I4.0, onde o LP serve de base para que as tecnologias da I4.0 possam se desenvolver dentro das organizações. Tortorella et al. (2020) seguem em uma linha similar e apresentam um framework para a implementação do *Lean Automation* (LA).

A integração entre LP e I4.0 sugere estruturas e processos baseados na utilização de recursos humanos e tecnologias adaptadas às necessidades de uma organização flexível (DAVIS et al., 2020). As novas tecnologias têm por objetivo melhorar as habilidades humanas, contribuir nos processos de tomada de decisão e melhorar a qualidade de vida no trabalho (MONIZ, 2013). Rauch et al. (2020) utilizam o termo Operador 4.0² para se referir à situação na qual o operador não é substituído pela automação, mas essa serve como suporte e assistência onde e quando necessário. Romero et al (2016) identificam o Operador 4.0 como uma nova filosofia de engenharia que traz melhorias físicas, sensoriais e cognitivas aos trabalhadores.

Uma parte importante da composição do Operador 4.0 diz respeito às suas competências. Uma competência é a capacidade que existe em uma pessoa e que a leva a um comportamento que atende as demandas exigidas em um trabalho em um determinado ambiente e que a conduz a um resultado que é desejado. Esse comportamento deriva da associação das habilidades, conhecimentos e atitudes (FERNANDES e FLEURY, 2007). Já para Boyatzis (1982), uma competência é uma característica subjacente de uma pessoa que resulta em um desempenho eficiente e/ou superior em um trabalho (BOYATZIS, 1982). Para Getha-Taylor et al. (2013) a análise de competências é superior ao tradicional desenvolvimento de conhecimento, habilidades e atitudes (CHA)³, uma vez que as competências possuem foco no desenvolvimento futuro e no potencial de desempenho. O gerenciamento de recursos humanos por competências não é recente, sendo referenciado em estudos há mais de 40 anos (MCCLELLAND, 1973). No contexto do LP, Seidel et al. (2017) e Camuffo e Gerli (2018) sugerem as competências necessárias para a implantação do LP. Hecklau et al. (2016), Grzybowska and Łupicka (2017), Łupicka and Grzybowska (2018), por sua vez, apontam competências

² Tradução livre de *Operator 4.0*

³ *Skills, Knowledge and Abilities (SKA)*

necessárias para a implantação da I4.0. Recentemente, Tortorella et al. (2021) realizaram um estudo apontando competências para a implantação do *Lean Automation*.

1.2 Problema de pesquisa

A avaliação de competências é comum na área da educação. Dessa forma, programas de treinamento, graduações, programas de educação profissional e currículos escolares definem competências em seus desenhos curriculares. No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular do Ministério da Educação é organizada através do modelo de competências (MEC, 2022), assim como as formações técnico profissionalizantes oferecidas pelos órgãos que compõem o sistema S - SENAI, SENAC, SESI (SENAI, 2019). Como forma de avaliação dos níveis de competência, existem diversas propostas adotadas pelos diferentes órgãos de ensino. A Taxonomia de Bloom, por exemplo, é amplamente difundida para nominar as competências considerando diferentes níveis cognitivos em um mesmo assunto e contexto (SENAI 2019; FERRAZ e BELHOT, 2010). Ela funciona como uma escala do nível de competências, com uma hierarquia bem definida. Já o método *Understanding by Design* (UbD), foi desenvolvido como forma de elaborar planos de ensino e de avaliação das competências apontadas nos currículos escolares (WIGGINS e MCTIGHE, 2006). Cada metodologia de ensino acaba por ser praticamente única, embora possam desenvolver as mesmas competências. Atualmente não existe consenso sobre a melhor forma de mensurar o nível de competência desenvolvido por alunos e profissionais.

O modelo de gerenciamento de recursos humanos por competências traz benefícios para o desenvolvimento profissional, sendo utilizado para responder às mudanças nas necessidades profissionais e contribuir para o desenvolvimento e aprendizagem, propiciando longevidade profissional (GETHA-TAYLOR et al., 2013). Como barreiras para a sua utilização, são apontadas principalmente as dificuldades de identificação das competências e a sua avaliação (OP DE BEECK e HONDEGHEM, 2010).

Nesse contexto, o estudo do *Lean Automation* ainda é muito recente e envolve diversas competências. Por ser uma associação entre um campo técnico (I4.0) e uma filosofia de produção (LP), as competências necessárias são relacionadas a diferentes áreas do conhecimento. Por exemplo, utilizar práticas e princípios de melhoria contínua é uma competência associada ao LP (SEIDEL et al, 2017), enquanto desenvolver processamento, análise e proteção de dados está associada as tecnologias da I4.0

(ŁUPICKA e GRZYBOWSKA, 2018). No *Lean Automation*, podemos perceber a complementaridade destas competências, por exemplo, em ações de melhoria contínua que são embasadas no processamento e análise de dados disponíveis nas estações de trabalho. Essa gama ampla de competências, aliada aos fatores contextuais do trabalho, traz uma combinação complexa, sugerindo que o nível de capacitação dos trabalhadores seja elevado. A identificação e avaliação destas competências em um formato que seja, ao mesmo tempo, aplicável no mundo corporativo e útil para o desenvolvimento dos trabalhadores, é uma lacuna de pesquisa.

Estudos recentes (SEIDEL et al., 2017; CAMUFFO e GERLI, 2018; HECKLAU et al., 2016; GRZYBOWSKA E ŁUPICKA, 2017; ŁUPICKA E GRZYBOWSKA, 2018; TORTORELLA et al., 2021) buscaram identificar as competências necessárias tanto para o LP e I4.0, quanto para a sua integração, o LA. Porém não foram identificados nos estudos formas de avaliar estas competências junto aos trabalhadores. A avaliação das competências é um passo importante para que exista uma sincronia no desenvolvimento tecnológico e humano. Com a ampliação do uso de tecnologias como *Big Data* e análises de dados por inteligência artificial, os seres humanos podem perder a capacidade de realizar análises críticas sobre o trabalho que desempenham, uma vez que deixariam de entender o trabalho (MITAL E PENNATHUR, 2004). Por conta disso, o desenvolvimento contínuo dos trabalhadores é um ponto que vem sendo amplamente explorado dentro desse contexto (RAUCH et al., 2020).

Os pontos explicitados, levam à seguinte questão de pesquisa: como avaliar as competências necessárias para a implantação do *Lean Automation*?

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Para responder ao problema de pesquisa, foram definidos os seguintes objetivos:

Objetivo geral:

Desenvolver um protocolo de avaliação de competências para o *Lean Automation*.

Objetivo específico:

Identificar fatores contextuais que podem influenciar no nível de desenvolvimento das competências para o *Lean Automation*.

1.3 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

O presente estudo tratou da elaboração e aplicação de um instrumento de avaliação de competências em dois setores produtivos, sendo uma indústria do ramo calçadista e uma indústria multinacional do setor metal mecânico que atua com manufatura de peças e componentes para a indústria automobilística. Por essa razão, a ferramenta desenvolvida não foi testada amplamente em diferentes contextos e pode necessitar de adaptações. Além disso, o método utilizado para avaliar as competências possui influência da compreensão e da percepção dos participantes, podendo apresentar variações na sua interpretação. Outra delimitação do estudo é a sua natureza transversal, retratando uma única observação no tempo das equipes onde os estudos de caso foram aplicados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta o histórico de pesquisa sobre os principais aspectos do tema dessa dissertação. Inicialmente, será apresentado o *Lean Production* e em seguida, os conceitos que compõem a indústria 4.0. Posteriormente, será apresentado o que se conhece a respeito do *Lean Automation* e, por fim, a base teórica utilizada para a formação da ferramenta de avaliação de competências.

2.1 LEAN PRODUCTION

O *Lean Production* surgiu de uma necessidade da Toyota se adequar às condições de mercado onde ela se encontrava (WOMACK et al., 1990). A Toyota desde o seu surgimento, desenvolveu através das gerações os valores e conceitos que culminaram no que ficou conhecido como o Sistema Toyota de Produção. O Sistema Toyota de Produção (STP), hoje conhecido como *Lean Production*, busca a eficiência por meio da redução dos desperdícios. Womack e Jones (2003) ao definirem o conceito de *Lean Thinking*, o apontam como uma forma mais concreta de replicar o sucesso obtido na Toyota. Para os autores, as técnicas, ferramentas e princípios filosóficos divulgados até então, deixavam implícito o que era necessário para esse sistema de produção. Dessa forma, Womack e Jones (2003) propuseram 5 princípios básicos para a sua operacionalização. São eles⁴: (i) valor, (ii) fluxo de valor, (iii) fluxo contínuo, (iv) sistema puxado e (v) melhoria contínua.

Segundo Liker (2005) valor pode ser definido ao se responder a seguinte pergunta, “*o que o cliente quer com esse processo?*”. Se a resposta para essa pergunta estiver condizente com o que é apresentado de fato no processo, aí existe valor. Womack e Jones (2003) apresentam uma definição parecida, sugerindo que é a capacidade de entregar exatamente o produto ou serviço que o cliente quer, com o mínimo de tempo entre o momento em que o cliente solicita o produto ou serviço e a entrega real, a um preço adequado.

O fluxo de valor, segundo Womack e Jones (2003), é o conjunto de todas as ações específicas que são requeridas para levar um produto específico através das três atividades críticas de gestão de qualquer empresa. São essas atividades, a tarefa de resolução de problemas que compreende desde a concepção de design e engenharia

⁴ (i) value; (ii) value stream; (iii) flow; (iv) pull; (v) perfection

para o lançamento da produção; a atividade de informação gerencial, responsável por detalhar a programação de entrega; e a atividade de transformação física que compreende a transformação de matérias primas em um produto final na mão do cliente. Rother e Shook (2003) destacam ainda que “considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, não os processos individuais; melhorar o todo, não só otimizar as partes”.

O fluxo contínuo, como proposto por Rother e Harris (2002), é o objetivo principal da produção enxuta. Segundo os autores, idealmente, os produtos deveriam fluir continuamente pelos fluxos de valor, da matéria-prima ao produto acabado. O acúmulo de estoques e o descompasso produtivo são vistos como desperdícios no sistema *Lean*. Para isso os autores recomendam estabelecer um foco, chamado de processo puxador. Womack e Jones (2003) ao descreverem o fluxo contínuo, indicam que esse é um princípio que exige esforço consciente, pois temos a ideia de setores e departamentos muito enraizadas nas nossas crenças. Os autores destacam que uma vez identificado o valor e mapeado o fluxo de valor do produto, onde desperdícios óbvios já são eliminados, é o momento de deixar as etapas remanescentes de agregação de valor fluírem.

O sistema puxado significa que nenhuma atividade anterior deve produzir um bem ou serviço até que um cliente peça por ele (WOMACK E JONES, 2003). Rother e Shook (2003) ao demonstrarem a importância do fluxo de valor, atentam para o sistema puxado como um ponto importante quando dizem “faça fluir onde pode, puxe de onde deve”. Liker (2005) afirma que nem sempre é possível se produzir através de um fluxo unitário de peças, por esse motivo, saber identificar os pontos onde os estoques são necessários e definir os pontos de puxada são o que fazem com que o *Lean* adquira uma maior adaptabilidade.

Womack e Jones (2003) ao fazerem referência ao último princípio do *Lean Thinking*, melhoria contínua, afirmam que boa parte do potencial do *Lean* é perdido se esse último princípio não é seguido constantemente. Apesar do termo em tradução literal do princípio apontado por Womack e Jones (2003) ser “perfeição”, é comum encontrarmos traduções que interpretam esse princípio como melhoria contínua (ROSSO, 2016). Conforme os autores, a perfeição segue como uma inspiração para que a melhoria nunca pare de ocorrer, seja ela radical ou incremental. Para que esse passo possa ser seguido é importante garantir mecanismos que o perpetuem e a identificação de perdas é o que guia esse processo.

O *Lean Production* tomou proporções mundiais no período pós-guerra e chamou a atenção das indústrias norte americanas pela sua elevada produtividade. Liker (2005),

amplia o número de princípios identificados por Womack e Jones (2003) e aponta 14 princípios que fizeram com que o *Lean Production* ganhasse destaque nas mais diferentes áreas ao redor do mundo. Para o autor os princípios que definem o *Lean Production* são: (i) basear as decisões gerenciais em uma filosofia de longo prazo, mesmo que em detrimento de metas financeiras de curto prazo, (ii) Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona, (iii) Usar sistemas puxados para evitar a superprodução, (iv) nivelar a carga de trabalho (heijunka), (v) criar uma cultura de parar e resolver os problemas, para obter a qualidade desejada logo na primeira tentativa, (vi) tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e da capacitação dos funcionários, (vii) usar controle visual para que nenhum problema fique oculto, (viii) usar somente tecnologia confiável e plenamente testada que atenda aos funcionários e processos, (ix) desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, vivam a filosofia e a ensinem aos outros, (x) desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa, (xi) respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar, (xii) ver por si mesmo para compreender completamente a situação (genchi genbutsu), (xiii) tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções; implementá-las com rapidez, (xiv) tornar-se uma organização de aprendizagem pela reflexão incansável (Hansei) e pela melhoria contínua (Kaizen).

Liker (2005) afirma que muitas empresas acreditam estar sendo enxutas quando ao mapear o fluxo de valor, propõem melhorias e automação nesses processos. Porém o resultado poderá ser uma porcentagem significativa de melhoria para aquele processo individual mas apresentar pouco impacto para o fluxo de valor como um todo, uma vez que na maioria dos processos há poucos passos que agregam valor.

De acordo com os princípios descritos por Liker (2005), novas tecnologias são introduzidas apenas quando comprovada através da experiência direta e com o envolvimento de um grande número de pessoas. A tecnologia de ponta não é excluída, mas significa que ela deve ser bem avaliada e testada para garantir que de fato agregue valor. Porém conforme descrito por Liker e Shook (2020) o próprio Akio Toyoda afirmou que ninguém questionava a filosofia de ver por si mesmo para compreender completamente a situação (Genchi Genbutsu) até a pandemia de 2020, onde as visitas as instalações passaram a ser feitas de maneira virtual. Akio Toyoda afirma que é preciso esclarecer sob quais condições é necessário realmente ir ver. Hartmann et al. (2018) propõem o uso de tecnologias da indústria 4.0 para que o mapeamento do fluxo de valor seja realizado em tempo real sem a necessidade de uso de tempo dos funcionários nesse processo, sugerindo que existe algum trade-off nos princípios que estabelecem a redução

de perdas no preenchimento de formulários e realização de controles por parte dos funcionários e o aprendizado que essas atividades acabam proporcionando.

2.2 INDÚSTRIA 4.0

Surgida na segunda década do século XXI, a indústria 4.0, figura com grande destaque nos ambientes produtivos. Diversos países desenvolveram programas para fomento da sua adoção por empresas de todos os segmentos. Entre eles *Plattform industrie 4.0* na Alemanha, *Made in China 2025* na China, *Manufacturing USA* nos Estados Unidos, GTI 4.0 no Brasil e uma série de outros programas similares em outros países ao redor do mundo.

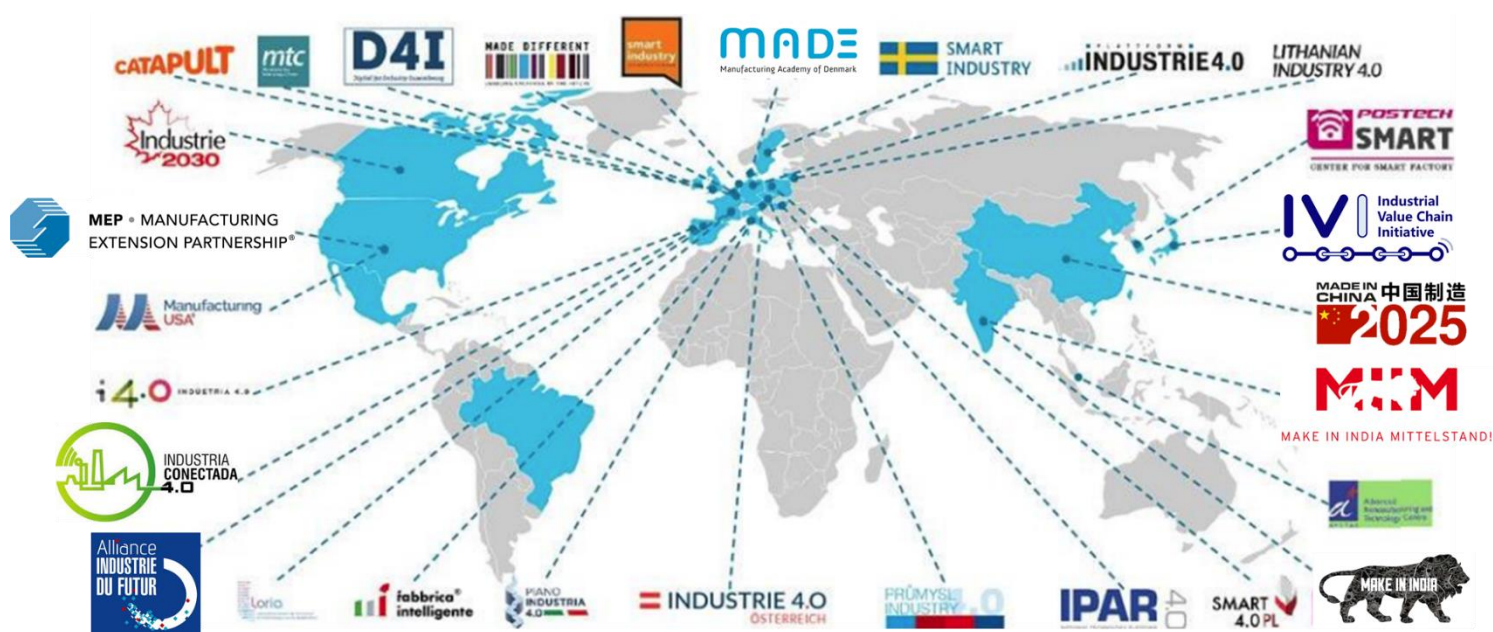


Figura 1: Iniciativas de incentivo à Indústria 4.

Apesar do uso do termo Indústria 4.0, em referência ao surgimento de tecnologias disruptivas e sua alusão a revolução industrial, existem autores que discordam da sua adoção. Rüttimann e Stöckli (2016) enxergam diferenças entre as revoluções industriais anteriores e a proposta atualmente. Segundo os autores, a Indústria 4.0, diferentemente das anteriores não possui uma grande tecnologia que possibilitou novas indústrias surgirem e sim organizam uma série de tecnologias com menor potencial disruptivo em forma de um pacote que atualmente ainda não é aplicado. Pacchini et al. (2019) relaciona uma série de tecnologias que são atribuídas a indústria 4.0 citadas por diferentes autores, onde é possível verificar a falta de consenso sobre o assunto. Ainda corroborando com a visão de Rüttimann e Stöckli (2016), Tortorella et al. (2020) observou que algumas das

tecnologias apontadas como integrantes da indústria 4.0 ainda não são aplicadas por parte considerável das empresas, como a realidade aumentada, estando mais presente no campo das possibilidades do que na aplicabilidade real para a indústria.

Segundo estudo realizado por Moeuf et al. (2017) mais de 100 definições foram encontradas para a indústria 4.0. No estudo de Buer et al. (2018) o conceito adotado é “o uso de produtos e processos inteligentes, que habilitem a coleta e análise de dados de forma autônoma assim como a interação entre produtos, processos, fornecedores e clientes através da internet”. O autor ainda apresenta assuntos relevantes que estão relacionados com o tema como sistemas ciberfísicos (CPS), internet das coisas (IoT), smart factories e digitalização. Ghobakhloo et al. (2021) em seu trabalho de revisão trouxe a mesma percepção de que os conceitos, tecnologias e princípios de design da Indústria 4.0 são distintos entre autores, o que leva a definições diferentes. O autor faz críticas aos conceitos mais antigos por estarem focados nas aplicações tecnológicas que ocorrem dentro das empresas, dando pouca ou nenhuma importância a integração promovida dentro da cadeia de suprimentos. A definição apresentada pelo autor leva em consideração esses aspectos, sendo a de que a Indústria 4.0 é “a transformação digital da criação de valor e canais de entrega através de várias indústrias”⁵ e não é meramente a digitalização de processos produtivos dentro da indústria de manufatura.

Frank et al. (2019), em seu estudo, apontam 4 tecnologias base para a indústria 4.0: *IoT, Cloud, Big Data e Analytics*; além de 4 tecnologias *front-end: smart supply chain, smart product, smart manufacturing e smart working*. Cada uma das tecnologias *front-end* possui desdobramentos próprios que englobam diversas outras tecnologias como automação, rastreabilidade, virtualização, entre outras.

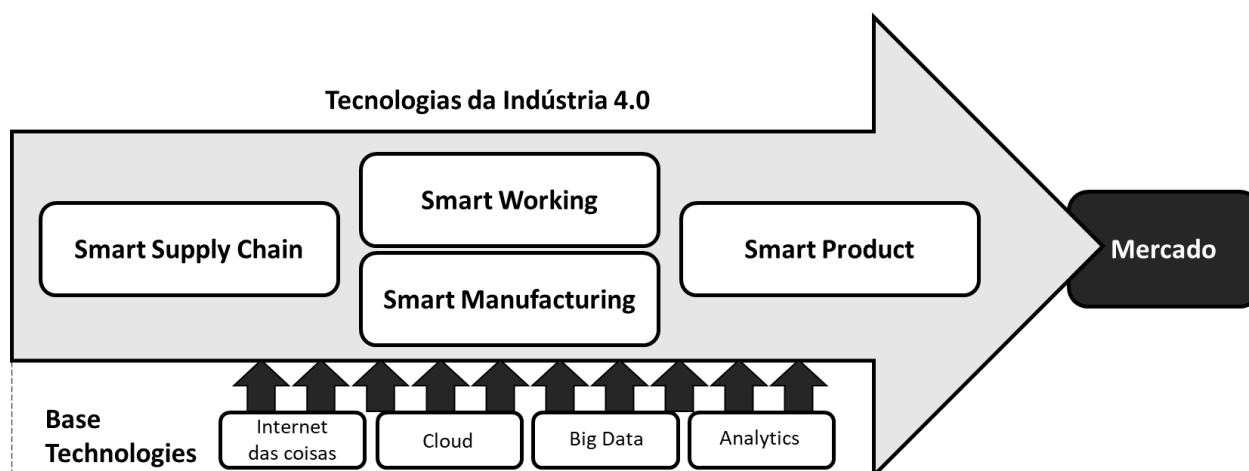


Figura 2: Framework teórico das tecnologias da indústria 4.0
Fonte: Adaptado de Frank et al (2019)

⁵ Tradução livre

Segundo a TechAmerica Foundation's Federal Big Data Commission (apud GANDOMI e HAIDER, 2015) "Big data é um termo que descreve grandes volumes de dados complexos e variados de alta velocidade e alto volume que requerem tecnologias que possibilitem a captura, armazenamento, distribuição, gestão e análise da informação". Gandomi e Haider (2015) apontam que entre os diversos conceitos, os termos velocidade, volume e variedade são os praticamente uma unanimidade, chamados também de os 3 "V". Essa tecnologia é razoavelmente recente e necessita de grandes capacidades de processamento, algo inimaginável décadas atrás. Os autores destacam ainda que o termo "Analytics" está associado ao uso do Big Data, uma vez que se trata de uma interpretação pré-programada desses dados. O uso de Big Data Analytics permite que até mesmo pequenas e médias empresas possam minerar volumes massivos de dados para melhorar seus processos.

Para Mehta e Patel (2020), a Internet das coisas (IoT) é "uma rede que consiste em diferentes tipos de sensores, atuadores e outros pequenos dispositivos. Esses dispositivos são associados a Web e trocam informações sem a mediação humana". A internet das coisas está presente no dia a dia cotidiano das pessoas e vem recebendo uma grande atenção para as suas aplicações industriais. Ghobakhloo et al. (2021) extrapola o conceito de IoT, sugerindo que ela é um componente de uma tecnologia maior chamada Internet of Everything (IoE). A IoE é composta por 5 pilares, sendo eles: (i) Internet of People, (ii) Internet of Data, (iii) Internet of Things, (iv) Industrial Internet of Things e (v) Internet of Services.

Já o conceito de Cloud Computing, de acordo com Bello et al (2021) surge com o aparecimento da arquitetura orientada a serviços (SOA) que permite que empresas e organizações compartilhem aspectos de infraestrutura de tecnologia da informação físicos e não-físicos. Para os autores a ideia é que a infraestrutura tecnológica seja reutilizável e com isso se distribuam os custos computacionais. Dessa forma, o investimento inicial é significativamente reduzido, assim como os custos operacionais da infraestrutura necessária. O RAMI 4.0 é uma arquitetura comum proposta pela Associação Alemã dos Produtores Elétricos e Eletrônicos (XU et al., 2018) e disponibilizada como um padrão de Arquitetura Orientada a Serviço (SOA) pelo programa Plattform Industrie 4.0 da Alemanha.

Conforme o framework proposto por Frank et al. (2019), essas tecnologias básicas habilitam a aplicação dos CPS para facilitar a integração das cadeias de suprimentos, o trabalho dos funcionários, os processos produtivos e os produtos em si. A

partir dessa integração, é possível que as empresas recebam em tempo real informações sobre a operação de todos os produtos produzidos, ou que consigam fabricar produtos que comuniquem a sua própria qualidade em tempo real, dispensando controles de qualidade manuais ou por amostragem. A informação dentro da cadeia de suprimentos pode ocorrer de maneira automatizada, reduzindo o tempo necessário para a comunicação ocorrer. O que décadas atrás exigia um investimento muito considerável, principalmente em coleta e distribuição de dados, assim como em infraestrutura, hoje é suportado pelo *Big Data Analytics* e pelo *Cloud Computing* a um custo relativamente baixo.

O que se pode perceber no framework proposto por Frank et al. (2019) é que a indústria 4.0 traz uma integração e descentralização da informação e da tecnologia, porém não agrega filosofias produtivas tão diretas quanto o LP. Por esse motivo, essas filosofias e conceitos são importantes de serem analisados de maneira conjunta, para que a tecnologia de fato apoie as empresas a serem mais produtivas e mais lucrativas, ao invés de apenas mais tecnológicas (LIKER, 2005).

Ghobakhloo et al. (2021), em sua revisão sistemática, apresenta a Indústria 4.0 como uma combinação de tecnologias centrais⁶, tecnologias facilitadoras⁷ e princípios de design. As tecnologias centrais são aquelas que atingiram uma maturidade suficiente para se tornarem comercializáveis. O autor apresenta um conjunto de 19 tecnologias e suas menções em estudos.

⁶ Core Technologies

⁷ Facilitating technologies

Quadro 1 - Tecnologias centrais da Indústria 4.0

Tecnologia central	Menções
Internet das Coisas (IoT)	186
Sistemas Ciber Físicos (CPS)	145
Cloud Computing	113
Robôs industriais	97
Data Analytics	93
Realidade aumentada	84
Digital Twin technology	81
Big Data	79
Simulação	76
Manufatura aditiva	73
Cibersegurança	62
Internet das coisas industrial (IIoT)	58
Realidade virtual	49
Tecnologias semânticas	29
Blockchain	29
Internet das pessoas (IoP)	17
Internet dos serviços (IoS)	14
Internet de tudo (IoE)	13
Internet dos dados (IoD)	8

Fonte: Adaptado de Ghobakhloo et al. (2021)

Já as tecnologias facilitadoras da Indústria 4.0 são aquelas mais tradicionais e prevalentes. São tecnologias de operação e informação mais maduras e que habilitam as tecnologias centrais da Indústria 4.0 de efetivamente serem capazes de entregar suas funções pretendidas. Os autores apontam 11 tecnologias facilitadoras, sendo elas: (i) sensores e atuadores industriais, (ii) controladores de máquinas e processos, (iii) veículos autônomos, (iv) ERP inteligente, (v) interfaces de comunicação, (vi) computação de alt desempenho, (vii) Smart Wearables/gadget, (viii) análise preditiva, (ix) sistemas de execução de manufatura inteligente, (x) sistema industriais embarcados e (xi) sistemas CNC (GHOBAKHLOO et al, 2021).

O terceiro componente da Indústria 4.0, para Ghobakhloo et al. (2021) são os princípios de design. Os autores apresentam 10 princípios de design, sendo eles: decisão

em tempo real⁸, integração horizontal, integração vertical, interoperabilidade, orientação ao cliente, virtualização, modularidade, descentralização, orientação à serviço e assistência técnica.

A decisão em tempo real, para Lu (2017), significa que cada componente de um ecossistema baseado na Indústria 4.0 deve ser capaz de se comunicar com outros componentes em tempo real. Terziyan et al. (2018), complementa o princípio ao dizer que, por sua vez, cada ecossistema inteligente deve ser capaz de analisar os dados coletados em tempo real e facilitar o processo de tomada de decisão.

Para Cheng et al. (2016), a integração pode ser tratada como um princípio único, apesar de apontar a existência de 3 tipos de integração, sendo a integração vertical, a integração horizontal e a integração end-to-end. Os autores destacam ainda que o princípio da integração e da interoperabilidade estão intimamente conectados, citando a IoT e os CPS como exemplos disso. A integração horizontal é descrita por Kusiak (2017) como a integração de diversos sistemas de tecnologia da informação usados em diferentes estágios da manufatura e processos de planejamento do negócio entre diferentes empresas. Esse conceito tem uma relação com as redes de valor e o que é apresentado também por Frank et al. (2019) como *Smart Supply Chain*.

A integração vertical possui uma dinâmica interna à empresa. Ela é a integração de diversos sistemas de tecnologia da informação em diferentes níveis hierárquicos de uma mesma empresa para gerar soluções *end-to-end*. Significa integrar informações de sensores e atuadores, sistemas de manufatura e operação de máquinas, programação da produção e níveis corporativos de planejamento. Já a integração *end-to-end* se dá através do processo de engenharia para que os mundos digital e real se integrem por toda a cadeia de valor do produto, englobando diferentes empresas e incorporando os requisitos dos clientes (XU et al. 2018).

De acordo com Xu et al. (2018), é esperado que a Indústria 4.0 seja capaz de atingir os 3 principais tipos de integração descritos, além da integração de *hardware*, de *software* e de informação e dados. Seguindo essa expectativa, uma quantidade imensa de dados deve transitar nesse ecossistema industrial composto por empresas de todos os tamanhos, ampliando muito a demanda por tecnologias de informação e comunicação (ICT).

O conceito de interoperabilidade na Indústria 4.0 inclui a habilidade dos equipamentos, ferramentas, processos, trabalhadores, peças e produtos de se

⁸ Real-time capability

conectarem e se comunicarem via IoE e CPS, assim como a interoperabilidade de sistemas ao lidarem com fluxos de dados (SHI et al., 2012; ZHOU et al., 2014; COLOMBO et al., 2015; KUSIAK, 2017). Estudos recentes como os de Branger e Pang (2015) e Seetha Lakshmi et al. (2017) apontam que avanços na integração de informações industriais oferecem uma abordagem eficiente e efetiva na integração de informações, o que é um requisito básico para a aplicação da Indústria 4.0 com sucesso. Apesar disso, os atuais sistemas industriais podem estar limitados pela sofisticação da tecnologia ou pela falta de técnicos com conhecimento apropriado. Xu et al. (2018) aponta essa questão como um ponto de alerta, uma vez que acredita que o nível atual de integração de informações e sistemas possuídos atualmente não são suficientes para garantir a implantação como sucesso da indústria 4.0.

Orientação ao cliente se refere a centralização do cliente como um dos objetivos principais da transformação digital. Conceitos como o da customização e o fortalecimento da experiência do cliente através da entrega de produtos e serviços individualizados e únicos fazem parte desse princípio (GHOBAKHLOO, 2018).

O princípio da virtualização enfatiza a replicação de componentes físicos no ambiente virtual através de sensoriamento e dados do mundo físico, o que é chamado de gêmeo digital⁹. A virtualização de componentes na Indústria 4.0, como produtos e processos, permite que designers e engenheiros promovam melhorias nos mesmos em um ambiente isolado e controlado. Dessa maneira, os riscos de problemas de design ou de interrupções nos processos físicos são reduzidos (SANTOS et al., 2019).

De acordo com Yin et al. (2018), a modularidade é a habilidade das cadeias de valor de manufatura, indústrias e etapas iniciais da cadeia de suprimentos reunirem materiais e serviços assim como as etapas finais da cadeia de suprimentos entregarem bens e serviços para se adaptar rapidamente a novas preferências de mercado. A modularidade, no contexto da indústria 4.0 pode estar tanto ligada a cadeia de suprimentos, através de flexibilidade, sistemas dinâmicos de controle de materiais e desenvolvimento ágil de produtos, quanto a própria integração da tecnologia que a compõe. Ela pode, portanto, se referir a padronização de produtos dos fornecedores e a possibilidade do uso de redes de comunicação que exijam pouca ou nenhuma adaptação (GHOBAKHLOO et al, 2021; DAVIS et al, 2020).

A descentralização é um princípio que envolve a distribuição da tomada de decisão em diferentes níveis hierárquicos. Huang et al. (2019) define o conceito como a

⁹ Digital Twin

habilidade dos mecanismos inteligentes de controle e os sistemas autorregulados, como os CPS, de tomarem decisões de forma independente e informada. Ghobakhloo et al. (2021), por sua vez, destaca que esse princípio permite que os componentes inteligentes da indústria 4.0 atuem da maneira mais autônoma possível, sendo necessária apenas intervenções em casos de anormalidades ou objetivos conflitantes. Já Davis et al. (2020), considera o conceito uma maneira de permitir que o sistema se auto organize e reaja a mudanças para maximizar a produtividade. Para os autores, o propósito da descentralização é criar pequenos loops fechados de controle e evitar que haja uma sobrecarga de informação, muitas vezes sem sentido, para a tomada de decisão e prejudicando, assim, a velocidade de processamento de dados. Os autores ainda alertam que a complexidade do design através desse princípio oferece um grande desafio, tanto para humanos quanto para algoritmos.

Orientação ao serviço, no ambiente da indústria 4.0, se refere a aplicação da tecnologia digital como uma maneira de direcionar esforços para modelos de negócios baseados em serviços (FRANK et al., 2019). Tukker (2004) descreve os sistemas produto-serviço (PSS) segmentando-os em 3 orientações: orientado ao produto, orientado ao uso e orientado ao resultado. Chamado por alguns autores como servitização, esse princípio traz como benefício um compartilhamento tecnológico que gera economia. Uma vez que o custo de estrutura, desenvolvimento e atualização se encontram concentrados e as empresas clientes pagam apenas pela aplicação dos sistemas. Dessa forma se economiza com equipes de TI, manutenção e atualização, uma vez que esses custos são compartilhados entre todos os usuários (XU et al., 2018).

O princípio menos explorado atualmente no contexto da indústria 4.0 é o da assistência técnica. Ele se reflete na transição gradual dos trabalhadores de operadores de máquinas para solucionadores de problemas e tomadores de decisão, através do empoderamento gerado pela agregação e visualização de informações em tempo real. O princípio não envolve apenas as mudanças nos trabalhadores da indústria 4.0, mas todo o suporte dado a eles no design dos sistemas, seja na automação industrial de atividades inseguras, não ergonômicas, repetitivas ou exaustivas (GHOBAKHLOO et al., 2021).

2.3 LEAN AUTOMATION

Um ponto importante relacionado ao surgimento de novas tecnologias é o conceito do Lean Automation, uma combinação entre LP e tecnologias de automação. O termo surgiu em meados dos anos 90, pouco depois do pico do *Computer Integrated*

Manufacturing (CIM). (Franke, 1993; Groebel, 1993; Schling, 1994 apud Kohlberg e Zühlke, 2015). Kohlberg e Zühlke (2015) defendem que as tecnologias da indústria 4.0 podem ser habilitadoras do conceito de *Lean Automation*, que acabou esquecido nas últimas décadas. Os autores citam os avanços tecnológicos já incorporados ao LP como o uso de *kanban* eletrônico, *poka-yokes* tecnologicamente avançados entre outras funcionalidades. Na literatura é possível encontrar diversos termos distintos para essa integração entre LP e I4.0, sendo os mais comuns: Lean Automation, Lean 4.0, Digital Lean Manufacturing e Smart Lean (KOLBERG e ZÜHLKE, 2015; TORTORELLA et al., 2020; MA et al., 2017; ROSSINI et al., 2019; MRUGALSKA e WYRWICKA, 2017; RAMADAN e SALAH, 2019; MAYR et al., 2018; ROMERO et al., 2019; RAMADAN e SALAH, 2019). Independentemente do termo utilizado, ao descreverem a integração desejada, os autores se referem ao mesmo conteúdo.

Se comparado com o princípio que Liker (2005) descreveu, onde a tecnologia deve ser altamente visual e intuitiva, ajudando os funcionários a terem um melhor desempenho nos padrões do STP, é possível perceber que o principal receio no LP é a digitalização dos desperdícios. Dessa forma, na última década, uma série de estudos foram realizados com o intuito de relacionar o LP com a indústria 4.0, sugerindo um possível benefício mútuo na agregação destes conceitos (TORTORELLA E FETTERMAN, 2018; DAVIS et al., 2020; BUER et al., 2018; KOLBERG e ZÜHLKE, 2015; TORTORELLA et al., 2020; MA et al., 2017; ROSSINI et al., 2019; MRUGALSKA e WYRWICKA, 2017; RAMADAN e SALAH, 2019; MAYR et al., 2018; ROMERO et al., 2019; RAMADAN e SALAH, 2019). O seguinte modelo de integração é sugerido por Davis et al. (2020):

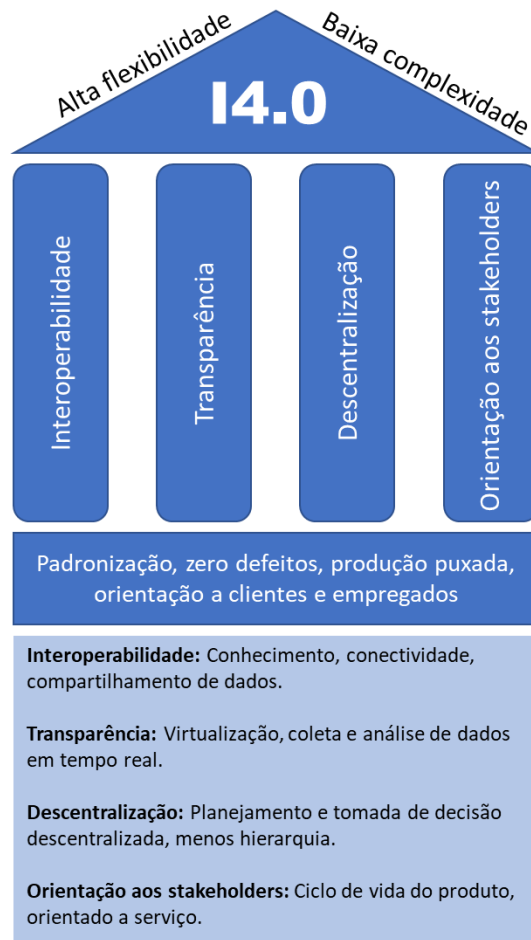


Figura 3: Modelo de integração da I4.0 com a base dos princípios Lean
 Fonte: Adaptado de Davis et al. (2020)

Davis et al. (2020) acreditam que para se atingir um sistema de produção que possua alta flexibilidade e baixa complexidade, uma associação entre LP e I4.0 pode ser o caminho. Os autores apresentam muitas semelhanças nos objetivos destes dois sistemas. Por exemplo, a padronização necessária para que seja possível atingir a interoperabilidade e a descentralização podem ser supridas pelo LP. Outro fator comum entre os dois sistemas é a orientação ao cliente e as suas necessidades. Dessa forma, os autores entendem que o LP pode fornecer uma base de estabilidade para que pelo menos 4 princípios da indústria 4.0 possam ser estabelecidos, formando assim um modelo que atende o objetivo da alta flexibilidade e da baixa complexidade.

Sendo assim, é possível pensar que a integração de conceitos de produção de outros sistemas com as ferramentas e possibilidades tecnológicas trazidas pela Indústria 4.0 gerem uma simbiose, derrubando pressupostos impostos pelas limitações tecnológicas da época em que LP foi concebido. As limitações dizem mais respeito as

ferramentas utilizadas do que os conceitos propriamente ditos, dessa forma o LP possui um desafio maior relacionado a quebra de paradigmas. Liker e Shook (2020) aponta alguns desses paradigmas relacionando os avanços tecnológicos à filosofia *Lean*. Segundo o autor a evolução tecnológica pode seguir caminhos diferentes dependendo do modelo de gestão adotado, onde duas abordagens são consideradas. A abordagem mecanicista, é a primeira delas, e considera a substituição das pessoas, o monitoramento e o controle exercido sobre as atividades. A segunda abordagem é a dos sistemas orgânicos onde o valor da tecnologia é muito diferente. “Quando combinado com pessoas altamente desenvolvidas e motivadas nos objetivos de servir o cliente e ajudar a empresa, pode multiplicar o *kaizen* – mais rápido e melhor”. Dessa forma é possível perceber que os praticantes de LP não excluem os avanços tecnológicos de ponta, apenas apontam que é preciso muita cautela ao adotá-los.

Seguindo essa linha de integração, Tortorella et al. (2020), propõem um *framework* que associa práticas do LP e práticas da I4.0. Esse framework permite que seja possível dimensionar a aderência de um sistema produtivo à adoção do *Lean Automation*. O framework é composto por 31 práticas, organizadas sob a ótica de 9 construtos operacionais, sendo eles: (i) entregas JIT automatizadas, (ii) desenvolvimento de fornecedores inteligentes, (iii) clientes envolvidos digitalmente, (iv) puxada automatizada, (v) fluxo inteligente, (vi) setup automatizado, (vii) processos controlados digitalmente, (viii) envolvimento digital de funcionários e (ix) manutenção produtiva inteligente.

Um conjunto de outros autores propõe a digitalização de ferramentas Lean como o caminho para a integração entre os dois modelos. Hartmann et al. (2018) propõem o uso de um mapeamento do fluxo de valor digital para realizar o acompanhamento em tempo real dos acúmulos de estoque e desbalanceamentos de produção. Já Romero et al. (2019) e Ma et al. (2017) propõem o uso de tecnologias da indústria 4.0 associado ao controle de anormalidades e apoio ao trabalho humano, o que eles chamam de *Jidoka 4.0*. *Kanbans* eletrônicos, *poka-yokes* eletrônicos e *andons*, utilizando tecnologias da indústria 4.0, são defendidos por Mayr et al. (2018), assim como por Kolberg e Zühlke (2015). Entretanto todas essas iniciativas parecem querer encaixar as tecnologias da indústria 4.0 dentro de um conceito *Lean*. Apesar da necessidade de que ferramentas de gerenciamento sejam atualizadas para que a integração entre os modelos efetivamente aconteça, os autores ainda não são claros em afirmar se o *Lean* facilita a implantação com sucesso da indústria 4.0 ou se a indústria 4.0 e suas tecnologias otimizam o funcionamento das práticas do *Lean*, conforme constatado por Buer et al. (2018).

2.4 AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS

A mensuração do conhecimento e dos fatores que levam ao sucesso profissional é uma preocupação antiga. McClelland (1973), em publicação seminal sobre o tema, aponta que nem o nível educacional nem as notas na escola são relacionadas ao sucesso vocacional de trabalhadores. Segundo o autor, o uso de testes vocacionais voltados a habilidades específicas para cada atividade laboral, tampouco é prática para a identificação dos melhores candidatos. A avaliação por competências pode trazer mais contribuição, uma vez que não analisa apenas aspectos práticos ocupacionais e sim uma série de aspectos comportamentais e sociais também, o que é útil para determinar a chance de sucesso profissional.

A competência individual dos trabalhadores é descrita por Fernandes e Fleury (2007) como um conceito com duas dimensões, onde são adquiridos conhecimento, habilidade e atitudes e que esses são posteriormente entregues a empresa em forma de trabalho. O uso das competências está associado a um crescimento em termos de complexidade, uma vez que os profissionais ao atuarem em posições de maior complexidade necessitam exercer as competências em grau mais pleno para atingir as demandas organizacionais. O próprio nível de competência exigido varia segundo o grau de explicitação do conhecimento requerido para o exercício da atividade, uma vez que atividades com um alto grau de formalização do conhecimento traz exigências menores para os níveis de competência, pois a complexidade nesses casos também se torna menor. Existe uma relação, portanto, entre uma maior complexidade da entrega e um conseqüente exercício da competência com a quantidade de valor que o profissional entrega à empresa. Ainda segundo os autores, essas justificativas apresentadas incentivam o uso de avaliação de competências individuais para a estruturação de práticas de recursos humanos como seleção, treinamento, desenvolvimento e remuneração.

2.4.1 Escalas para mensuração de competência

A seguir estão apresentados diferentes métodos de mensuração do conhecimento. Os métodos apresentados possuem suas próprias escalas de medição.

2.4.1.1 Taxonomia de Bloom

Uma das escalas mais antigas para a mensuração do conhecimento é conhecida como a taxonomia dos objetivos educacionais, ou taxonomia de Bloom, (BLOOM et al., 1956) que foi atualizado por Anderson et al. (2001). A escala original apresenta 6 categorias, que remetem a uma estrutura hierárquica que avalia o nível de conhecimento, sendo necessário o domínio do nível anterior para que seja possível ter o domínio do próximo nível (KRATHWOHL, 2002). A escala original está apresentada na figura 4:

1.0 Conhecimento
1.10 Conhecimentos específicos
1.11 Conhecimento da terminologia
1.12 Conhecimento de fatos específicos
1.20 Conhecimento de maneiras de lidar com especificidades
1.21 Conhecimento das convenções
1.22 Conhecimento das tendências e sequências
1.23 Conhecimento das classificações e categorias
1.24 Conhecimento dos critérios
1.25 Conhecimento da metodologia
1.30 Conhecimentos universais e abstrações em uma área
1.31 Conhecimento de princípios e generalizações
1.32 Conhecimento de teorias e estruturas
2.0 Compreensão
2.1 Tradução
2.2 Interpretação
2.3 Extrapolação
3.0 Aplicação
4.0 Análise
4.1 Análise dos elementos
4.2 Análise das relações
4.3 Análise dos princípios organizacionais
5.0 Síntese
5.1 Produção de uma comunicação única
5.2 Produção de um plano ou proposição de um conjunto de operações
5.3 Derivações de um conjunto de relações abstratas
6.0 Avaliação
6.1 Avaliação em termos de evidências internas
6.2 Julgamento em termos de critérios externos

Figura 4: Taxonomia de Bloom original. Fonte: Adaptado de Krathwohl, 2002.

Surgida no âmbito educacional, a taxonomia de Bloom ou taxonomia dos objetivos educacionais é um *framework* utilizado como um meio de facilitar o uso e mensuração dos mesmos objetivos educacionais entre universidades norte americanas. O sistema de classificação apresentado por Bloom et al. (1956) apresenta 6 categorias principais do domínio cognitivo, sendo elas: conhecimento, compreensão, aplicação,

análise, síntese e avaliação. Todas as categorias apresentam subdivisões, exceto a categoria aplicação. As categorias apresentadas representam níveis do desenvolvimento do conhecimento que vão do menos ao mais complexo e do menos ao mais abstrato. A estrutura apresentada possui uma relação hierárquica, onde o domínio da categoria anterior é necessário para que se possa avançar para a próxima. Além das categorias do domínio cognitivo, o sistema original apresenta o conhecimento em três dimensões: Conhecimento de especificidades, Conhecimento de lidar com especificidades e Conhecimento de universalidades e abstrações em uma área.

A versão revisada da taxonomia de Bloom, apresentada por Anderson et al. (2001) já trazia a distinção entre as duas dimensões diferentes, o domínio cognitivo e o domínio do conhecimento. A escala passou a considerar 6 categorias do domínio cognitivo¹⁰ e 4 categorias do domínio do conhecimento em forma de matriz.

Quadro 2 – Estrutura bidimensional da taxonomia de Bloom.

Dimensão do domínio do conhecimento	Dimensão do domínio cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento factual						
Conhecimento conceitual						
Conhecimento procedimental						
Conhecimento metacognitivo						

Fonte: adaptado de Krathwohl, 2002.

O que antes era considerado conhecimento, foi modificado para que se encaixasse melhor a dimensão do domínio cognitivo, dessa forma em seu lugar na escala surgiu o termo lembrar. Essa modificação foi necessária porque a palavra conhecimento não era um verbo e dificultava a aplicação da taxonomia. Os níveis presentes na categoria conhecimento foram subdivididos em uma nova dimensão que apresenta o nível de aprofundamento de cada nível do domínio cognitivo. Foram mantidos os 6 níveis do domínio cognitivo, porém agora a dimensão do conhecimento era responsável por informar o nível de conhecimento associado a cada utilização (KRATHWOHL, 2002). A nova terminologia acabou levando a seguinte substituição dos substantivos em verbos, além de seguir a mesma lógica hierárquica e de classificação por complexidade e nível de abstração:

¹⁰ Lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar (ANDERSON et al., 2001)

Quadro 3 – Novas terminologias da taxonomia de Bloom.

Taxonomia de Bloom original	Taxonomia de Bloom revisada	Descrição do nível na versão revisada
Conhecimento	Lembrar	Está relacionado a recuperar conhecimentos relevantes da memória a longo prazo.
Compreensão	Entender	Determina o significado de mensagens instrucionais, incluindo comunicação oral, escrita e gráfica.
Aplicação	Aplicar	Cumprir ou aplicar um procedimento em determinada situação.
Análise	Analisar	Decompor o material em suas partes constituintes e detectando como essas partes se relacionam entre si para formar a estrutura ou o propósito.
Síntese	Avaliar	Fazer julgamentos baseados em critérios e normas.
Avaliação	Criar	Colocar elementos juntos para formar algo novo e coerente ou fazer um produto original.

Fonte: Adaptado de Krathwohl, 2002.

2.4.1.2 *Understanding by design*

Uma outra escala para mensuração do conhecimento foi proposta por Wiggins e McTighe (2006), chamado de *Understanding by Design* (UbD). O UbD é um sistema que avalia o nível de conhecimento por 6 facetas¹¹. Apesar de ambos serem sistemas voltados para avaliação, a principal diferença entre as facetas do UbD e a taxonomia dos objetivos educacionais é a estrutura hierárquica. Enquanto Bloom et al. (1956) e Anderson et al. (2001) propõem uma estrutura linear de complexidade cognitiva, Wiggins e McTighe (2006) acreditam que as 6 facetas são indicadores igualmente capazes de mensurar o entendimento. A relação estabelecida entre as facetas, portanto, não é hierárquica e não necessariamente é preciso dominar alguma delas como pré-requisito para o domínio de outra. O uso de uma ou mais facetas para avaliar um conhecimento depende da natureza do assunto e do nível de entendimento desejado pelo avaliador.

¹¹ Explicar, interpretar, aplicar, demonstrar perspectiva, mostrar empatia e ter autoconhecimento (WIGGINS e MCTIGHE, 2006)

O método funciona com o que os autores chamam de *Backward Design*, isso quer dizer que o método de ensino deve se adaptar ao resultado esperado e não o contrário. Para isso, os autores sugerem um método composto por 3 etapas. A primeira etapa é a de identificar os resultados esperados, o que significa estabelecer prioridades e comunicar aos alunos quais são elas. A segunda etapa é chamada de determinar as evidências aceitáveis para avaliação. Ela consiste em definir quais são as evidências aceitas para que se possa afirmar que o avaliado atingiu o resultado esperado. Na terceira e última etapa, chamada plano de experiência de aprendizado e instruções, o objetivo é preparar os conteúdos de uma maneira que dê condições dos alunos atingirem os resultados esperados e que sejam capazes de demonstrá-los através dos métodos de evidência de avaliação.

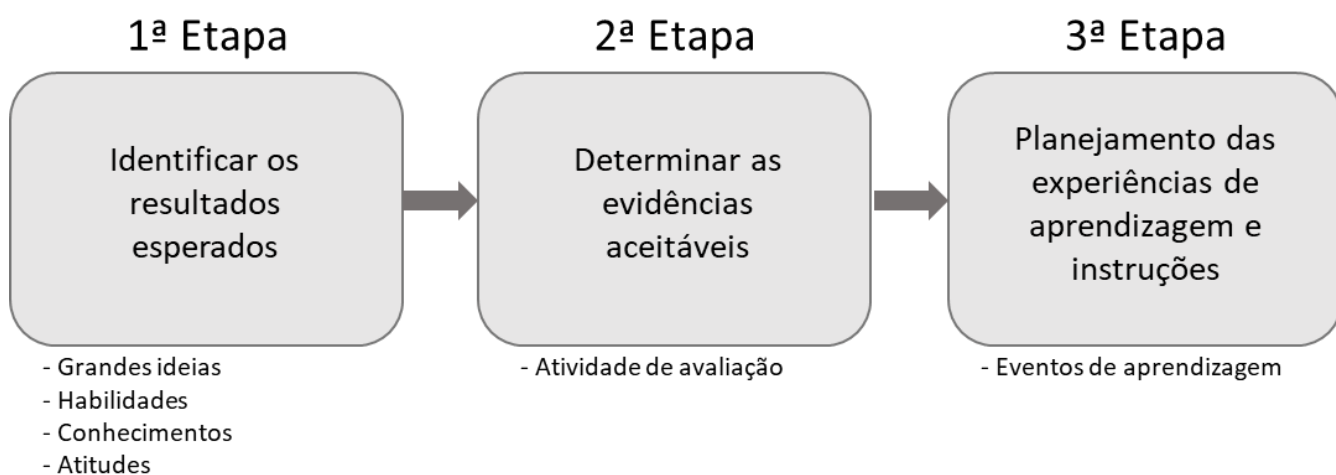


Figura 5: 3 etapas do Understanding by Design. Fonte: adaptado de Wiggins e McTighe (2006).

O método *Understanding by Design* tem relação com a aprendizagem baseada em projetos e inicia seu plano de desenvolvimento através dos objetivos, para então determinar as formas de avaliação e por último moldar os planos de capacitação a essas necessidades. O uso das 6 facetas não segue uma recomendação específica e mantém o poder de escolha de qual delas será utilizada com o avaliador, uma vez que são consideradas igualmente competentes para medir o nível de conhecimento (WIGGINS e McTIGHE, 2006).

2.4.1.3 Escala dos quatro estágios de competência

A teoria inicial sobre os quatro estágios de competência foi inicialmente apresentada por Broadwell (1969). Posteriormente, Noel Burch, funcionário do *Gordon Training International* desenvolveu a teoria que ficou conhecida como as quatro fases para aprender novas habilidades (SPRAGUE e STUART, 2000). A escala é composta de quatro níveis, baseado em duas dimensões para avaliar o estágio de desenvolvimento de competências. As dimensões utilizadas são competência e consciência. Os quatro níveis¹², evoluem da incompetência para a competência, passando por diferentes estágios de consciência, como é possível observar na Figura 6.



Figura 6: Os quatro estágios de competência. Fonte: adaptado de Ambrose et al. (2010).

A escala apresentada foi adaptada do trabalho de Getha-Taylor et al. (2013). Ela considera quatro estágios de desenvolvimento de aprendizagem. O primeiro estágio compreende a incompetência inconsciente, onde o avaliado não sabe que não sabe, portanto desconhece a habilidade necessária assim como a sua falta de proficiência nela. O segundo estágio compreende a incompetência consciente, onde o avaliado sabe que não sabe o suficiente, ou seja, possui consciência de que não é proficiente na habilidade

¹² Incompetência inconsciente, incompetência consciente, competência consciente e competência inconsciente (GETHA-TAYLOR et al., 2013)

requerida. O terceiro estágio é o de competência consciente, onde o avaliado é capaz de usar de maneira adequada a habilidade requerida, porém o faz apenas com um esforço consciente. Já o último e quarto estágio é o da competência inconsciente, onde o avaliado utiliza a habilidade requerida sem que se faça necessário um esforço consciente, quase de modo automático (GETHA-TAYLOR et al., 2013).

Em sua pesquisa, Getha-Taylor et al. (2013) observaram um fenômeno que ocorria com o uso dessa escala para a mensuração de competências. Foi observado pelos autores que a medida em que as competências eram desenvolvidas os avaliados, em suas autoavaliações, apontavam uma redução da percepção de conhecimento, principalmente entre os estágios um e dois. Isso significa que ao evoluir em determinado conhecimento o avaliado percebe que sabe menos do que acreditava anteriormente e acaba por marcar uma pontuação menor do que no primeiro momento. Segundo Getha-Taylor et al. (2013) esse fenômeno pode ser explicado pois a falta de competência associada ao desconhecimento sobre o assunto gera auto avaliações iniciais infladas sobre seu próprio conhecimento. Um comparativo das 3 escalas está apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Comparativo das 3 escalas apresentadas

Escala	Níveis	Pontos positivos	Pontos negativos
Taxonomia de Bloom	6 níveis	<p>Escala clara e facilmente compreendida</p> <p>Possui uma hierarquia bem definida</p>	<p>Não traz informações claras sobre as formas de avaliação para cada nível</p> <p>O uso das duas dimensões dificulta a formulação de um instrumento reduzido</p>
<i>Understanding by Design</i>	6 facetas	<p>A estrutura de sugestão de evidências para a avaliação permite que exista mais assertividade nas respostas</p> <p>A flexibilidade do método de avaliação permite uma maior adaptabilidade da ferramenta</p>	<p>Não apresenta uma estrutura hierárquica clara</p> <p>As facetas por serem igualmente suficientes dificulta a formatação em um documento padrão, aumentando a complexidade do instrumento</p>
Quatro estágios da competência	4 estágios	<p>Escala reduzida o que facilita a usabilidade da ferramenta</p> <p>Estrutura hierárquica bem definida</p>	<p>Pode apresentar retrocesso na escala mesmo com a evolução em alguma competência</p> <p>A definição de cada nível não é muito clara para o respondente, necessitando de uma melhor descrição</p>

2.4.1.4 Outras escalas de medição

Na literatura, ainda é possível encontrar outras formas de se mensurar o nível de competências. Liang et al. (2021) em sua análise de competências de enfermeiras faz o uso de uma escala de likert de 5 pontos, indo de (1) muito baixo até (5) muito alto. Bienert e Schneider (2010), por sua vez, utilizam uma escala também de 5 pontos onde existem três pontos com uma descrição em forma de uma pequena frase, específica para cada competência. O nível (1) indica o não desenvolvimento da competência, o nível (3) indica a aplicação da competência e o nível (5) indica o incentivo a prática da competência por outros e usos inovadores da mesma, sendo os níveis (2) e (4) apenas pontos intermediários sem qualquer descrição.

Gaspar e Matos (2015) propõem uma escala alternativa do tipo likert de 5 pontos. A escala é denominada “para mim é fácil”, onde essa pergunta é associada a competência e a escala de concordância varia de (1) Discordo totalmente até (5) Concordo totalmente. Faissal et al. (2015) utiliza uma escala também de 5 pontos para a avaliação de competências, a qual os autores se referem como escala ponderada de avaliação. Essa escala é composta pelos seguintes níveis: (1) não há indícios, (2) poucos indícios, (3) insuficiente, (4) atende com restrições e (5) atende plenamente. Constata-se dessa maneira que não há consenso entre os autores apresentados sobre uma escala que possa refletir de melhor forma o nível de uma competência.

2.4.2 Formas de aplicação de avaliação de competências

Não há consenso sobre a melhor forma de se avaliar competências (LIANG et al, 2021). Diversos autores apontam o uso de auto avaliação como sendo a maneira mais adequada de se realizar uma avaliação de competências (GETHA-TAYLOR et al., 2013; MARIN, 2017; SILVA, 2009; SOARES, 2018; COWAN et al, 2007). Já Parker e Hill (2017) afirmam que a avaliação por colegas de trabalho, também chamada de avaliação por pares, vem ganhando interesse como método de avaliação. Essa forma de avaliação é defendida por John-Mazza (1997), Briggs et al. (2005) e Kenny et al. (2008). Os autores acreditam que essa é uma forma de avaliação voltada para a prática, seja por fomentar o crescimento profissional individual ou por contribuir para o aumento da qualidade e desempenho das atividades da equipe. A avaliação por colegas de trabalho envolve aspectos objetivos e subjetivos, o que é parcialmente dependente da expertise e familiaridade do observador com o trabalho de outro indivíduo e suas expectativas quanto

a função. Como resultado existe uma variabilidade inerente ao processo na avaliação. Dessa forma a escolha dos observadores se torna uma atividade de grande importância, mesmo com o uso de ferramentas que visam reduzir a variabilidade dos critérios analisados. Por esse motivo, os autores não recomendam que essa forma de avaliação seja utilizada de maneira isolada (BRIGGS et al., 2005).

Bahreini et al. (2011) e Meretoja e Leino-Kilpi (2003) sugerem que os gestores exercem um papel fundamental para a avaliação de competências de suas equipes. O método de avaliação por gestores é, portanto, uma forma válida de se avaliar competências (MERETOJA e KOPONEN, 2012; BAHREINI et al., 2011). Quando comparados os resultados de auto avaliações e avaliações dos gestores, estudos indicam diferenças nas percepções dos dois grupos. Numminen et al. (2015) e Meretoja e Leino-Kilpi (2003) mostraram em seus estudos que a avaliação dos gestores apontou competências em um nível superior ao identificado por auto avaliações. Esse resultado contrasta com o que Bahreini et al. (2011) e Liang et al. (2021) identificaram, que apontam auto avaliações com pontuações maiores do que as avaliações dos gestores mostravam. Os quatro estudos, no entanto, trazem a informação de que a percepção dos gestores e dos avaliados com relação ao nível de competências é diferente. Uma possível explicação para o fenômeno é a de que o aspecto subjetivo das avaliações de competência e a possível influência sobre o comportamento dos avaliados, quando a mesma é realizada por seus gestores, podem levar a problemas na confiabilidade da avaliação (LIANG et al., 2021; MERETOJA e LEINO-KILPI, 2003).

Cardoso (2002), entretanto, propõe o uso de uma avaliação consensual de competências entre o avaliado e seu superior. Liang et al. (2021) sugere em seu estudo que para uma avaliação mais aprofundada sobre competências, o uso de mais de um método pode ser adotado. Foram observadas diferenças nos resultados das avaliações de competência quando realizadas auto avaliações, avaliações de colegas de trabalho e de gestores. Os autores apontam ainda, que apesar de enriquecer a avaliação, existe uma maior complexidade na realização de mais de um tipo de avaliação (LIANG et al, 2021).

Jennings (2020), por sua vez, ao avaliar competências na indústria do petróleo e gás, sugere diferentes formas de avaliação para cada aspecto e o uso de avaliadores externos tecnicamente competentes na área para a avaliação. De maneira similar, Wiggins e McTighe (2006) acreditam que diferentes competências requerem diferentes formas de avaliação e evidências para comprovar o seu real entendimento. Para mensurar fatos e habilidades pontuais, testes simples se mostram eficientes. Entretanto, para

mensurar o conhecimento profundo é necessário utilizar aplicações mais complexas e o uso de problemas ao invés de tarefas. Os autores acreditam quanto mais importante é o conhecimento para o cumprimento do objetivo proposto, mais complexa deve ser a avaliação realizada.

2.4.3 Competências do *Lean Automation*

O uso de competências é mais do que uma combinação de conhecimento, habilidades e atitudes. Elas possuem foco no desenvolvimento futuro e no potencial de desempenho (DALEY, 2002). Segundo Boyatzis (1982) são as características que possuem uma relação causal com o desempenho efetivo ou superior no trabalho.

Por apresentar características tanto do *Lean Production* quanto da Indústria 4.0, o *Lean Automation* apresenta um conjunto de competências híbrido e que traz elementos de ambos, aumentando também a sua complexidade. Estudos prévios já identificaram as competências necessárias para a implantação do *Lean Production* (SEIDEL et al., 2017; CAMUFFO e GERLI, 2018). Seidel et al. 2017, direcionou seu estudo para as competências de líderes em um ambiente de *Lean Production*, identificando 16 competências que possuem relação com os 14 princípios do LP descritos por Liker (2005). Já Camuffo e Gerli (2018) observaram 14 comportamentos presentes no ambiente *Lean*. Quanto a indústria 4.0, uma série de autores apontam para um conjunto diferente de competências (HECKLAU et al., 2016; GRZYBOWSKA e ŁUPICKA, 2017; ŁUPICKA e GRZYBOWSKA, 2018; TESSARINI JR. e SALTORATO, 2018). Hecklau et al. (2016) identificou 28 competências relacionadas a I4.0 e as dividiu em 4 grupos, sendo eles: competências técnicas, competências metodológicas, competências sociais e competências pessoais. Grzybowska e Łupicka (2017) apresentaram um conjunto de 8 competências gerenciais relacionadas a I4.0 porém com foco na indústria automobilística, posteriormente Łupicka e Grzybowska (2018) propuseram um conjunto de 24 competências subdivididas em 3 grupos, denominados: competências técnicas, competências gerenciais e competências sociais. Tessarini Jr. e Saltorato (2018), por sua vez, identificaram 18 competências relacionadas a I4.0, as quais foram subdivididas em 3 grupos, sendo eles: competências funcionais, competências comportamentais e competências sociais.

Tortorella et al. (2021), apresentam uma combinação das competências relacionadas tanto ao *Lean Production* quanto à I4.0 e as racionalizam no contexto do

Lean Automation. Segundo o seu trabalho, diversas competências destes dois universos são similares e podem ser formatadas em um conjunto único que proporcione vantagem na implantação do LA.

Na sua pesquisa, Tortorella et al. (2021), identificaram um conjunto de 14 competências que possuem relação com LP, I4.0 ou ambos e que se mostram adequadas as práticas do *framework* do *Lean Automation* proposto por Tortorella et al. (2020). A lista de competências está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Competências do Lean Automation.

Competência	Referências
C1 - Identificar o que agrega valor para clientes internos e externos	Seidel et al. (2017); Camuffo e Gerli (2018); Łupicka e Grzybowska (2018)
C2 - Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act)	Seidel et al. (2017); Camuffo e Gerli (2018); Hecklau et al. (2016); Grzybowska e Łupicka (2017); Łupicka e Grzybowska (2018)
C3 - Utilizar práticas e princípios de melhoria contínua	Seidel et al. (2017); Camuffo e Gerli (2018);
C4 - Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas	Seidel et al. (2017); Camuffo e Gerli (2018); Łupicka e Grzybowska (2018)
C5 - Fornecer informações de agregação de valor de forma clara e objetiva	Seidel et al. (2017); Camuffo e Gerli (2018); Hecklau et al. (2016); Grzybowska e Łupicka (2017); Łupicka e Grzybowska (2018)
C6 - Colocar os interesses do grupo acima dos individuais	Seidel et al. (2017); Camuffo e Gerli (2018); Grzybowska e Łupicka (2017); Łupicka e Grzybowska (2018)
C7 - Praticar o autodesenvolvimento assim como a evolução contínua tanto pessoal como profissional	Seidel et al. (2017); Camuffo e Gerli (2018); Hecklau et al. (2016); Grzybowska e Łupicka (2017); Łupicka e Grzybowska (2018)
C8 - Identificar e gerenciar barreiras durante iniciativas de implantação de melhorias	Seidel et al. (2017); Hecklau et al. (2016); Łupicka e Grzybowska (2018)
C9 - Praticar melhoria contínua como um sistema interrelacionado de princípios e práticas	Seidel et al. (2017); Camuffo e Gerli (2018);
C10 - Desenvolver ações baseadas em princípios éticos, respeito à comunidade, meio ambiente e segurança dos trabalhadores	Seidel et al. (2017); Camuffo e Gerli (2018); Hecklau et al. (2016); Grzybowska e Łupicka (2017); Łupicka e Grzybowska (2018)
C11 - Desenvolver ações inovadoras e desafiadoras	Seidel et al. (2017); Hecklau et al. (2016); Grzybowska e Łupicka (2017); Łupicka e Grzybowska (2018)
C12 - Desenvolver programação de computadores	Hecklau et al. (2016); Grzybowska e Łupicka (2017); Łupicka e Grzybowska (2018)
C13 - Desenvolver processamento e análise de dados	Hecklau et al. (2016); Grzybowska e Łupicka (2017); Łupicka e Grzybowska (2018)
C14 - Colocar em prática ferramentas estatísticas	Hecklau et al. (2016); Grzybowska e Łupicka (2017); Łupicka e Grzybowska (2018)

Fonte: adaptado de Tortorella et al. (2021)

A lista de competências apresentada, de acordo com os autores, traz a utilização de uma associação de competências entre LP e I4.0. Dessa forma, alertam que com o avanço da compreensão do *Lean Automation*, novas competências podem ser identificadas e incorporadas.

3 MÉTODO DA PESQUISA

Neste capítulo será apresentado o método utilizado para o desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, será apresentada a estratégia de pesquisa utilizada e o delineamento das etapas da pesquisa. Em seguida, serão apresentados o cenário em que ela se desenvolveu bem como a escolha dos casos. Posteriormente, será descrito como se deu a coleta e a análise dos dados em cada uma das etapas.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A Design Science Research (DSR) possui um viés voltado ao desenvolvimento de conhecimento para a resolução de problemas. Isso se dá através da construção ou aprimoramento de artefatos e ao mesmo tempo gerando conhecimento teórico. A relação ganha-ganha proveniente é outra característica do DSR, uma vez que o pesquisador conta com a oportunidade de desenvolver conhecimento científico enquanto as organizações estudadas têm a oportunidade de resolverem problemas práticos (VAN AKEN, 2004; HOLMSTRÖM et al., 2009).

Peppers et al. (2007) propõem um método de 6 etapas iterativas para a condução da DSR. As etapas envolvem: (i) identificar, definir e justificar o problema, (ii) definir objetivos que a solução (possivelmente parcial) deve atingir, (iii) desenvolver o artefato, (iv) demonstrar como o artefato pode ser usado para ajudar a resolver o problema, (v) avaliar o quão bem o artefato resolve o problema, (vi) comunicar o resultado da pesquisa. Na presente pesquisa a construção de um protocolo de avaliação de competências para a integração entre LP e I4.0 permite resolver o problema prático das organizações de como avaliar as competências necessárias para o *Lean Automation*, proporcionando a reflexão sobre melhorias no processo de desenvolvimento de pessoas.

3.2 DELINEAMENTO DAS ETAPAS DA PESQUISA

Para a realização da DSR, a pesquisa foi dividida em três etapas sendo elas: i) Concepção, ii) Implementação e iii) Avaliação. As etapas, os procedimentos utilizados e suas relações estão descritas na figura 7:

DESIGN SCIENCE RESEARCH:

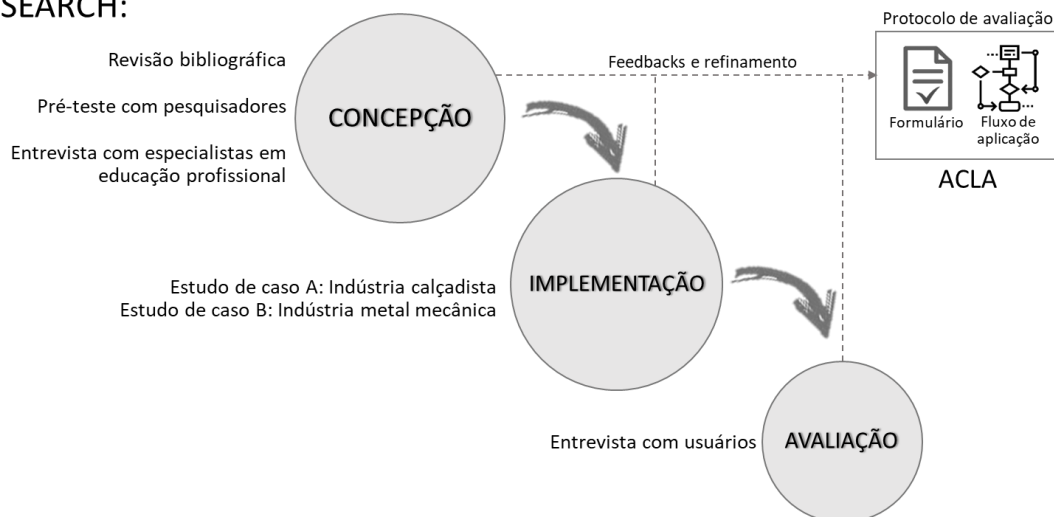


Figura 7: Etapas da pesquisa

A primeira etapa, de concepção, iniciou com uma revisão de literatura. Dessa forma, foram buscadas referências para a elaboração inicial do instrumento, relacionado a escalas de medição, competências a serem analisadas e forma de aplicação do mesmo. O instrumento preliminar, oriundo da revisão de literatura, foi apresentado a 10 pesquisadores com nível de formação mínimo de mestrado e que possuem afinidade com pesquisas em *Lean Production*, Indústria 4.0 ou *Lean Automation*. A apresentação do instrumento trouxe contribuições na sua formulação, principalmente relacionadas à redação, forma de aplicação e a sinalização de possíveis barreiras de aplicação.

Na sequência, ainda na etapa de concepção, foram realizadas três entrevistas com especialistas em educação profissional atuantes em instituições de ensino. O instrumento apresentado a esses profissionais da educação já contava com ajustes realizados após o *feedback* dos pesquisadores. Os profissionais da educação foram solicitados a preencher o instrumento de maneira a avaliar o nível em que cada competência costuma ser abordada com os alunos de cursos profissionalizantes formados na instituição onde atuam. Posteriormente, foi realizada uma entrevista para explorar pontos relacionados as suas respostas. Esse procedimento é conhecido como *Questerview* (ADAMSON et al., 2004), visto que combina o uso de questionário e entrevista na mesma coleta de dados.

A segunda etapa do método, implementação, se refere ao teste do protocolo de Avaliação de Competências para o *Lean Automation* (ACLA). Esse teste ocorreu em dois estudos de caso. As empresas foram selecionadas para os estudos de caso com base em um critério principal de seleção, qual seja o uso conjunto de princípios e práticas *Lean* e da I4.0 em ao menos um setor. Os estudos de caso contaram com entrevistas com gestores do setor foco e de Recursos Humanos da empresa, análise documental, observações diretas do ambiente de produção e aplicação do instrumento com uma amostra dos funcionários.

A terceira etapa da pesquisa se refere a uma avaliação acerca da utilidade e usabilidade do protocolo ACLA. A utilidade está relacionada a aplicabilidade do instrumento e suas contribuições práticas (FISCHER, 1998). Já a usabilidade define a facilidade com que os usuários podem empregar o instrumento com o objetivo de realizar uma tarefa específica e importante (NIELSEN, 1994; ROGERS et al., 2011). A avaliação auxilia no aprimoramento do instrumento, evitando que ele caia em desuso por questões operacionais ou que se mostre inadequado para atender seu objetivo. A aplicação em mais de um ambiente enriquece essa análise, pois é possível verificar dificuldades e barreiras comuns e específicas de cada empresa na aplicação. Dessa forma é possível aferir se o instrumento de fato auxilia na resolução do problema para o qual foi inicialmente desenvolvido.

3.3 ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso foram realizados em empresas de dois diferentes segmentos e com níveis diferentes de maturidade quanto à implantação de práticas do *Lean Automation*. O uso de diferentes segmentos e níveis de maturidade permite observar aspectos comuns aos ambientes, assim como as possíveis diferenças.

O estudo de caso A foi realizado em uma empresa do ramo calçadista. A empresa atua há mais de 70 anos, possui foco de produção para o público infantil de 0 a 9 anos e atua em duas unidades fabris. A empresa foi escolhida pois possui práticas *Lean* implantadas e uso incipiente de tecnologias da I4.0 para suportar o seu sistema de produção. Boa parte da produção de calçados é realizada através de uma grande sequência de curtas operações manuais com o auxílio de máquinas. A empresa conta com aproximadamente 1100 funcionários, sendo 850 desses voltados para o ambiente de produção e o restante nas áreas de apoio. Na unidade fabril analisada, há um pavilhão

único de produção, contando com 312 funcionários diretos de produção no momento da realização do estudo e sua capacidade de produção é de 4.200 pares de calçado por dia. O estudo teve ênfase na avaliação dos líderes de chão de fábrica. Foram avaliados 5 líderes em 4 setores diferentes.

O estudo de caso B foi realizado em uma empresa de manufatura do ramo metal mecânico. A empresa é uma multinacional presente em 20 países, produz peças e componentes para a indústria automobilística, possui 51 fábricas e conta com mais de 27.500 funcionários. Na unidade onde a pesquisa foi aplicada, trabalham aproximadamente 1.200 operadores de chão de fábrica e aproximadamente 127 líderes de produção. A empresa foi escolhida por se tratar de um ambiente com as práticas *Lean* desenvolvidas há duas décadas e com uma grande quantidade de iniciativas de I4.0 em curso. As iniciativas de I4.0 são mais recentes e iniciaram há aproximadamente 3 anos atrás com a formação de um comitê para essa finalidade. O setor avaliado na pesquisa é o de montagem. A aplicação da avaliação de competências se deu com uma célula de montagem completa, contando com um líder e 4 operadores, totalizando 5 aplicações.

3.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados foi realizada entre os meses de Maio e Dezembro de 2021 e contou com uma revisão bibliográfica, entrevistas, observações, análise documental e *feedback* dos avaliados pelo instrumento. O quadro 5 mostra as fontes de dados utilizadas para a coleta de dados nas três etapas da pesquisa:

Quadro 5 – Fonte de dados utilizados na pesquisa

Fonte de dados	Concepção	Implementação		Avaliação
		Estudo de caso A	Estudo de caso B	
Revisão bibliográfica	83 artigos	-	-	-
Pré-teste com pesquisadores	10 avaliações	-	-	<i>Feedback</i>
Entrevistas com profissionais da educação	3 profissionais (totalizando 2:30h)	-	-	<i>Feedback</i>
Entrevistas com gestores das empresas participantes do estudo de caso	-	4 profissionais (totalizando 2:46h)	5 profissionais (totalizando 3:04h)	4 avaliações de aplicação coletiva
Observação e análise de documentos	-	Visitas supervisionadas 4 documentos (MMF, Kaizen, programa de capacitação, OEE)	Visitas supervisionadas 4 documentos (Kaizen, OEE, Matriz de habilidades, trabalho padrão)	Diário de aplicação
Aplicação do protocolo e feedback.	-	3 avaliações de gestores 5 auto avaliações	1 avaliação de gestor 5 auto avaliações	10 avaliações de aplicação

Legenda: MMF – Matriz de multifuncionalidade, Kaizen – formulários de melhoria, OEE – Indicador de rendimento operacional global.

3.4.1 Coleta e análise dos dados da etapa de concepção

Para a etapa de concepção, foi realizada inicialmente uma revisão bibliográfica de artigos que traziam contribuições para a identificação das competências necessárias para a implantação do *Lean*, assim como para a I4.0. A lista de competências foi inicialmente baseada em Tortorella et al. (2021) e então complementada com as contribuições de Seidel et al. (2017), Camuffo e Gerli (2018), Hecklau et al. (2016), Grzybowska e Łupicka (2017) e Łupicka e Grzybowska (2018), Tessarini Jr. e Saltorato (2018). Posteriormente, a lista preliminar foi submetida a avaliação de 10 pesquisadores com o perfil indicado no quadro 6. A avaliação foi realizada de forma livre, sem um roteiro pré-definido e com os *feedbacks* por e-mail. Foi explicado brevemente o contexto da pesquisa e como seria realizada a aplicação do formulário nos estudos de caso, em seguida eles puderam olhar uma versão preliminar do formulário de aplicação do protocolo sendo solicitados a trazerem suas críticas e contribuições. Essa avaliação foi chamada de pré-teste.

Quadro 6 – Perfil dos pesquisadores participantes do pré-teste

Pesquisador	Formação	Área de pesquisa
Pesquisador 1	Doutorado	Lean
Pesquisador 2	Doutorado	Lean Automation
Pesquisador 3	Doutorado	Indústria 4.0
Pesquisador 4	Doutorando	Indústria 4.0
Pesquisador 5	Mestrado	Lean
Pesquisador 6	Mestrando	Indústria 4.0
Pesquisador 7	Mestrando	Ergonomia
Pesquisador 8	Mestrando	Sistemas de produção
Pesquisador 9	Mestrando	Sistemas de produção
Pesquisador 10	Mestrando	Liderança

O pré-teste trouxe contribuições importantes para a elaboração do instrumento, servindo como base para os primeiros ajustes realizados. Após a realização das modificações relacionadas principalmente a forma de aplicação, tamanho do instrumento, apresentação das informações e a apresentação da escala, seguiu-se para as entrevistas com os profissionais de educação.

Foram feitas entrevistas semiestruturadas com três especialistas em ensino profissionalizante. O roteiro dessas entrevistas pode ser visto no Apêndice A. Como parte da entrevista, a versão atualizada da ferramenta foi apresentada e aplicada, sendo possível coletar o *feedback* dos profissionais da educação sobre a mesma, através da técnica de *Questerview*. O perfil dos entrevistados pode ser visto no quadro 7.

Quadro 7 – Perfil dos profissionais da educação entrevistados

Entrevistado	Instituição	Cargo	Tempo de experiência na área da educação	Tempo de entrevista
Profissional da educação 1	SENAI-RS	Coordenadora Técnica de educação profissional	18 anos	00:58:12
Profissional da educação 2	SENAI-RS	Coordenador Técnico de educação profissional	7 anos	00:55:06
Profissional da educação 3	IFSUL	Diretora da unidade	26 anos	00:35:09

As entrevistas com os profissionais da educação trouxeram contribuições relacionadas ao contexto dos operadores com os novos avanços tecnológicos, como por exemplo, as lacunas que surgem na aprendizagem por conta do distanciamento do ambiente de ensino e da prática laboral. Os entrevistados falaram também sobre a forma como os profissionais vêm sendo preparados para o mercado de trabalho, desafios de acesso à tecnologia nas instituições e trouxeram esclarecimentos sobre o papel da indústria e das instituições de ensino nesse processo. Juntamente a essas contribuições os entrevistados tiveram a oportunidade de conhecer o instrumento, preenchê-lo com base nas suas percepções, indicando como os alunos saem dos cursos de formação profissionalizante referentes às competências. Foram oportunizados *feedbacks* sobre o instrumento em si, questionou-se sobre a sua aplicabilidade, utilidade e contribuição para o desenvolvimento dos profissionais.

As entrevistas com os profissionais da educação foram gravadas e então transcritas, tendo como duração média 49 minutos. Para orientar a análise dos dados, os trechos das respostas foram categorizados nos seguintes temas: (i) dificuldades de acesso à novas tecnologias, (ii) integração entre *Lean* e Indústria 4.0 sob a ótica das instituições de ensino, (iii) perfil dos trabalhadores atuais e competências buscadas, (iv) iniciativas de atualização dos trabalhadores, (v) *feedbacks* sobre o formulário da ACLA. Procurou-se por trechos de dados textuais brutos associados a essas categorias. Os trechos consistiam de várias linhas de texto que se referiam às categorias citadas, sendo que a própria estrutura de questões da entrevista já trazia um certo nível de direcionamento. Por esse motivo, a identificação de informações relacionadas com as categorias analisadas foi relativamente simples.

3.4.2 Coleta e análise dos dados da etapa de implementação

A coleta de dados na etapa de Implementação foi realizada por entrevistas com gestores das empresas participantes dos estudos de caso, observações, análise de documentos e análise do preenchimento do formulário do protocolo ACLA pelos respondentes. O início da coleta de dados envolveu uma conversa com os gestores das empresas participantes para familiarização do pesquisador com o ambiente, buscando entender se ele se enquadrava nos requisitos anteriormente definidos e em qual contexto o LA era aplicado na empresa. Os estudos de caso foram sequenciais, sendo realizado primeiramente o estudo de caso A em uma empresa calçadista e depois o estudo de caso B em uma empresa de manufatura do segmento metal mecânico. A linearidade com a

qual foram conduzidos os dois estudos de caso permitiu que o aprendizado ocorrido em um estudo pudesse ser aproveitado no outro.

As entrevistas semiestruturadas realizadas na etapa de implementação seguiram um roteiro pré-definido que pode ser visto no Apêndice B. As entrevistas foram seguidas de observações no ambiente de produção das empresas. Os entrevistados nessa etapa eram gestores com cargos relevantes para o estudo dentro da organização. O quadro 8 aponta os entrevistados em cada estudo de caso, seu cargo, tempo de experiência na área e o tempo de cada entrevista:

Quadro 8 – Perfil dos profissionais entrevistados

Entrevistado	Empresa	Cargo	Experiência	Tempo de entrevista
Entrevistado 1	Empresa A	Diretor de operações e competitividade	30 anos	01:17:00
Entrevistado 2	Empresa A	Gerente de cadeia de suprimento	11 anos	00:35:00
Entrevistado 3	Empresa A	Gerente de produção	8 anos	00:27:32
Entrevistado 4	Empresa A	Gerente de pessoas e gestão (RH)	2,5 anos	00:27:27
Entrevistado 5	Empresa B	Gerente de cadeia de suprimentos	16 anos	00:27:34
Entrevistado 6	Empresa B	Coordenador de PCP e Logística	23 anos	00:43:30
Entrevistado 7	Empresa B	Gerente de manutenção	25 anos	00:41:18
Entrevistado 8	Empresa B	Coordenador de expedição	24 anos	00:41:08
Entrevistado 9	Empresa B	Líder de melhoria contínua (<i>Lean</i>) BR	5,5 anos	00:31:00

Os cargos dos entrevistados eram de liderança do nível tático ou estratégico. Eles eram, portanto, gestores relacionados diretamente aos profissionais de operação (líderes de setor e operadores) dos setores foco, gestores responsáveis pelas práticas *Lean* na empresa ou gestores envolvidos em iniciativas de I4.0. As entrevistas tiveram duração média de 34 minutos. Durante as três entrevistas iniciais do estudo de caso A e na primeira entrevista do estudo de caso B, foi solicitado que os entrevistados utilizassem o formulário da ACLA para avaliar de maneira coletiva os líderes das equipes de produção da sua empresa. As avaliações coletivas realizadas pelos gestores não foram supervisionadas, porém as respostas foram discutidas durante as entrevistas, a fim de

esclarecer os níveis atribuídos e compreender o entendimento dos avaliadores sobre o instrumento. As respostas foram, então, compiladas em uma planilha e analisadas. Já os trechos das entrevistas dos estudos de caso foram analisados e classificados nas seguintes categorias: (i) contexto da integração LP e I4.0 na empresa, (ii) perfil dos trabalhadores e suas competências, (iii) política de desenvolvimento de pessoas, (iv) *feedbacks* sobre o formulário da ACLA.

As entrevistas do estudo de caso A foram feitas presencialmente, sendo realizadas entre as duas visitas de observação realizadas. As entrevistas do estudo de caso B foram realizadas através de plataforma remota online e ocorreram antes da visita de observação. As visitas de observação tiveram durações aproximadas de 2 horas cada, sendo que na empresa A foram realizadas duas, totalizando 4 horas, e na empresa B uma. As observações foram realizadas em datas sugeridas pelas empresas e devido às restrições impostas pela pandemia de COVID-19, foram necessários cuidados e autorizações especiais, sendo, portanto, limitadas. No estudo de caso A, foram feitos registros fotográficos do local e registros escritos das ferramentas, bem como analisados formulários e evidências de uso das tecnologias da I4.0 e de algumas práticas do LP. Devido a uma política interna da empresa, no estudo de caso B, não foram autorizados registros fotográficos, porém o pesquisador teve acesso aos documentos, ambiente de produção, telas dos sistemas de gestão e demais informações necessárias para evidenciar as práticas de integração do LP e das tecnologias da I4.0. Como as visitas ao ambiente de produção foram realizadas após as primeiras entrevistas, as observações possibilitaram agregar mais sentido as informações obtidas.

A análise documental foi utilizada principalmente para evidenciar as práticas de integração entre LP e I4.0, verificando seu impacto no ambiente de trabalho e a adaptação das ferramentas tradicionais às novas tecnologias. Foram analisadas as matrizes de multifuncionalidade (descreve as funções que o colaborador está apto a realizar) para verificar o impacto da tecnologia sobre a sua construção, formulários de *Kaizen*, programas de capacitação, matrizes de habilidades dos operadores (descreve as habilidades que o operador possui), fichas de trabalho padrão e indicadores de desempenho dos setores como OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Dessa maneira, foi possível descrever o cenário atual da empresa sob a ótica das iniciativas de LA e triangular dados das entrevistas, observações realizadas durante as visitas guiadas e das documentações analisadas, o que trouxe uma maior segurança por parte do pesquisador na sua análise.

As aplicações do protocolo ACLA em forma de auto avaliação foram realizadas em um único dia, por empresa, e de maneira presencial. No estudo de caso A, um representante do setor de RH e o gerente de produção auxiliaram na organização das aplicações da ACLA com os respondentes. Já no estudo de caso B, o gerente de cadeia de suprimentos e o gerente de produção do setor foco cumpriram essa função. O preenchimento do formulário levou aproximadamente 15 minutos por respondente, sendo o preenchimento mais rápido em 9 minutos e o mais longo em 17 minutos. O instrumento foi inicialmente apresentado ao responsável do RH no estudo de caso A e para o gerente de cadeia de suprimentos, que foi elencado pela empresa como o facilitador da aplicação, no estudo de caso B. No estudo de caso A, devido a uma menor maturidade das práticas de *Lean Automation* e de um forte uso de operações ainda manuais, optou-se pelas aplicações da ACLA, em formato de auto avaliação, serem realizadas apenas com os líderes de produção. A aplicação foi realizada com 5 lideranças do chão de fábrica dos setores de costura, pré-costura, corte e montagem. A escolha se justifica pois, conforme a própria empresa, os líderes são os que tem a maior carga de conhecimento sobre as práticas de produção e o maior contato com as tecnologias do setor. Dessa forma, os respondentes, no estudo de caso A, correspondem a uma amostra do público das avaliações coletivas realizadas anteriormente pelos gestores de nível tático ou estratégico. Já no estudo de caso B, por possuírem uma maturidade superior em práticas *Lean* e também um ambiente de produção mais tecnológico, a aplicação foi realizada com uma célula de produção completa, correspondendo a 4 operadores e 1 líder. Dessa forma foi possível verificar qual a percepção dos diferentes níveis hierárquicos sobre o protocolo.

As aplicações da ACLA, em formato de auto avaliação, foram supervisionadas e as respostas do formulário foram posteriormente compiladas em uma planilha eletrônica, com a identificação de cada respondente. Foram traçadas médias simples das respostas de cada estudo de caso, a fim de se obter dados com algum nível de comparabilidade. Devido à baixa amostragem disponibilizada pelas empresas, não foram empregadas outras formas de análise estatística nas respostas dos formulários. As respostas obtidas foram então cruzadas com as informações das entrevistas e com a avaliação coletiva realizada pelos gestores a fim de buscar possíveis explicações para os resultados observados.

3.4.3 Coleta e análise dos dados da etapa de avaliação

A coleta de dados para a etapa de avaliação foi realizada através de diversas fontes de dados. Foram coletadas as percepções dos entrevistados sobre a ACLA, percepções dos respondentes, tempos de aplicação do protocolo e as oportunidades de melhoria identificadas. Os critérios de avaliação compreendiam a utilidade e usabilidade. Inicialmente os gestores tiveram a oportunidade de avaliar o instrumento durante as entrevistas. Essa avaliação trouxe contribuições importantes para o formato final da ACLA. Em um segundo momento, foram coletadas e analisadas as percepções dos respondentes. Elas foram coletadas imediatamente após a aplicação do protocolo e seguiram um roteiro de 7 perguntas. O roteiro está apresentado no quadro 9 e compreende os critérios de utilidade e usabilidade, baseado em Nielsen (1994) e Fischer (1998).

Quadro 9 - Roteiro de avaliação dos critérios utilidade e usabilidade

Critério de avaliação	Pergunta
Utilidade	O formulário de avaliação disponibilizado previamente, foi útil na avaliação das competências da equipe?
	Ele traz alguma contribuição para a empresa?
Usabilidade	Quais podem ser as barreiras na sua aplicação?
	Você teve dificuldade em se auto avaliar / avaliar a equipe?
	Na sua opinião, qual seria a melhor forma de aplicação?
	Existe algum ponto que você acrescentaria ou que eliminaria?
	A linguagem utilizada é clara e acessível?

. As respostas dos avaliados foram gravadas e transcritas no estudo de caso A e realizadas por escrito no estudo de caso B. As avaliações foram feitas por escrito devido ao tempo disponibilizado pela empresa para a sua realização, uma vez que não seria possível falar individualmente com cada participante. Entretanto, foi realizada uma breve conversa coletiva posterior a avaliação em que foi possível esclarecer pontos de dúvida do pesquisador. Os registros de visitas, conversas e entrevistas também contaram com um diário de pesquisa, onde foram registradas informações de tempos de aplicação e oportunidades de melhorias observadas.

4 RESULTADOS

O capítulo de resultados está subdividido em 3 seções. A primeira seção apresenta o protocolo de avaliação de competências para o *Lean Automation*. A segunda seção apresenta as aplicações do protocolo nos estudos de caso A e B. Já a terceira seção apresenta a avaliação sobre a aplicação da ACLA.

4.1 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS PARA O LEAN AUTOMATION (ACLA)

O protocolo de avaliação de competências para o *Lean Automation* (ACLA) é composto por um formulário de avaliação das competências, que possui um questionário e um guia de apoio, assim como por uma breve capacitação aos responsáveis pela aplicação do instrumento, tais como representantes da área de recursos humanos, o gestor direto do avaliado ou um terceiro apto.

4.1.2 Formulário de avaliação das competências

O formulário de avaliação é composto por um questionário e um guia de apoio. O questionário possui uma folha de rosto com orientações sobre o seu preenchimento e dados de identificação do respondente. Em seguida, há uma lista de 15 competências, associadas a uma escala de medição do nível de cada uma com um campo livre para o apontamento de evidências, além de exemplos de evidências para auxiliar o avaliado.

A escala de medição utilizada incorpora aspectos de diferentes métodos de avaliação dos conhecimentos. A taxonomia de Bloom foi utilizada como base para a estrutura hierárquica da escala e dos níveis. Optou-se, no entanto, por unificar alguns níveis da escala para que fosse possível utilizar uma escala de 5 pontos. Originalmente a taxonomia de Bloom utiliza os seguintes verbos para designar os níveis de conhecimento: Lembrar, Entender, Aplicar, Analisar, Avaliar e Criar. Os níveis não ficam, no entanto, limitados a esses 6 verbos e possuem outras variantes sugeridas (KRATHWOHL, 2002). Optou-se, no formulário, por incluir um primeiro nível onde o avaliado pode sinalizar se ele desconhece a competência. Por sua vez, os níveis lembrar e entender foram agrupados em um segundo nível. O terceiro nível se manteve relacionado a aplicação da competência. Os níveis analisar e avaliar foram agrupados em um nível único e o quinto nível corresponde ao “criar” original da escala. Dessa maneira, a escala final ficou definida

com os 5 níveis: (1) Desconhece a competência, (2) Sabe o significado da competência, mas não a aplica no dia a dia, (3) Aplica a competência no seu dia a dia, (4) Avalia criticamente o uso da competência, se auto aperfeiçoando e (5) Faz usos inovadores da competência ou ensina plenamente a outros. Foi incluída a recomendação da apresentação de evidências trazida pelo *Understanding by Design*, porém optou-se por exigir evidências apenas para os níveis (4) e (5) uma vez que correspondem aos níveis mais avançados. Essa escolha foi realizada para evitar autoavaliações infladas sobre o uso da competência por parte dos avaliados sem que seja apresentada alguma evidência associada.

A lista de 15 competências associadas ao formulário foi trazida da revisão bibliográfica. A listagem inicial foi baseada em Tortorella et al. (2021), conforme apresentado no capítulo 2. Foram incluídas ainda competências apresentadas por outros autores (HECKLAU et al., 2016; GRZYBOWSKA e ŁUPICKA, 2017; ŁUPICKA e GRZYBOWSKA, 2018; TESSARINI JR. e SALTORATO, 2018). Optou-se pela inclusão dessas competências devido aos *feedbacks* recebidos no pré-teste. Os pesquisadores apontaram a necessidade de se buscar uma maior adequação da lista de competências e suas descrições com as tecnologias da I4.0, como *IoT, Big Data, Digital Twin, Wearables* e também com as suas características, como integração, interoperabilidade, conectividade, monitoramento e controle de dados. O *feedback* do Pesquisador 3 ilustra esse ponto: “*O que necessita é trazer mais elementos da Indústria 4.0 como tecnologias específicas e características dentro de uma ou mais dimensões e correlacionar com Lean Automation*”. As alterações implicaram na readequação da lista de competências utilizadas e na criação de descrições detalhadas das competências para trazerem um maior uso dos termos da I4.0.

As competências listadas foram divididas em 3 domínios para que seja mais fácil a análise de dados. A divisão das competências em grupos ou domínios é recorrente na bibliografia analisada. Foram definidos os domínios: metodológico, sócio comportamental e tecnológico. O domínio metodológico representa as competências que possuem relação direta com o sistema de produção *Lean*, seus conceitos, filosofias e práticas. O domínio sócio comportamental traz as competências relacionadas as relações sociais e interpessoais, postura profissional, comportamento e atitudes perante outras pessoas e frente as situações. Já as competências do domínio tecnológico são aquelas que ditam a relação homem-máquina, possuindo forte influência da familiaridade com o acesso a novas tecnologias. Elas estão apresentadas no Quadro 10 com suas respectivas fontes.

Quadro 10 – Competências do *Lean Automation*

Competências		Descrição	Fonte
Domínio metodológico	C1 - Identificar e informar o que agrega valor para clientes internos e externos	Considera entender dentro da sua realidade a agregação de valor realizada. Conseguir transmitir de forma clara o que é agregado de valor em suas atividades, para quem e por que motivo.	2,4,6,7
	C2 - Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act)	Considera saber fazer uso do PDCA como ferramenta de organização. Descrever ações de melhorias por meio desse princípio e acompanhar seu desenvolvimento por todas as etapas do processo.	1,2,3,4,6,7
	C3 - Utilizar práticas e princípios de melhoria contínua	Considera não apenas conhecer ferramentas, mas compreender e aplicar os conceitos que envolvem a melhoria contínua, assim como seus benefícios.	2,4,7
	C4 - Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas	Considera utilizar o fluxo de valor como o guia principal para o gerenciamento dos processos e atividades da empresa. Isso significa não possuir uma visão apenas sobre suas próprias atividades, mas sim sobre toda a cadeia de suprimentos.	2,4,6,7
Domínio sócio comportamental	C5 - Identificar e gerenciar barreiras durante iniciativas de implantação de melhorias	Considera o conhecimento dos focos de resistência às mudanças, limitações organizacionais, físicas, financeiras e de pessoas. Considera a capacidade de conseguir prevê-las e agir de forma a contorná-las.	1,2,4,6,7
	C6 - Praticar o autodesenvolvimento assim como a evolução contínua tanto pessoal como profissional	Considera a consciência sobre as próprias limitações. Saber o que precisa ser aprimorado, por quê e tomar atitudes capazes de provocar a mudança e o autodesenvolvimento.	1,2,3,6,7
	C7 - Desenvolver ações baseadas em princípios éticos, respeito à comunidade, meio ambiente e segurança dos trabalhadores	Considera garantir através de posturas e atitudes o respeito aos princípios éticos e aos demais indivíduos tanto de dentro como de fora da empresa, em relação ao meio ambiente e segurança dos trabalhadores. Não considera apenas a realização, mas também o senso crítico com relação as ações de outros.	1,2,3,6,7
	C8 - Desenvolver ações inovadoras e desafiadoras	Considera não se acomodar diante das situações. Buscar novas formas de realizar atividades, exigir mais de si mesmo, questionar paradigmas.	1,2,3,6,7
	C9 - Colocar os interesses do grupo acima dos individuais	Considera entender o próprio setor e suas atividades como parte de um todo. Entender que a empresa é uma grande cadeia de atividades e qual a sua parte nela.	2,3,4,6,7
	C10 - Praticar a gestão e transferência do conhecimento	Considera o altruísmo do profissional ao dividir seu conhecimento com os demais. Saber como registrar o conhecimento, onde buscar, como ensinar e como passar adiante experiência e boas práticas. Evitar a centralização e a informalidade na execução das atividades e processos.	5,6
Domínio tecnológico	C11 - Possuir a capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas	Considera o uso adequado de outros idiomas, independentemente de quais. O uso adequado considera o que é necessário para realizar suas atividades laborais com efetividade. Pode considerar leitura, escrita ou fluência oral.	5,6
	C12 - Desenvolver programação de máquinas e algoritmos	Considera mais do que apenas proficiência na linguagem de programação, requer raciocínio lógico, resolução de problemas e a integração de diferentes tecnologias, tendo um entendimento abrangente de sistemas de informação para o entendimento de algoritmos. Pode estar associado ao uso de manufatura aditiva ou operação de equipamentos tecnológicos integrados da sua área.	1,3,5,6,7
	C13 - Desenvolver processamento, análise e proteção de dados	Considera o uso efetivo de ferramentas de processamento de dados como BI, <i>analytics</i> e sua interpretação. Considera também o uso de dispositivos de proteção de dados (cibersegurança) como e-mails seguros, confidencialidade de informações e dados e o acesso profissional de dados em ambientes seguros.	1,3,5,6,7
	C14 - Colocar em prática ferramentas estatísticas e matemáticas	Considera a compreensão de conceitos estatísticos e de matemática como o uso de análise de dados para insights e soluções relacionadas aos desafios do negócio. Considera ainda a interpretação de gráficos e o conhecimento avançado de estatística e interpretação de dados.	1,3,5,6,7
	C15 - Operar e controlar equipamentos e sistemas	Considera a maneira de operar os equipamentos que estão à disposição do profissional. Conhecer todos os seus recursos e como aplicá-los de maneira eficiente em cada situação. Saber diagnosticar falhas e situações de mal funcionamento. Pode envolver robôs colaborativos, <i>gadgets</i> (dispositivos tecnológicos individuais) ou manufatura aditiva.	5

Fontes: 1-Hecklau et al. (2016); 2-Seidel et al. (2017); 3-Grzybowska e Łupicka (2017); 4-Camuffo e Gerli (2018); 5-Tessarini Jr. e Saltorato (2018); 6-Łupicka e Grzybowska (2018); 7-Tortorella et al. (2021);

A redução do tamanho do formulário foi uma oportunidade de melhoria que foi identificada ainda durante o pré-teste na etapa de concepção. A versão inicial apresentava no formulário a listagem de competências, descrições para cada nível da escala em cada competência e exemplos de evidências. O *layout* trazia muito texto, era composto por 5 páginas, se mostrando muito extenso e podendo comprometer sua usabilidade. A fala do pesquisador 2 ilustra essa percepção: “*Minha única ressalva é o tamanho do instrumento. Está bem grande e inibe os respondentes*”.

Para a versão de aplicação do protocolo, foram realizadas modificações baseadas nesses *feedbacks*. O *layout* do formulário foi ajustado para que as competências pudessem ser visualizadas em uma única página e, ao invés de exemplos de fontes de evidências, foram incorporadas frases curtas como um exemplo de evidência em cada competência para o nível (4) e (5) da escala. Além disso, as informações adicionais foram passadas para o guia de apoio. Uma visão completa do questionário pode ser vista no Apêndice C.

O guia de apoio do protocolo ACLA, que também compõe o formulário, não tem campos para preenchimento, sendo apenas uma descrição mais detalhada das competências apresentadas no questionário. Ele traz a listagem das 15 competências com uma descrição mais completa do seu significado. Além disso, o guia de apoio apresenta sugestões de evidências que podem auxiliar o avaliado a relacionar suas práticas do dia a dia com a competência e, por sua vez, identificar corretamente o seu nível (Apêndice D).

4.1.3 Fluxo de aplicação da ACLA

O fluxo de aplicação da ACLA (figura 8) é dividido em 4 etapas. O apêndice E apresenta um modelo de capacitação que descreve todo o seu fluxo de aplicação.

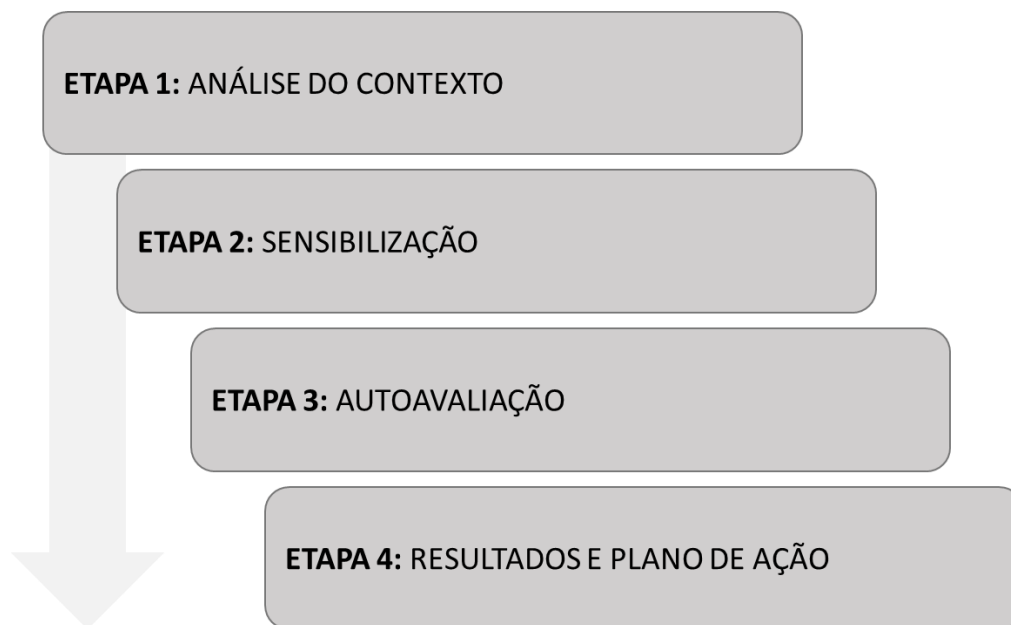


Figura 8: Fluxo de aplicação da ACLA.

A primeira etapa do fluxo de aplicação do protocolo ACLA é uma análise do contexto da empresa e sua adequação ao *Lean Automation*. Nessa etapa estão descritos os requisitos sugeridos para que a empresa faça a aplicação do protocolo. Sugere-se que a empresa possua práticas *Lean* já consolidadas no ambiente de aplicação, que possua tecnologias da indústria 4.0 que suportem essas práticas, que possua uma cultura de desenvolvimento de pessoas e que haja suporte da gestão da empresa para a sua aplicação.

A segunda etapa do fluxo de aplicação, sensibilização da equipe, envolve a apresentação dos objetivos da ACLA, o que é uma avaliação por competências, quais tecnologias da indústria 4.0 estão presentes na empresa, qual a sua relação com o LP e como se dá efetivamente o LA no seu ambiente de trabalho. A sensibilização é importante para alinhar os termos e as expectativas dos trabalhadores sobre a avaliação. Nesse momento, também é importante explicar quais são as próximas etapas e a importância da sua realização. Os avaliados devem ser apresentados a ferramenta e aprenderem como ela funciona e como são realizados os preenchimentos. Essa etapa do fluxo de aplicação foi estabelecida devido ao cenário observado nas entrevistas com os profissionais da educação entrevistados e a realidade encontrada na formação dos profissionais técnicos.

Os profissionais de educação entrevistados, apontaram que nas instituições de ensino técnico profissionalizante onde trabalham existe uma baixa integração entre os temas LP e I4.0. Nos componentes curriculares, ambos os temas são abordados, porém de maneira isolada e muitas vezes sem condições de proporcionar a aplicação dos

conceitos aprendidos. O extrato de entrevista a seguir, do profissional de educação 1, ilustra esse ponto:

Então agora vou abrir a gaveta do Lean, vamos falar sobre esses conceitos. Agora vou abrir a gaveta da I4.0 e vamos falar desses conceitos (...). Eu acredito que um é entrelaçado com o outro, mas não é bem isso que está sendo trabalhado, o que a gente percebe é a abordagem desses conceitos por gavetas. Aquela coisa bem conteudista mesmo. (...) o que falta é o entrelace, e para o entendimento requer a aplicação. Quando eu não estou trabalhando essa aplicação eu não consigo fazer com que o aluno realmente enxergue essa ligação entre esses dois conceitos.

Nesse aspecto, a profissional de educação 2 aponta que as instituições de ensino têm um perfil mais reativo do que proativo na elaboração de políticas e desenvolvimento dos conteúdos “O lean educacional é uma demanda do departamento nacional, e a partir daí terá uma ação para os cursos(...). A instituição não é proativa, nós fazemos parte de um sistema que reage à Indústria e é muito dependente do cenário local”. Dessa forma, existe uma lacuna entre os profissionais que já são atuantes na indústria e os novos profissionais formados nas instituições de ensino profissionalizantes. Esse gap significa que existem profissionais dividindo um mesmo ambiente de produção com diferenças de compreensão dos conceitos de LP e I4.0. Já a falta de integração entre LP e I4.0 nas instituições de ensino, apontam para a necessidade de esclarecimento do LA antes da sua aplicação. Essa lacuna entre os trabalhadores pode ser observado na fala da profissional de educação 1:

Hoje nós temos uma massa de profissionais que estão com uma formação técnica, operadores dentro da indústria que eles vão ter que desenvolver essas novas competências que hoje eles não têm. O que você vai fazer com esse profissional, substituir? Esse aspecto não é resolvido só colocando essas carências em novos cursos. Até porque temos um volume de profissionais extremamente jovens que também não tem essas competências.

A contribuição dos profissionais de educação apontou para a importância da realização da etapa de sensibilização ao apresentar uma visão sobre o contexto da mão de obra profissional atuante na região. A sensibilização alinha conceitos entre as diferentes gerações de profissionais, traz clareza sobre o protocolo e serve como um canal de disseminação do *Lean Automation* na empresa.

A terceira etapa, autoavaliação, compreende a própria aplicação do formulário. O preenchimento se dá através de uma autoavaliação em que o avaliado assinala o nível

que ele acredita possuir em cada competência. Nos casos de marcação dos níveis (4) ou (5) é solicitado que o avaliado apresente alguma evidência para justificar a sua resposta. Cabe ao facilitador pedir para o avaliado explicitar melhor as evidências ou aceitar a maneira como foram apontadas. A escala de medição previamente apresentada tem uma estrutura hierárquica. Dessa forma, com aplicações futuras é possível medir a percepção de progresso dos avaliados.

O método de aplicação, juntamente com o tempo de aplicação, foi um dos pontos que demonstrava maior preocupação durante a concepção do protocolo. Inicialmente, sugeriu-se que a avaliação de competências fosse realizada por uma autoavaliação seguida de uma avaliação do gestor e uma reunião de consenso entre os dois para o ajuste final do nível de competência identificado. Houve uma preocupação inicial dos participantes do pré-teste de que com a reunião de consenso, o processo ficaria muito longo e dificultaria a aplicação. Além disso, a reunião de consenso poderia levar o avaliado a concordar com o gestor devido a relação de poder envolvida, atrapalhando a finalidade do instrumento. Esse aspecto surgido ainda na etapa de concepção, é ilustrado pela fala do Pesquisador 4: *“Teria que cuidar a questão da reunião de consenso, porque além de ser mais uma etapa pode levar o avaliado a não querer discutir com seu chefe e simplesmente aceitar sua avaliação”*. Por essa razão, esse método não foi utilizado nos estudos de caso, ficando definido o uso apenas da autoavaliação.

A quarta etapa do fluxo de aplicação, resultados e plano de ação, é realizada após os preenchimentos dos avaliados. Após a tabulação dos dados, cabe aos responsáveis da empresa avaliar as respostas e propor junto ao avaliado e ao seu gestor direto um plano de ação de desenvolvimento pessoal. A apresentação dos resultados ao funcionário pode ser realizada através de um gráfico radar. Esse formato permite visualizar o progresso do trabalhador com o passar do tempo. Caso a empresa tenha níveis desejados em cada competência para aquela função, ela pode traçar de maneira sobreposta a expectativa em cada competência e com os níveis observados no trabalhador. A figura 9 apresenta exemplos dessa divulgação dos dados.

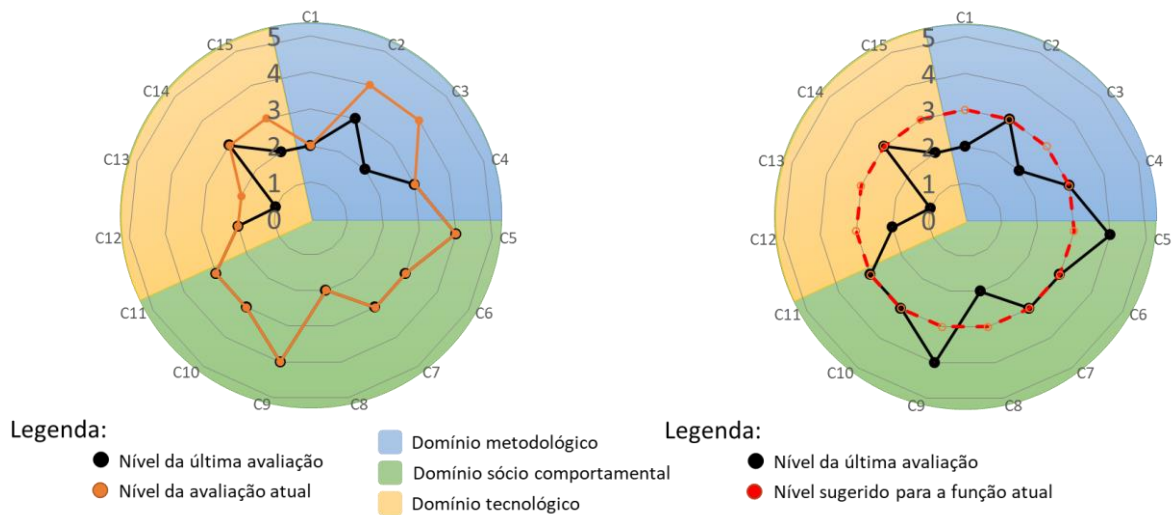


Figura 9: Exemplos de apresentação de resultados

Caso sejam identificadas necessidades coletivas, capacitações para a equipe podem ser oferecidas, porém sugere-se que os planos de ação sejam individuais. O próprio plano de ação é uma ferramenta que possibilita ao trabalhador tornar tangível suas necessidades de aprimoramento e definir uma priorização.

A periodicidade sugerida de aplicação da ACLA é de no mínimo 1 ano e no máximo 6 meses. Essa periodicidade é sugerida para que seja possível para o avaliado desenvolver junto ao setor de recursos humanos e seu gestor direto um plano de ação baseado no resultado da ferramenta e que tenha tempo hábil de ser cumprido. Dessa forma é possível observar algum progresso nas competências até a reavaliação. O acompanhamento do progresso dos avaliados com o passar do tempo é uma forma relevante de suporte a política de desenvolvimento de equipes da empresa.

Durante as entrevistas com os profissionais de educação, foi identificada uma preocupação com o baixo nível de utilização de competências como base para a busca por novos profissionais por parte das empresas. Segundo a profissional de educação 1 “o perfil que buscam é “que conheçam as novas tecnologias” de uma maneira geral. Algumas empresas até têm isso bem definido, mas são poucas as que tem isso claro”. Além disso, o protocolo ACLA foi apontado pelos 3 especialistas em educação entrevistados como sendo importante para o desenvolvimento dos trabalhadores. Conforme a fala da profissional de educação 1: “Eu acho bem útil essa avaliação, acho que vai dar um excelente resultado. Porque a indústria realmente precisa entender o que ela quer e precisa. A própria empresa vai estar contribuindo no nível de exigência do que ela quer”.

4.2 APLICAÇÕES DA ACLA

Na etapa de implementação foram realizados dois estudos de caso. A seguir serão apresentados o contexto de cada uma das empresas, assim como serão apresentados e discutidos os resultados das aplicações da ACLA em cada estudo de caso.

4.2.2 ESTUDO DE CASO A – INDÚSTRIA CALÇADISTA

4.2.2.1 Contexto do *Lean Automation* na empresa A

Tanto as práticas *Lean* como as tecnologias da indústria 4.0 foram observadas na empresa A. As práticas *Lean*, principalmente, já são difundidas na empresa há alguns anos, de acordo com o gerente de cadeia de suprimentos:

A minha percepção sobre o assunto é que a cultura lean, aqui dentro da empresa, já faz muito tempo que a buscamos, tanto é que em toda parte da fábrica encontram-se algumas ferramentas que são utilizadas no lean. Questões relacionadas a layout, ao conceito de just in time, todas essas questões relacionadas à lean já faz muito tempo que se aplica dentro da área industrial. Estoques intermediários e estoques de produto acabado muito reduzidos, então isso tudo já faz parte do nosso cotidiano.

Foi possível evidenciar algumas dessas práticas como os grupos de melhoria contínua (Kaizen), mostrada na Figura 10, a produção em pequenos lotes, o desenvolvimento de fornecedores e as políticas de relacionamento com eles, matriz de multifuncionalidade, reuniões de gerenciamento diário, o acompanhamento de indicadores relacionados à TPM (Manutenção Produtiva Total) como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) em todas as estações e a busca pela redução das perdas.

A matriz de multifuncionalidade da empresa, é chamada internamente de índice de prontidão e considera 4 níveis de habilidades relacionadas com cada função de produção. Os níveis considerados são: domina totalmente (responsável pela função) – cor verde, sabe fazer plenamente – cor amarela, sabe fazer com auxílio – cor vermelha e não sabe fazer – cor bege. O documento é utilizado para o gerenciamento diário, controlando faltas e afastamentos e permitindo um ágil replanejamento dos recursos humanos no ambiente de produção. A matriz ainda auxilia a empresa na necessidade de contratação de mão de obra especializada ou de treinamentos em funções específicas.



Figura 10: Formulários do Grupo de Melhoria Contínua (Kaizen)

Quanto a política de desenvolvimento de pessoas, a empresa possui uma trilha de capacitação individual. Essa trilha foi reestruturada recentemente e compreende uma série de 14 módulos, onde são mostradas todas as jornadas do ecossistema da empresa. Os planos da empresa ainda incluem o desenvolvimento de uma capacitação continuada com seus operadores, garantindo a atualização destes, frente as novas tecnologias. Existe um cuidado em se planejar uma reintegração dos funcionários mais antigos para a nova realidade da empresa. As demandas atualmente são levantadas através da avaliação de desempenho dos colaboradores, pesquisas de clima e de conversas com as lideranças. Não há evidências de que hoje exista um método de identificação e avaliação de competências dos trabalhadores. A avaliação de desempenho leva mais em consideração resultados obtidos no trimestre e a produtividade do colaborador. Ela, portanto, não considera aspectos de conhecimento das práticas *Lean*, aspectos sócio comportamentais ou de conhecimento tecnológico.

Algumas ferramentas *Lean* ainda são realizadas da maneira tradicional e não sofreram influência da tecnologia. A matriz de multifuncionalidade é um exemplo, pois as funções não foram ainda adaptadas para que seja possível diferenciar quem está apto a operar equipamentos mais complexos do ponto de vista tecnológico, dos que não o fazem. Um exemplo está na costura, onde existem máquinas automatizadas e máquinas manuais e a função na matriz de multifuncionalidade não faz essa distinção.

Além de algumas práticas *Lean*, foi possível identificar a implantação de tecnologias da indústria 4.0, assim como os planos de futuros investimentos na área. Os principais investimentos em tecnologias da indústria 4.0 se referem a implantação de máquinas de costura automatizadas, que vem para suprir uma necessidade específica de mão-de-obra especializada dessa operação e não atendida satisfatoriamente hoje na região. As máquinas de costura automatizadas utilizam gabaritos de costura que possuem um identificador em RFID e que acha automaticamente o programa de costura a ser aplicado a cada modelo de calçado, como mostrado na Figura 11. Essa tecnologia torna externa toda a operação de setup, impactando em uma disponibilidade de máquina extremamente alta. A operação de setup é direcionada à colocação das peças em gabaritos de costura. De acordo com a demanda, é possível redirecionar esforços de uma mão-de-obra menos especializada e preparar as peças com maior agilidade. Os operadores das máquinas de costura conseguem operar mais de uma máquina ao mesmo tempo e o fazem através do uso de Andons, como mostrado na Figura 12. Por serem operações rápidas, os operadores são responsáveis por duas máquinas simultaneamente.



Figura 11: Colocação de peças em gabaritos de costura com RFID.

O restante da mão-de-obra menos qualificada faz o preenchimento dos gabaritos de costura manualmente. Essa tecnologia permite ainda que os lotes pequenos sejam produzidos, uma vez que não é necessário realizar uma troca completa de setup da máquina de costura. Antigamente, cada máquina era preparada para a realização de um mesmo modelo por um período grande de tempo e cada operador era responsável por apenas a sua máquina. A empresa ainda possui algumas células nessa configuração, mas expôs a vontade de substituir o setor de costura por máquinas automáticas.



Figura 12: Operação da máquina de costura automática.

Outras soluções de indústria 4.0 podem ser encontradas como a integração horizontal da cadeia de suprimentos que liga os lojistas da marca aos pedidos realizados à fábrica através de um sistema de comunicação integrado. De acordo com o entrevistado 2:

Nós temos, em um dos canais que a gente atua que é a nossa rede própria de varejo, nós temos um controle maior em cima disso, tendo toda questão da análise da demanda, da questão do controle dos estoques dos produtos acabados nas lojas, mas isso somente dentro da rede própria que corresponde hoje a aproximadamente 30% das nossas vendas. Quando nós falamos dos outros canais que são exportação e lojas multimarcas nós não conseguimos chegar a esse nível de detalhamento, e conseqüentemente inviabiliza qualquer tipo de comunicação.

Porém o Entrevistado 2 relata as dificuldades de integrar-se aos seus fornecedores:

A gente está passando por uma migração de tecnologias, onde nós temos alguns seletos fornecedores que estamos abrindo plataformas, onde disponibilizamos nossas demandas, nossas necessidades imediatas, nossas necessidades futuras e nossa disponibilidade de estoque que possuímos dentro da empresa, conseqüentemente eu consigo dar uma previsibilidade para alguns fornecedores e autonomia para eles gerirem este estoque. Mas isso, em função também do nosso nível de fornecedores ainda não estar maduro o suficiente para isso, é apenas um seletos grupo de fornecedores. Eu diria que corresponde a 5% dos fornecedores

Além disso, recentemente foi desenvolvido um *Digital Twin* da fábrica para que fossem realizados um estudo e uma mudança grande no layout, o que deixou a empresa mais adequada a produção de pequenos lotes. Esse trabalho foi desenvolvido por uma consultoria e a empresa possui acesso ao ambiente de simulação, porém ele é utilizado apenas para mudanças significativas no ambiente fabril.

Os funcionários possuem acesso ao aplicativo da empresa por onde podem apresentar sugestões de melhoria para uma posterior atuação dos grupos de Kaizen e se identificar através de um *QR Code* presente no crachá da empresa. Esse aplicativo serve como o canal principal de comunicação da gestão da empresa com o funcionário. As informações que antes constavam nos quadros de aviso, hoje podem ser acessadas diretamente pela plataforma. Essa plataforma tem uma agilidade de atualização das informações muito maior e concentra as principais dúvidas dos trabalhadores, normalmente direcionadas ao setor de RH como folgas e dias de pagamento. A empresa conta com um escritório de transformação digital, responsável por alavancar as soluções relacionadas à TI, desenvolvimento de sistemas e atualização do aplicativo interno.

O perfil dos funcionários da empresa segue uma tendência do setor calçadista. A região em que a empresa está instalada é tradicional na fabricação de calçados. Dessa maneira, há uma mão-de-obra abundante de profissionais qualificados para quase todas

as funções. Entretanto em algumas funções, como operadores de costura, a renovação da mão-de-obra não tem acompanhado a demanda do mercado. Essa mão-de-obra vem de ambientes onde o uso de tecnologia é muito baixo e sua qualificação está mais ligada a realização de tarefas manuais ou operação de máquinas de baixo nível. Como ponto de atenção, apesar de ser relativamente abundante, essa mão-de-obra não vem sendo renovada na quantidade suficiente e as projeções da empresa são de que em um futuro próximo haverá escassez de mão de obra especializada. Concomitante a esse cenário, o diretor de operações e competitividade da empresa enxerga as novas tecnologias como um investimento alto e aponta o custo elevado como uma barreira para a sua popularização. Apesar de enxergar o emprego da tecnologia como uma saída para a futura escassez de mão de obra, ele sinaliza que esse momento ainda não chegou para o setor. Esse é hoje, segundo ele, um dos principais motivos para que não existam mais iniciativas ligadas à indústria 4.0. O Entrevistado 1 diz: *“Existe uma balança aí, de um lado a mão-de-obra especializada, que não se renova na velocidade necessária. A medida que ela for reduzindo, a tendência é que fique mais cara e uma hora a balança vai pender para o lado da tecnologia”*.

4.2.2 Aplicação do formulário do protocolo ACLA na empresa A

A aplicação do formulário do protocolo ACLA se deu em um único dia. Inicialmente o representante do setor de recursos humanos foi apresentado à ferramenta através de uma breve capacitação (Apêndice E). Em seguida, três gestores, individualmente, avaliaram o conjunto de líderes de produção da empresa utilizando o formulário da ACLA. Na tabela 2 são apresentadas as suas respostas.

Posteriormente, o gerente de RH e o gerente de produção, indicaram 5 líderes de produção para que esses realizassem as suas autoavaliações. O preenchimento do formulário pelos 5 líderes foi acompanhado pelo próprio pesquisador. Inicialmente o respondente foi apresentado ao formulário e ao processo de avaliação. Ressaltou-se que a avaliação visa o autodesenvolvimento. A escala utilizada foi repassada, a necessidade de apresentação de evidências foi ressaltada e o guia de apoio foi entregue ao avaliado.

Tabela 2 – Avaliações realizadas pelos gestores da empresa A, considerando as competências dos líderes de produção em conjunto

Competências	Gestores			Média
	Diretor de operações e competitividade	Gerente de cadeia de suprimento	Gerente de produção	
C1 - Identificar e informar o que agrega valor para clientes internos e externos	4	2	4	3,3
C2 - Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act)	4	3	3	3,3
C3 - Utilizar práticas e princípios de melhoria contínua	4	3	2	3,0
C4 - Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas	3	2	2	2,3
C5 - Identificar e gerenciar barreiras durante iniciativas de implantação de melhorias	4	3	2	3,0
C6 - Praticar o autodesenvolvimento assim como a evolução contínua tanto pessoal como profissional	3	3	3	3,0
C7 - Desenvolver ações baseadas em princípios éticos, respeito à comunidade, meio ambiente e segurança dos trabalhadores	5	3	3	3,7
C8 - Desenvolver ações inovadoras e desafiadoras	3	2	3	2,7
C9 - Colocar os interesses do grupo acima dos individuais	3	3	3	3,0
C10 - Praticar a gestão e transferência do conhecimento	4	2	3	3,0
C11 - Possuir a capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas	3	2	2	2,3
C12 - Desenvolver programação de máquinas e algoritmos	2	1	2	1,7
C13 - Desenvolver processamento, análise e proteção de dados	3	1	2	2,0
C14 - Colocar em prática ferramentas estatísticas e matemáticas	4	2	1	2,3
C15 - Operar e controlar equipamentos e sistemas	4	2	5	3,7

O preenchimento do formulário foi realizado em média em 12 minutos, sendo o preenchimento mais longo em 17 minutos e o mais curto em 9 minutos. Os tempos por respondente estão apresentados no Quadro 11. As principais dúvidas foram relacionadas ao significado da competência, o que pôde ser esclarecido pelo guia de apoio, bem como se as evidências apresentadas eram suficientes para justificar o nível marcado no formulário. Foi possível perceber que os avaliados recorreram ao facilitador antes de utilizarem o guia de apoio, invertendo o fluxo sugerido na aplicação. Dessa forma, foram reorientados a primeiramente buscar esclarecimento no guia de apoio e somente então buscarem esclarecimento junto ao facilitador. Quanto à apresentação de evidências, ficou

claro a necessidade de um facilitador no momento de autoavaliação. Os avaliados em algumas competências não se sentiam seguros quanto as evidências apresentadas.

Quadro 11 – Participantes na autoavaliação das competências no estudo de caso A

Participante	Setor	Cargo	Tempo de avaliação
Participante 1	Costura	Líder	17:00
Participante 2	Montagem	Líder	13:00
Participante 3	Pré-costura	Supervisor	15:00
Participante 4	Corte	Líder	09:00
Participante 5	Corte	Supervisor	09:50
Média	-	-	12:46

A tabela a seguir apresenta os níveis elencados pelos profissionais em cada competência avaliada:

Tabela 3 – Respostas dos avaliados no estudo de caso A

Competência	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5	Média
C1	5	4	4	3	3	3,8
C2	4	3	3	4	5	3,8
C3	3	3	4	4	3	3,4
C4	5	5	4	1	3	3,0
C5	4	3	4	3	3	3,4
C6	3	4	4	3	4	3,6
C7	5	3	4	3	3	3,6
C8	5	3	3	3	3	3,4
C9	4	4	4	4	3	3,8
C10	5	5	4	5	3	4,4
C11	1	1	2	3	2	1,8
C12	2	4	2	3	1	2,4
C13	3	3	2	3	2	2,6
C14	4	3	4	2	3	3,2
C15	4	4	5	2	3	3,6
Média do participante	3,8	3,5	3,5	3,1	2,9	

Após a aplicação e avaliação do instrumento, os dados resultantes foram tabulados e apresentados em forma de um gráfico radar. Abaixo, na figura 13, é possível visualizar os radares dos 5 participantes, assim como a média dos avaliados.

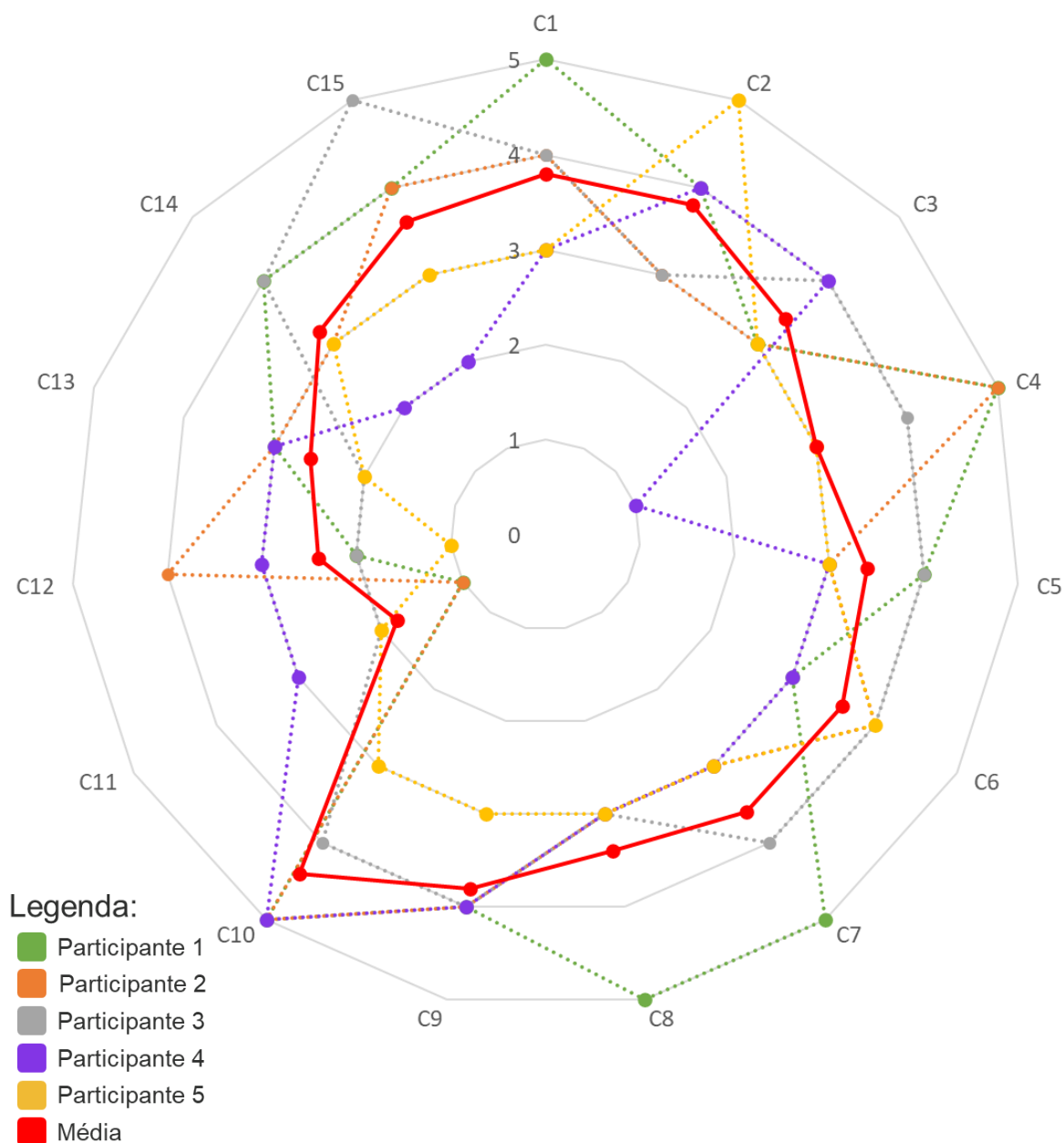


Figura 13: Resultado das avaliações dos participantes da empresa A

As competências do domínio metodológico apresentaram média de 3,5 e evidenciam as competências do LP. As competências do domínio sócio comportamental apresentaram média de 3,4, tendo sua média impactada significativamente pela competência C11 - Possuir a capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas. Já as competências do domínio tecnológico obtiveram os menores índices e apresentaram uma

média de 3. A competência que corresponde ao maior nível é a C10 - Praticar a gestão e transferência do conhecimento, enquanto a que possui o menor nível é a C11 - Possuir a capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas. Na tabela 4, é possível comparar a percepção dos gestores com a média apresentada pelos respondentes.

Destaca-se que o setor de corte apresenta o menor nível de competências do domínio tecnológico e metodológico. A tecnologia empregada nesse setor é predominantemente de baixa complexidade, o que pode explicar o nível das avaliações. Quanto ao domínio metodológico, apesar de apresentarem as competências com um nível mais baixo do que os demais setores, todas se mantêm pelo menos no nível 3 da escala (aplica a competência no dia a dia), com exceção da C4 – Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas, do líder do corte. Esse tipo de observação pode motivar o setor de recursos humanos a desenvolver programas de capacitação focadas em competências mais específicas e direcionada aos setores que apresentam a maior carência.

A gerente de RH afirmou que as atividades de desenvolvimento de pessoas, como cursos e capacitações, estão muito ligadas a aspectos comportamentais, sociais e de liderança, o que pode justificar um nível maior nas competências sócio comportamentais dos participantes. Apesar de possuir algumas iniciativas de alto potencial tecnológico, a grande maioria dos processos não possui uma maturidade tecnológica muito elevada e o uso de atividades manuais ainda é recorrente. Dessa forma, o recente processo de transformação digital apresentado é compatível com os baixos níveis de competências do domínio tecnológico observados. Quanto às competências do domínio metodológico, que possuem maior afinidade com as práticas *Lean*, percebe-se que é onde existem os maiores desníveis. Ações de nivelamento e aplicação dos conceitos *Lean* podem auxiliar a empresa a nivelar suas competências nesse sentido.

Tabela 4 – Comparação entre a percepção dos gestores e auto avaliações

COMPETÊNCIAS	(a) - Média (gestores)	(b) - Média (auto avaliações)	Diferença (b-a)
C1 - Identificar e informar o que agrega valor para clientes internos e externos	3,3	3,8	0,5
C2 - Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act)	3,3	3,8	0,5
C3 - Utilizar práticas e princípios de melhoria contínua	3,0	3,4	0,4
C4 - Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas	2,3	3,0	0,7
C5 - Identificar e gerenciar barreiras durante iniciativas de implantação de melhorias	3,0	3,4	0,4
C6 - Praticar o autodesenvolvimento assim como a evolução contínua tanto pessoal como profissional	3,0	3,6	0,6
C7 - Desenvolver ações baseadas em princípios éticos, respeito à comunidade, meio ambiente e segurança dos trabalhadores	3,7	3,6	-0,1
C8 - Desenvolver ações inovadoras e desafiadoras	2,7	3,4	0,7
C9 - Colocar os interesses do grupo acima dos individuais	3,0	3,8	0,8
C10 - Praticar a gestão e transferência do conhecimento	3,0	4,4	1,4
C11 - Possuir a capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas	2,3	1,8	-0,5
C12 - Desenvolver programação de máquinas e algoritmos	1,7	2,4	0,7
C13 - Desenvolver processamento, análise e proteção de dados	2,0	2,6	0,6
C14 - Colocar em prática ferramentas estatísticas e matemáticas	2,3	3,2	0,9
C15 - Operar e controlar equipamentos e sistemas	3,7	3,6	-0,1

De maneira geral, percebe-se que as autoavaliações apresentam médias superiores às avaliações dos gestores, exceto nas competências C7, C11 e C15. Apesar de existirem diferenças, com exceção da C10, não foram percebidas diferenças que cheguem a ultrapassar 1 ponto, o que corresponde a um nível da escala. Uma possível explicação para a grande diferença entre a percepção dos gestores e a média das autoavaliações na competência C10 é a de não existir um processo formal de gestão do conhecimento na empresa. Os avaliados citaram em suas respostas, evidências como “tenho o hábito de passar meus conhecimentos para os funcionários” ou “treino os auxiliares para assumirem a minha função regularmente”. Isso demonstra que é possível

que existam práticas informais de transferência do conhecimento que não são percebidas pelos cargos de nível tático ou estratégico.

4.2.2 ESTUDO DE CASO B – INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

4.2.2.1 Contexto do *Lean Automation* na empresa B

As práticas de LP são aplicadas formalmente na empresa B há duas décadas. A empresa conta, inclusive, com uma gerência das práticas *Lean* em sua estrutura organizacional. As práticas *Lean* da empresa vem sendo atualizadas constantemente para corresponder ao nível tecnológico atual. Por exemplo, foi observado o uso de kanbans eletrônicos, quadros de produção digitais, iniciativas de rastreabilidade, coleta de dados automatizadas e o uso de RPA (*Robotic Process Automation*). De outro lado, as iniciativas de Indústria 4.0 vem se tornando mais frequentes no ambiente de produção e um comitê foi estabelecido para gerenciar esses projetos de implantação.

Segundo a visão do líder de melhoria contínua da empresa, não existe competição entre LP e I4.0 pois eles são conceitos relacionados a finalidades distintas e complementares.

Não adianta nada você implementar tecnologia em processos que são cheios de perdas. Claro que a ordem natural do mercado é a migração para a utilização das tecnologias 4.0, mas o Lean é o alicerce para facilitar e para garantir segurança e confiabilidade. Por isso, quando se fala de I4.0, acho necessário se ter uma estrutura lean consolidada por trás.

Entre as iniciativas apontadas pelo gerente de cadeia de suprimentos da empresa, o conceito de rastreabilidade é a que mais vem sendo explorada, principalmente pelo interesse das empresas clientes. O Entrevistado 5 esclarece que “a rastreabilidade está crescendo, sendo que hoje é utilizada em 100% da montagem do produto final e na parte de usinagem de materiais ela está em desenvolvimento, ocupando cerca de 60 a 70%”. Os esforços da empresa nesse sentido incluem uma célula piloto que realiza a gravação de um *QR Code* nos produtos produzidos e que traz o histórico completo da peça.

Uma outra iniciativa é baseada em uma tecnologia que já está em pleno uso nas plantas europeias da empresa, qual seja o controle automático de processos. Na

empresa, os funcionários se referem ao mecanismo como *captor* e ele é capaz de compilar rapidamente e manter disponível em tempo real todas as informações relacionadas à produtividade, tempos de operação, relatório de paradas e produção de uma célula. O operador possui acesso a uma interface na própria célula e pode fazer os registros sem a necessidade de formulários de papel. O tempo necessário para a compilação das informações e a velocidade de disponibilização faz com que o gerenciamento da operação ocorra instantaneamente. O ritmo de produção pode ser cruzado com a meta para o dia e isso orienta o operador quanto ao seu desempenho. A mesma tecnologia permite que a programação da produção da empresa tenha acesso a produção em tempo real e possa acompanhar o andamento das operações, como observado na Figura 14. Essa integração vertical é um dos pontos que permite uma tomada de decisão mais rápida e assertiva. A ferramenta ainda é capaz de segmentar os itens e pedidos por clientes, dias e estágio de produção.

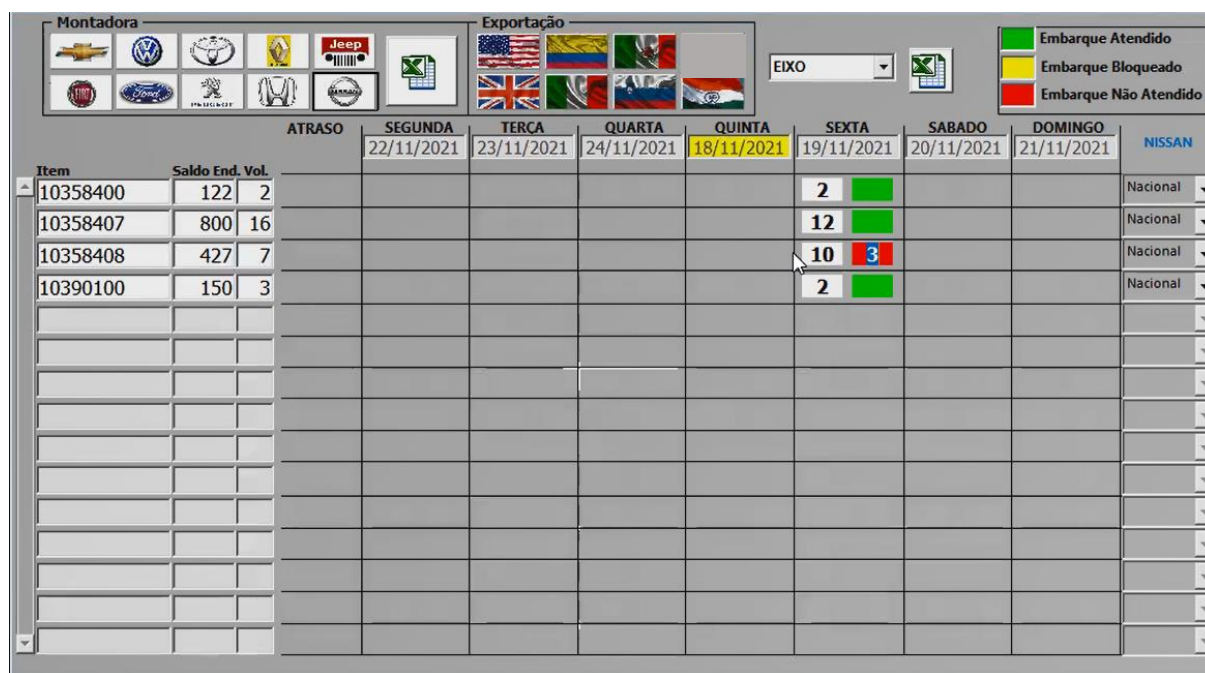


Figura 14: Sistema de gerenciamento de PCP em tempo real.

O abastecimento das estações de trabalho também sofreu modificações significativas. Atualmente os quadros de *Kanban* foram substituídos por uma versão eletrônica da ferramenta. Nos supermercados de peças espalhados pelo chão de fábrica, existe junto a identificação do item, um *QR Code* que garante acesso rápido ao sistema através de um coletor de informações sem fio. Esse coletor é a principal ferramenta de trabalho dos abastecedores, permitindo a leitura do *QR code* de cada peça. Com essa

funcionalidade o abastecedor aponta quantas unidades do item estão em cada endereço do seu roteiro de abastecimento. Através dessa leitura, um sistema integrado de estoque gera automaticamente uma lista de reabastecimento. Enquanto as peças da lista anterior são entregues, uma nova lista de reabastecimento é gerada. Dessa forma é possível realizar o roteiro de abastecimento ininterruptamente e apenas com as peças que foram efetivamente consumidas. Cabe destacar que existe ainda um dispositivo semelhante nas próprias células e caso a demanda tenha uma oscilação maior que o previsto, peças podem ser solicitadas diretamente pelos operadores (sem aguardar pelos abastecedores) e incorporadas na lista de abastecimento. O intervalo de abastecimento dos supermercados foi reduzido para 2h com esse tipo de tecnologia, reduzindo perdas por movimentação e estoque principalmente. O uso desse tipo de tecnologia de integração de dados, resultou na eliminação das divergências de estoque, sendo classificadas pelo coordenador de expedição da empresa como virtualmente inexistentes.

O gerente de manutenção da empresa apontou também barreiras para a implantação de tecnologias que poderiam suportar o processo de *Lean*. O uso de AGV e etiquetas de RFID são iniciativas que ilustram esse ponto. Ao passo que as unidades europeias da empresa conseguem um acesso facilitado às novas tecnologias, o custo da implantação nas unidades brasileiras torna algumas das iniciativas proibitivas. Existe pouca liberdade para as plantas brasileiras adotarem tecnologias que não estejam em uso nas demais plantas. O Entrevistado 5 aponta essa como uma das principais barreiras atualmente na empresa *“A empresa é bastante engessada e são difíceis as iniciativas locais, porque tudo passa por uma padronização global”*.

A matriz de habilidades dos funcionários não faz uma menção direta à tecnologia envolvida nas suas atividades laborais. O foco, conforme explicado pelo gerente de produção, está na realização da função, independente da tecnologia empregada. Conforme o gerente da cadeia de suprimentos, existe uma atualização constante dessas matrizes, porém mais ligado a mudanças nos processos do que na tecnologia utilizada. Apesar de não fazer uma menção direta, a tecnologia empregada está presente nas matrizes. O entrevistado 8, cita um exemplo: *“para o cargo de Auxiliar de Movimentação, a matriz de habilidades fala de toda a parte de abastecimento e uso do hardware na operação e das condições de conseguir efetuar um trabalho de forma adequada sem o acompanhamento de um supervisor”*.

Como política de desenvolvimento de pessoas, a empresa realiza atualmente o que é chamado de PDP (Processo de Desenvolvimento de Pessoas). De acordo com o Entrevistado 5:

Cada atividade que nós temos na empresa, desde o auxiliar de movimentação até os diretores, existe uma matriz de habilidades, ou seja, para uma determinada atividade/cargo existe matrizes de habilidades que a pessoa precisa se desenvolver e em conversas semestrais que possuímos com os operadores, nós determinamos pontos de crescimento técnico e comportamentais.

Em relação ao perfil dos operadores e líderes, foi possível observar que não há preocupação com o conhecimento tecnológico. Os entrevistados de maneira geral relataram que cada vez mais os novos funcionários chegam com um bom domínio das ferramentas tecnológicas e que inclusive incentivam novas aplicações. Segundo a visão do gerente de manutenção da empresa, hoje não há resistência por parte dos trabalhadores em adotar novas formas de realizar as atividades, principalmente quando elas têm um viés tecnológico e facilitam o seu trabalho. Sob o ponto de vista dos princípios e práticas *Lean*, a empresa também acredita que o esforço maior de conscientização já foi realizado no passado e que atualmente novos funcionários aprendem naturalmente a trabalhar com eles, já que o ambiente construído ao redor dele o leva nessa direção. Quando questionados sobre as capacitações internas e qual o seu viés, o Entrevistado 9 coloca que *“Eu acredito que o que a gente menos aborda é a tecnologia, nós focamos muito mais nos comportamentos e nos conceitos metodológicos”*.

4.2.2.2 Aplicação da ACLA na empresa B

A aplicação da ACLA na empresa B foi acompanhada pelo gerente de cadeia suprimentos da unidade. Ele foi inicialmente apresentado à ferramenta, onde foi abordado o conceito de *Lean Automation*, quais são as competências identificadas, qual é o fluxo da aplicação e como funciona o instrumento. Ele então foi solicitado a preencher o formulário do protocolo ACLA pensando no nível médio de cada competência dos líderes de produção da empresa.

Posteriormente, junto ao gerente de produção da unidade, foi selecionada uma célula de produção completa, composta por 1 líder e 4 operadores para realizarem a

aplicação da ACLA. Os participantes foram apontados pela própria empresa e eram integrantes de uma célula do processo de montagem.

Ressaltou-se que não se trata de uma avaliação de desempenho e sim de uma avaliação que visa o autodesenvolvimento pessoal. A escala utilizada foi repassada, a necessidade de apresentação de evidências foi ressaltada e o guia de apoio foi entregue a cada um dos participantes.

O preenchimento do formulário foi realizado dentro do tempo estimado de 15 minutos por todos os participantes. Os tempos de preenchimento constam no quadro 12. As principais dúvidas foram relacionadas ao entendimento do significado da competência, e mesmo orientados a utilizar o guia de apoio, os participantes tendiam a recorrer ao seu líder para o esclarecimento das dúvidas. Quanto à apresentação de evidências, assim como no estudo de caso A, ficou claro a necessidade de um facilitador no momento de autoavaliação, pois em algumas competências foi difícil para os avaliados descreverem as evidências.

Quadro 12 – Participantes na autoavaliação das competências no estudo de caso B

Participante	Setor	Cargo	Tempo de avaliação
Participante 6	Montagem	Líder	12:00
Participante 7	Montagem	Operador	13:00
Participante 8	Montagem	Operador	12:40
Participante 9	Montagem	Operador	13:45
Participante 10	Montagem	Operador	13:10
Média	-	-	12:55

Os tempos de avaliação foram dentro do esperado e com uma média muito próxima à da implantação na empresa A, que foi de 12 minutos e 46 segundos. Os níveis apontados nas competências foram predominantemente inferiores a (4), o que exigiu menos tempo de aplicação, já que não era necessário trazer evidências nesse caso. Uma preocupação dos gestores da empresa era o tempo de preenchimento do instrumento, porém ele se mostrou adequado a expectativa.

A tabela 5 apresenta os níveis elencados pelos profissionais em cada competência avaliada, assim como uma média simples das avaliações:

Tabela 5 – Respostas dos avaliados no estudo de caso B

Competência	Participante 6	Participante 7	Participante 8	Participante 9	Participante 10	Média
C1	3	3	3	5	3	3,5
C2	3	4	2	2	3	2,8
C3	4	4	4	3	3	3,6
C4	3	2	2	2	3	2,4
C5	3	3	3	3	3	3,0
C6	4	3	3	4	3	3,4
C7	3	5	3	3	3	3,4
C8	3	4	3	3	1	2,8
C9	3	3	3	3	3	3,0
C10	3	4	3	3	3	3,2
C11	1	1	1	1	1	1,0
C12	1	1	1	1	2	1,2
C13	1	1	1	1	2	1,2
C14	1	3	1	1	3	1,8
C15	4	3	3	3	3	3,2

Os resultados apresentam algumas divergências das observações e entrevistas realizadas quanto a percepção do nível das competências entre os gestores e os participantes. Durante as entrevistas, os gestores apontavam que as competências do domínio metodológico (C1 a C4) e tecnológico (C12 a C15) eram altamente desenvolvidas na organização, de acordo com as suas percepções. Já durante a avaliação, os níveis apontados pelos participantes não corresponderam a essas percepções dos gestores. Tais divergências podem existir pelo nível hierárquico avaliado, uma vez que as entrevistas foram realizadas com gestores, que possuem uma visão mais ampla da organização. Já as avaliações foram realizadas com os operadores de chão de fábrica. O domínio tecnológico é apresentado como um ponto forte pelos gestores, a exemplo do que relatou o Entrevistado 7 quando questionado sobre o desenvolvimento das competências tecnológicas: *“eles entram com um nível bom, até porque nós exigimos, como mínimo, a escola SENAI finalizada”*. Pode-se perceber que há uma confiança de que a formação na instituição de ensino profissionalizante atua como um pressuposto de competências desenvolvidas. O alto nível de formalização das atividades produtivas com procedimentos e instruções de trabalho claras e repetitivas, nesse caso, trazem uma menor exigência das competências relacionadas a elas. Esse fenômeno é descrito por Fernandes e Fleury (2007) que acreditam que um baixo nível de formalização é o que efetivamente exige o uso das competências, e vice-versa. Outra possível explicação pode estar relacionada com a compreensão que foi feita por parte dos avaliados sobre o

significado dessas competências e uma vez que possuem um maior contato com novas tecnologias, possuem consciência do seu baixo nível de competência. Esse fenômeno também é descrito por Getha-Taylor et al. (2013), onde a falta de competência associada ao desconhecimento sobre o assunto gera auto avaliações infladas sobre seu próprio conhecimento. Em contrapartida, ao evoluir em determinado conhecimento, os avaliados tendem a perceber que sabem menos do que acreditavam anteriormente.

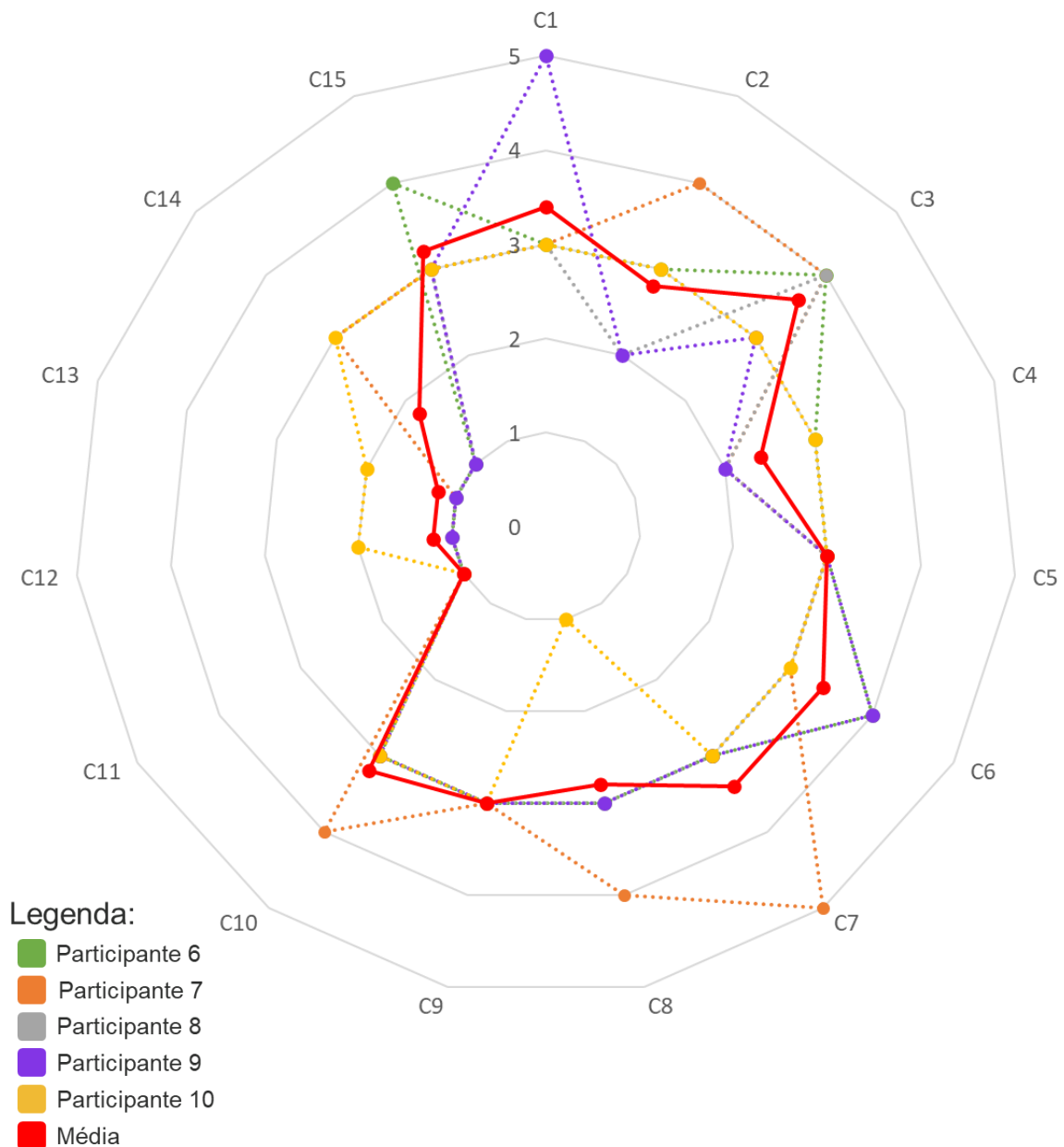


Figura 15: Resultado das avaliações dos participantes da empresa B

O domínio mais bem avaliado pelo grupo foi o metodológico com média de 3,05, seguido pelo sócio comportamental com média 2,83. O domínio tecnológico foi o pior

avaliado, com uma média de 1,85. Apesar de um processo maduro de *Lean*, das 4 competências associadas ao pensamento *Lean*, 2 delas tiveram médias abaixo do nível 3 que indica o uso no dia a dia. São elas: C2 – Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act) e C4 – Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas. Cabe destacar que a autoavaliação do líder da célula mostrou a aplicação de todas as 4 competências no seu dia a dia. É possível que esse resultado tenha relação com o nível hierárquico dos demais avaliados na empresa, já que não são de posições de liderança.

Assim como no caso A, ao analisar as respostas dos formulários é possível observar que o domínio tecnológico é o que possui o menor nível de desenvolvimento entre os avaliados. De maneira comparativa, as avaliações preenchidas pelos avaliados da empresa B tiveram níveis inferiores ao percebido pela empresa A, principalmente no que diz respeito às competências do domínio tecnológico. Essa diferença pode ser percebida na figura 16 que representa um comparativo das médias de ambos estudos de caso.

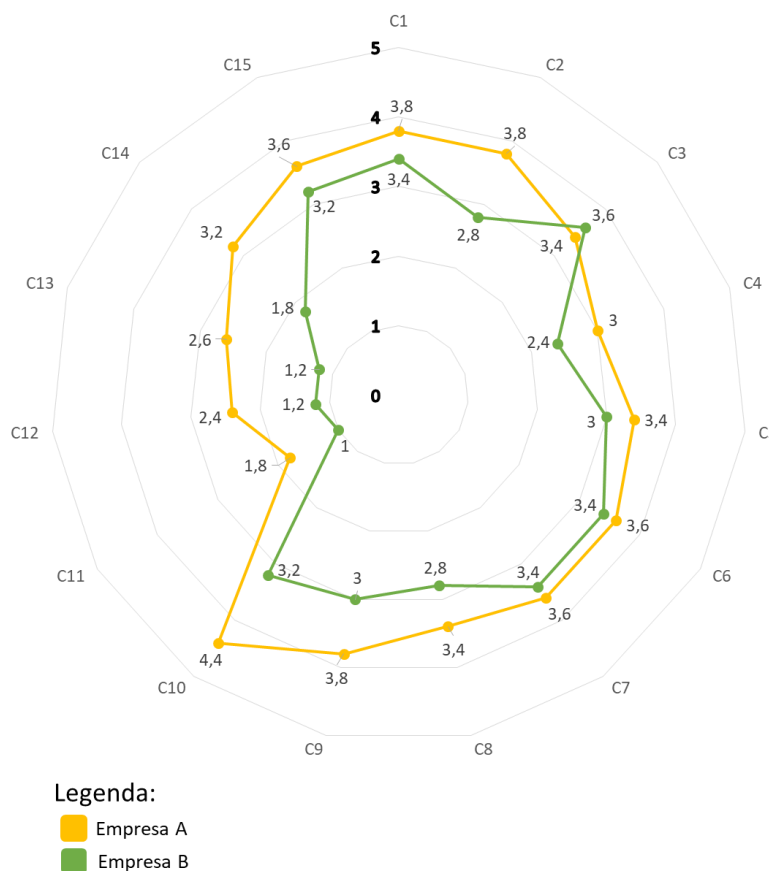


Figura 16: Comparação entre a média dos resultados da empresa A e empresa B

A competência com o menor nível de avaliação foi o mesmo identificado na empresa A, “C11 – Praticar a comunicação em diferentes idiomas”. A C11 se justifica pela maior parte da tecnologia de ponta disponível vir de fora do Brasil e utilizar a língua inglesa como padrão. Em entrevista, o diretor de operações e competitividade da empresa A salientou que principalmente as equipes de manutenção sofrem com essa questão e que se coloca como uma barreira para a implantação de novas máquinas e equipamentos. Os manuais de máquina que utilizam tecnologia de ponta, raramente possuem uma versão traduzida para o português, tornando mais difícil a sua programação e manutenção. Apesar disso, os participantes das duas empresas pesquisadas comentaram, ao serem questionados após o preenchimento, que a C11 era a menos relevante no seu dia a dia. Isso pode ser explicado pelo baixo uso atual de equipamentos importados e conseqüentemente a pouca necessidade do uso de outros idiomas para a operação e programação das máquinas. Outra possibilidade, é a de que os agentes responsáveis pela capacitação inicial dos trabalhadores na utilização do equipamento, façam o trabalho de interpretar e ensinar os pontos principais de operação dos equipamentos aos operadores.

4.3 AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO ACLA

A avaliação do protocolo ACLA foi realizada de maneira contínua ao longo do seu processo de desenvolvimento. A seguir estão listadas as principais barreiras identificadas durante as etapas de desenvolvimento do protocolo, assim como as percepções relacionadas a utilidade do protocolo.

4.3.1 Possíveis barreiras identificadas

Método de aplicação

Os gestores ao serem solicitados a realizar uma avaliação dos seus liderados de forma coletiva durante as entrevistas, relataram uma preocupação em conseguir realizar essa avaliação de forma individual para todos os seus liderados futuramente. Segundo eles, isso concentraria um grande esforço no gestor. O entrevistado 1 apontou que “*com a nossa estrutura organizacional cada vez mais horizontalizada, esse processo ficaria*

cada vez mais difícil". Além disso, os gestores relataram uma certa dificuldade em avaliar todas essas competências em cada liderado e trazer evidências que as sustentem.

Os próprios avaliados concordaram que poderiam encontrar dificuldades em avaliar as competências nos seus liderados devido a menor proximidade no dia a dia de trabalho. Essas contribuições estão de acordo com o que já havia sido trazido pelos pesquisadores durante o pré-teste sobre a forma de aplicação. Essa preocupação com a usabilidade (concentração da avaliação em uma pessoa) e utilidade (dificuldade na avaliação da competência de terceiros) da ferramenta motivou uma alteração no instrumento. Dessa forma, optou-se por realizar a aplicação exclusivamente através de autoavaliação.

O uso de autoavaliação como forma de aplicação foi destacado pelos avaliados como uma boa forma de avaliar as competências. Os avaliados relataram gostar de poderem refletir sobre suas competências e utilizar o tempo para pensar sobre suas atitudes perante as equipes e o trabalho. O relato do participante 1 ilustra bem esse ponto *"os gestores não conhecem tanto do funcionário no dia a dia. Eles avaliam pelos relatórios de produção e produtividade, mas não tem como saber como nós somos no dia a dia com nossas equipes"*.

Tempo de aplicação

O tempo de aplicação foi um dos principais fatores de preocupação por parte dos gestores e do RH das empresas pesquisadas. Ele foi trazido antes mesmo das aplicações serem realizadas, como um fator fundamental para garantir a usabilidade do protocolo.

Segundo a diretora de RH da empresa A, o tempo de aplicação é importante principalmente quando se realizam aplicações com os operadores, uma vez que estão ligados intimamente com a produção da empresa. Dessa forma, quanto mais tempo afastado de sua função, mesmo que para atividades de aprimoramento profissional, menor é a sua produção. As empresas sugeriram alternativas para esse ponto como o aproveitamento de possíveis momentos em que há ociosidade, em paradas e manutenções programadas ou o uso de momentos além da jornada regular de trabalho. Essas mesmas soluções já são empregadas para capacitações em ambas as empresas.

Os tempos de aplicação entre todos os avaliados tiveram uma média de 12 minutos e 46 segundos, sendo a aplicação mais longa 17 minutos e a mais curta 9 minutos. Os tempos foram considerados adequados pelos avaliados e pelos gestores das empresas

participantes. Dessa forma, segundo as empresas pesquisadas, o tempo para aplicação do protocolo, no formato em que foi apresentado, não chega a ser uma barreira para a sua utilização em grande escala na produção.

Compreensão do propósito do protocolo

Outra possível barreira, identificada na etapa de implantação, foi relacionada a compreensão do propósito do protocolo pelos avaliados. O Avaliado 10 mencionou, durante a avaliação da aplicação, que seria importante entender como esse tipo de avaliação de competências se encaixa na proposta da empresa, pois pode ser difícil entender o seu propósito para alguns. A empresa B, onde o avaliado 10 trabalha, já possui práticas de avaliação de desempenho, o que de certa forma colabora para a compreensão do uso de instrumentos de avaliação. Porém, existem diferenças nas duas práticas que compreendem a sua finalidade e sua forma de aplicação. O Programa de Desenvolvimento de Pessoas (PDP), como é chamada pela empresa avalia o desempenho dos colaboradores fazendo o uso de indicadores de produção, além de ser realizada em conjunto com o gestor da área. Apesar do PDP possuir um embasamento maior na prática do trabalho, ele considera alguns aspectos comportamentais também. A fala do Avaliado 7 ilustra a importância desse esclarecimento para que não seja confundido com o PDP. Na sua opinião, algumas das perguntas fogem do seu cotidiano, além de ter sentido a falta de perguntas mais focadas na sua atividade específica. Para ele, houve uma certa dificuldade em relacionar as competências apontadas na avaliação com as suas atividades do dia a dia. Essa preocupação justificou a elaboração da primeira etapa do fluxo de aplicação da ACLA, que é a sensibilização. Nessa etapa são apresentados os conceitos do *Lean Automation* aos trabalhadores, uma relação desses conceitos com o seu ambiente de trabalho é trazida e o objetivo da avaliação de competências é explicado.

A importância de não ser uma ferramenta com finalidade de mensuração do desempenho, diferentemente do PDP, também foi apontada por um dos avaliados da empresa B, segundo ele: “podemos ser bem sinceros na nossa avaliação, sem medo”. Todos os avaliados, de ambas empresas, acharam importante esse tipo de avaliação fazer parte do programa de treinamentos, sinalizando inclusive que gostariam de participar de mais capacitações e ações de desenvolvimento profissional.

Compreensão dos termos utilizados no protocolo

Mais uma possível barreira é a própria interpretação do formulário e o entendimento de cada um sobre o seu nível de competência. Os avaliados relataram que enquanto alguns são mais exigentes consigo mesmo, os outros podem ter uma percepção diferente. Dessa forma, foi relatado que é possível que cada uma tenha seu próprio entendimento sobre cada competência e que pode não ser tão clara a avaliação para todos. Entretanto, por se tratar de um instrumento que visa o autoconhecimento e o desenvolvimento individual dos trabalhadores e não uma avaliação de desempenho, considerou-se mais relevante que exista uma comparação entre as avaliações do indivíduo ao longo do tempo do que uma comparação entre os avaliados. No entanto, o protocolo pressupõe que o entendimento de cada um sobre o seu nível próprio de competência se mantenha constante, com evidências sendo apresentadas e aceitas.

Os avaliados ainda pontuaram que os termos utilizados no formulário podem não ser usuais a todos e gerar dúvidas, principalmente se aplicado com os operadores. Os gestores ao serem questionados também trouxeram essa preocupação. Para os gestores, é possível que os trabalhadores pratiquem algumas competências mas tenham dificuldade em identificar e expressar que o fazem, principalmente nos domínios metodológico e tecnológico. Essa dificuldade poderia determinar um apontamento incorreto do nível da competência e dificuldades na apresentação de evidências. Conforme relato do Entrevistado 2, quando questionado se os operadores poderiam ter dificuldades em preencher a avaliação: *“Em muitos casos sim. Eu acredito que o maior motivo seria a falta de domínio do conceito. Muitos operadores, até em nível de liderança, não dominam o conceito de indústria 4.0, por exemplo”*.

Em contraponto, ao final das aplicações, os avaliados relataram que a linguagem utilizada é clara, que o preenchimento do formulário é simples e que mesmo tendo apontado como uma possível barreira para os operadores, os termos estão adequados no formulário e que não tiveram dificuldades nesse sentido.

As considerações trazidas sob esse aspecto justificam novamente ações de sensibilização antes da aplicação do protocolo. A capacitação desenvolvida, que explica o fluxo de aplicação do protocolo, traz a recomendação desse tipo de ação com os trabalhadores. Dessa forma é possível reduzir o risco de problemas de compreensão durante a aplicação.

4.3.2 Utilidade do protocolo

Ainda na etapa de concepção, foram ouvidos os especialistas em educação profissionalizante. Os especialistas entrevistados concordaram que a elaboração de um protocolo para a avaliação de competências para o *Lean Automation* traz informações relevantes para o desenvolvimento dos trabalhadores durante a formação nas instituições. Conforme a fala da Profissional de Educação 1: *"Eu acho bem útil (o protocolo), acho que vai dar um excelente resultado. Porque a indústria realmente precisa entender o que ela quer e precisa, vai estar contribuindo no nível de exigência das suas demandas para nós"*.

Apesar dos pontos de melhoria elencados anteriormente, os gestores durante as entrevistas, relataram que o uso desse tipo de avaliação permite que se conheça mais os funcionários e se descubra oportunidades e talentos que no dia a dia podem ficar ocultos. Eles ainda acreditam que o protocolo embasa a tomada de decisão na promoção de capacitações e no desenvolvimento dos profissionais.

Durante o estudo de caso A, após o preenchimento do formulário, os respondentes foram questionados a respeito da utilidade e usabilidade do instrumento. De acordo com os relatos, o uso de um protocolo de avaliação de competências foi citado por todos como um ponto positivo se incorporado pela empresa. Os avaliados entenderam sua realização como útil, uma vez que permite à empresa enxergar melhor seus funcionários e aumenta a visibilidade deles perante seus gestores. Como contribuição para a empresa, percebeu-se que os avaliados se sentiram mais motivados na busca por aprimoramento, pois segundo eles, hoje não existe uma prática formal de avaliação que permita ao RH apontar capacitações e suprir necessidades de desenvolvimento tanto individuais quanto coletivas das equipes de produção. Atualmente os relatórios que compõem a avaliação de desempenho de um líder estão relacionados a produção e produtividade, não existindo um convívio muito próximo no dia a dia que seja capaz de permitir esse tipo de avaliação de comportamentos, habilidades e atitudes.

No estudo de caso B, os avaliados de modo geral acreditam que ela traz contribuições a equipe, promovendo a autorreflexão e incentivando uma evolução alinhada com as expectativas da empresa, que passa a ser conhecida por eles. Os avaliados apontaram um desejo por um maior número de capacitações e um maior desenvolvimento profissional a ser oferecido pela empresa, o que demonstra a utilidade

do instrumento como mecanismo impulsionador para práticas de desenvolvimento de pessoas.

Considerando todas as informações coletadas ao longo do trabalho de pesquisa, observa-se que o protocolo de avaliação de competências para o *Lean Automation* traz contribuições relevantes tanto do ponto de vista acadêmico quanto prático. Quanto ao ponto de vista acadêmico, os conceitos relacionados ao *Lean Automation* e suas aplicações na indústria são contextualizadas e um conjunto de competências para a sua aplicação é analisado. Do ponto de vista prático, é uma ferramenta que possibilita as empresas avaliar as competências de seus trabalhadores e traçar estratégias de desenvolvimento de pessoas.

O protocolo ACLA tem um propósito claro e se mostrou bem avaliado nos critérios propostos de utilidade e usabilidade. Sua estrutura permite que as empresas incorporem novas competências e adaptem a ferramenta ao uso em setores específicos. Dessa maneira a longevidade da ferramenta pode ser ampliada e servir de base para a implantação de políticas de capacitação e desenvolvimento de pessoas.

5. CONCLUSÕES

5.1 CONCLUSÕES DO ESTUDO

Os operadores passam por um momento de transformação digital nos seus ambientes de trabalho, cada vez é mais comum o uso de novas tecnologias e a sua integração. Como pontos destacados pelos gestores estão o contato cada vez mais presente dos trabalhadores com a tecnologia. As empresas ainda percebem um certo grau de resistência a adoção de tecnologia pelos trabalhadores mais antigos, porém notam que os trabalhadores de faixas etárias mais baixas tendem a incentivar o seu uso. Essa afinidade com a digitalização dos processos é um ponto buscado hoje na indústria.

A presente pesquisa teve como objetivo desenvolver um protocolo de avaliação de competências para o *Lean Automation*. Para atender esse objetivo foi desenvolvida e apresentada a ACLA. O seu desenvolvimento contou com 3 etapas, onde foi realizada uma revisão de literatura, a aplicação de um pré-teste com pesquisadores, entrevistas com especialistas em educação profissionalizante e dois estudos de caso. Os estudos de

caso foram compostos por entrevistas com gestores de diversas áreas e aplicações práticas da ferramenta.

A ACLA é composta por um formulário e um fluxo de aplicação. O formulário possui uma lista de 15 competências, subdivididas em 3 domínios: metodológico, sócio comportamental e tecnológico. A escala de medição foi desenvolvida com base na Taxonomia de Bloom e considera 5 níveis de conhecimento na competência: (1) desconhece o significado da competência; (2) sabe o significado da competência, mas não aplica no dia a dia; (3) aplica a competência no dia a dia; (4) avalia criticamente o uso da competência se autoaperfeiçoando; (5) faz usos inovadores da competência ou ensina plenamente a outros. O formulário conta ainda com um guia de apoio que traz uma descrição mais detalhada de cada competência e exemplos de evidências do seu uso. O fluxo de aplicação contém 4 etapas, sendo elas: (i) análise do contexto; (ii) sensibilização; (iii) autoavaliação; (iv) resultados e plano de ação. O fluxo foi apresentado em formato de capacitação e ensina como utilizar a ferramenta.

As empresas participantes dos estudos de caso são do ramo calçadista e metal mecânico. Ao longo das visitas foram observadas as práticas que integram conceitos *Lean* e tecnologias da indústria 4.0. Juntamente com as entrevistas e a análise de documentos, foi possível obter um panorama mais completo de como se dá essa integração no ambiente de trabalho e identificar quais as barreiras sinalizadas pelas empresas. A triangulação dessas informações foi fundamental para identificar os fatores contextuais que podem influenciar no nível de desenvolvimento das competências para o *Lean Automation*.

As equipes que participaram das aplicações eram compostas por 5 trabalhadores. No primeiro estudo de caso a ferramenta foi aplicada com 5 lideranças de setores, já no segundo estudo de caso a aplicação foi realizada em uma célula completa de montagem, compreendendo um líder e 4 operadores. Foi possível observar que as competências do domínio metodológico obtiveram os maiores índices nos dois grupos. As competências do domínio metodológico, que possuem uma afinidade maior com as práticas *Lean*, também obtiveram índices que sugerem sua aplicação no dia a dia. Já as competências do domínio sócio comportamental foram as que obtiveram a segunda maior média. Esse resultado é coerente com os treinamentos oferecidos pelas empresas participantes, que trazem um foco comportamental. Como destacado pelas empresas participantes, o *Lean* veio, nos dois ambientes, de um esforço anterior a implantação das tecnologias da indústria 4.0, e é trabalhado já a mais tempo com as equipes. O domínio tecnológico é o

que traz os menores níveis de competência nas duas equipes pesquisadas. A relação dos trabalhadores com as tecnologias da I4.0 é ainda muito recente e apesar de utilizarem o recurso, percebe-se que os trabalhadores não as dominam completamente. Apesar dos dados apresentados, os gestores ainda acreditam que as maiores carências se relacionam com as competências sócio comportamentais e não com as competências tecnológicas.

A aplicação da ferramenta nos dois ambientes distintos enriqueceu a análise da ACLA e trouxe contribuições importantes para avaliar sua utilidade e usabilidade. A ferramenta foi apontada como útil pelos participantes dos dois estudos de caso. Quanto a usabilidade, os participantes trouxeram *feedbacks* positivos quanto ao tempo de aplicação, formato da ferramenta, a aplicação por autoavaliação e a redação empregada. Os gestores acreditam que a ACLA pode ser uma ferramenta de apoio e trazer contribuições para a política de desenvolvimento de pessoas das empresas estudadas.

5.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Como limitações do estudo é possível citar que o ambiente de integração entre *Lean* e Indústria 4.0, referenciado como *Lean Automation*, ainda é muito incipiente. As empresas estudadas, apesar de possuírem ambos aplicados no chão de fábrica, ainda não tem aplicações mais robustas do LA. Os estudos sobre LA são recentes e as competências relacionadas ainda podem sofrer alterações com o surgimento de novas pesquisas sobre o assunto. A aplicação da ferramenta foi realizada com uma amostra pequena e de maneira transversal, o que não permitiu analisar quantitativamente seus dados.

Além disso, devido a aplicação em empresas de setores distintos, não foi possível verificar se as barreiras apontadas eram comuns a outras empresas do mesmo setor ou não. A falta de dados de outras empresas não permite a generalização das barreiras identificadas no estudo.

5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Baseado nessa dissertação, foi possível identificar as seguintes oportunidades para estudos futuros:

- a) realização de estudos longitudinais de avaliação de competências utilizando o protocolo ACLA. Esses estudos poderiam avaliar o progresso de equipes que utilizam o método ao longo de diversos ciclos de aplicação, assim como possíveis adaptações necessárias no método para que siga atualizado com os avanços tecnológicos.
- b) incorporação de outras competências relacionadas ao ambiente da empresa e utilização do protocolo como base para o plano de desenvolvimento de pessoas;
- c) a aplicação do protocolo ACLA em outros setores industriais.

REFERÊNCIAS

ADAMSON, J. et al. (2004). 'Questerviews': Using questionnaires in qualitative interviews as a method of integrating qualitative and quantitative health services research. *Journal of health services research & policy*. 9. 139-45.

AMBROSE, S.; BRIDGES, M.W.; DIPIETRO, M.; LOVETT, M.C.; NORMAN, M.K. *How Learning Works: 7 research-based principles for smart teaching*. Jossey-Bass. 2010

ANDERSON, L. W. et. al. *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nova York: Addison Wesley Longman, 336 p. 2001

BAHREINI, M.; SHAHAMAT, S.; HAYATDAVOUDI, P.; MIRZAEI, M. (2011). Comparison of the clinical competence of nurses working in two university hospital in Iran. *Nursing & health sciences*. 13. 282-8. 10.1111/j.1442-2018.2011.00611.x.

BELLO, S. A.; LUKUMON, O.O.; OLUGBENGA, O.A.; BILAL, M.; DELGADO, J.M.D.; AKANBI, L.A.; AJAYI, A.O.; OWOLABI, H.A. *Cloud computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges*, *Automation in Construction*, Volume 122, 2021, 103441, ISSN 0926-5805.

BIENERT, Adriane Caroline; SCHNEIDER, Alexandre Marcelo. *Avaliação de desempenho por competências na área de logística*. *Revista Destaques Acadêmicos*, v. 2, n. 1, 2010.

BLOOM, B. S. et al. *Taxonomy of educational objectives*. New York: David Mckay, 262 p. (v. 1). 1956

BOYATZIS, A. R. *The competent manager: A model for effective performance*. New York: Wiley. 1982

BOYD, Jonathan A. ; HUETTINGER, Maik. *Smithian insights on automation and the future of work*. *Futures*. V111, pg. 104-115. 2019

BRANGER, Jakob; PANG, Zhibo. *From automated home to sustainable, healthy and manufacturing home: a new story enabled by the Internet-of-Things and Industry 4.0*. *Journal of Management Analytics*, v. 2, n. 4, p. 314-332, 2015.

BRIGGS, Linda A.; HEATH, Janie; KELLEY, Jean. Peer review for advanced practice nurses: what does it really mean?. AACN Advanced Critical Care, v. 16, n. 1, p. 3-15, 2005.

BROADWELL, M. Teaching for learning. The gospel guardian. Vol. 20 Nº 41, PAGE 1-3. 1969

BUER, Sven-Vegard ; STRANDHAGEN, Jan Ola ; CHAN, Felix T. S. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. International Journal of Production Research, Vol. 56, No. 8, 2924–2940. 2018

CAMARINHA-MATOS, L. ; AFSARMANESH, H. Balanced Automation Systems II: Implementation Challenges for Anthropocentric Manufacturing, Chapman & Hall. 1996

CAMUFFO, A.; GERLI, F. “Modeling Management Behaviors in Lean Production Environments.” International Journal of Operations and Production Management 38 (2): 403–23. 2018.

CARDOSO, Luiz Roberto. Remuneração por habilidades e competências: um estudo de práticas em empresas brasileiras. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CHENG, G.; LIU, L.; QIANG, X.; LIU, Y. 2016. “Industry 4.0 Development and Application of Intelligent Manufacturing.” In Proceedings of 2016 International Conference on Information Systems and Artificial Intelligence, 407–410. Hong Kong: IEEE.

COLOMBO, Armando W.; SCHLEUTER, Dirk; KIRCHER, Matthias. An approach to qualify human resources supporting the migration of SMEs into an Industrie4. 0-compliant company infrastructure. In: IECON 2015-41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. IEEE, 2015. p. 003761-003766.

COWAN, David T.; WILSON-BARNETT, Jenifer; NORMAN, Ian J. A European survey of general nurses’ self assessment of competence. Nurse Education Today, v. 27, n. 5, p. 452-458, 2007.

DALEY, D. M. Strategic human resource management: People and performance management in the public sector. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. 2002.

DAVIS, Nathaniel et al. 4th industrial revolution design through lean foundation. Procedia Cirp, v. 91, p. 306-311, 2020.

FAISSAL, R. et al. Atração e seleção de pessoas. 3ª ed. Rio de Janeiro. FGV Editora. 2015

FERNANDES, B. H. R.; FLEURY, M. T. Modelos de gestão por competência: evolução e teste de um sistema. Revista de Administração da PUCRS v. 18 n. 2. 2007

FERRAZ, A. P. C. M. e BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gestão & Produção, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010

FISCHER, G., 1998, July. Beyond" couch potatoes": From consumers to designers. In Computer Human Interaction, 1998. Proceedings. 3rd Asia Pacific (pp. 2-9). IEEE.

FRANK, Alejandro Germán; DALENOGARE, Lucas Santos; AYALA, Néstor Fabián. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. International Journal of Production Economics, v. 210, p. 15-26, 2019.

FRANKE, R. (1993) 'Automatisierung und Lean Production - ein Wertepaar?', Logistik - Lösungen für die Praxis. Berlin, 1993-10-20, pp. 389-409.

GANDOMI, Amir; HAIDER, Murtaza. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. International journal of information management, v. 35, n. 2, p. 137-144, 2015.

GASPAR, T.; DE MATOS, M. G. "Para mim é fácil": escala de avaliação de competências pessoais e sociais. Psicologia, Saúde e Doenças, vol. 16, núm. 2, pp. 199-211. 2015

GERMANY TRADE & INVEST. Disponível em: <https://www.gtai.de/gtai-en/invest/industries/industrial-production/industrie-4-0/industrie-4-0-162540> Acessado em: 15/05/2021

GETHA-TAYLOR, H.; HUMMERT, R.; NALBANDIAN, J.; SILVIA, C. Competency Model Design and Assessment: Findings and Future Directions. Journal of Public Affairs Education, 19:1, 141-171. 2013

GHOBAKHLOO, M. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 29 No. 6, pp. 910-936. 2018

GHOBAKHLOO, M.; FATHI, M.; IRANMANESH, M.; MAROUFKHANI, P.; MORALES, M. E. Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts,

sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*, Volume 302. 2021

GROEBEL, K.-P. (1993) 'Flexible Systeme zur Bauteilmontage : der Lean Production folgt die Lean Automation', *Stahlmarkt*, vol. 1993, no. 43, pp. 56–60.

GRZYBOWKSA, K. ;ŁUPICKA, A. Key Competencies for Industry 4.0. *Economics & Management Innovations* 1 (1): 250–253. 2017

HARTMANN, Lukas et al. Value stream method 4.0: holistic method to analyse and design value streams in the digital age. *Procedia CIRP*, v. 78, p. 249-254, 2018.

HECKLAU, F.; GALEITZKEA, M.; FLACHSA, S.; KOHL, H. Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. 6th CLF - 6th CIRP Conference on Learning Factories. 2016.

HOLMSTRÖM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A. Bridging practice and theory: A design science approach. *Decision Sciences*, v. 40, n. 1, p. 65-87, 2009.

HUANG, Zhuoyu et al. Industry 4.0: Development of a multi-agent system for dynamic value stream mapping in SMEs. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 52, p. 1-12, 2019.

JACKSON, M.; HEDELIND, M.; HELLSTRÖM, E.; GRANLUND, A.; FRIEDLER, N. . Lean automation: Requirements and solutions for efficient use of robot automation in the Swedish manufacturing industry. *International Journal of Engineering Research & Innovation*, 3(2), 36-43. 2011.

JENNINGS, Maureen. The oil and gas industry, the competence assessment of Offshore Installation Managers (OIMs) and Control Room Operators (CROs) in emergency response, and the lack of effective assessment of underpinning technical knowledge and understanding. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v. 65, p. 104090, 2020.

JOHN-MAZZA, L. Advanced practice peer review: setting new standards. *J Am Acad Nurse Pract.* 1997;9(12):569e73.

JUNIOR, Daniel de Souza Silva; DOS SANTOS, Ruan Carlos; DOS SANTOS, Ismael Luiz. Inovações da Indústria 4.0 na Gestão de Processos na Prestação de Serviços na Construção Civil. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, v. 12, n. 3, p. 394-415, 2020.

KENNY, KJ; BAKER, L; LANZON, M; STEVENS, LR; YANCY, M. An innovative approach to peer review for the advanced practice nurse—a focus on critical incidents. *J Am Acad Nurse Pract.* 2008;20(7):376e81.

KOLBERG, D. & ZÜHLKE, D. Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. *IFAC-PapersOnLine* 48-3 1870–1875. 2015.

KRATHWOHL, D. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into practice*, Volume 41, Number 4, Autumn 2002

KUSIAK, Andrew. Smart manufacturing must embrace big data. *Nature*, v. 544, n. 7648, p. 23-25, 2017.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/>>. Acessado em: 15/05/2021

LIANG, Hui Yu et al. Evaluation of nurse practitioners' professional competence and comparison of assessments using multiple methods: Self-assessment, peer assessment, and supervisor assessment. *Asian Nursing Research*, v. 15, n. 1, p. 30-36, 2021.

LIKER, Jeffrey K. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre. Bookman, 2005.

LIKER, Jeffrey K.; SHOOK, John. Keep calm e gerencie com estabilidade: Akio Toyoda sobre crises. (2020) Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/681/keep-calm-e-gerencie-com-estabilidade-akio-toyoda-sobre-crises.aspx>> Acessado em: 21/04/2022

LU, Yang. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of industrial information integration*, v. 6, p. 1-10, 2017.

ŁUPICKA, A., & GRZYBOWSKA, K. Key Managerial Competencies for Industry 4.0-Practitioners', Researchers' and Students' Opinions. *Logistics and Transport*, 39. 2018.

MA, J.; WANG, Q.; ZHAO, Z. SLAE–CPS: Smart Lean Automation Engine Enabled by Cyber-Physical Systems Technologies. *Sensors* 2017, 17, 1500; doi:10.3390/s17071500. 2017

MARIN, Sandra Mara. Competências dos enfermeiros para atuação em desastres: construção e validação de um instrumento de avaliação. 2017.

MAYR, A. ; WEIGELT, M. ; KÜHL, A. ; GRIMM, S. ; ERLI, A. ; POTZEL, M. ; FRANKE, J. Lean 4.0 - A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, 2018.

McCLELLAND, D. C. Testing for Competence Rather Than For Intelligence. American Psychologist, Washington DC, n. 28, p. 1-14, 1973.

MEC (Ministério da Educação e Cultura). Base Nacional Comum Curricular. 2022. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> Acessado em: 12/01/2022.

MEHTA, Mihir; PATEL, Kajal. A review for IOT authentication–current research trends and open challenges. Materials Today: Proceedings, 2020.

MERETOJA, Riitta; KOPONEN, Leena. A systematic model to compare nurses' optimal and actual competencies in the clinical setting. Journal of advanced nursing, v. 68, n. 2, p. 414-422, 2012.

MERETOJA, Riitta; LEINO-KILPI, Helena. Comparison of competence assessments made by nurse managers and practising nurses. Journal of Nursing Management, v. 11, n. 6, p. 404-409, 2003.

MITAL, A.; PENNATHUR, A. Advanced technologies and humans in manufacturing workplaces: An interdependent relationship. International Journal of Industrial Ergonomics, 33, 295–313. 2004

MOEUF, Alexandre et al. Industry 4.0 and the SME: a technology-focused review of the empirical literature. In: 7th International Conference on Industrial Engineering and Systems Management IESM. 2017.

MONIZ, António .Robots and humans as co-workers? The human-centred perspective of work with autonomous systems, IET Working Papers Series, No. WPS03/2013, IET, 21 pp. 2013

MRUGALSKA, B. & WYRWICKA, M. K. Towards Lean Production in Industry 4.0. 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management. 2017

NIELSEN, J. Usability engineering. Elsevier. 1994

NUMMINEN, OL-K; ISOAHO, H; MERETOJA, R. Congruence between nurse managers' and nurses' competence assessments: a correlation study. *J Nurs Educ Pract*. 2015;5(1):142e50

OHNO, Taiichi. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity Press, Nova Iorque. 1988

OP DE BEECK, S.; HONDEGHEM, A. *Managing competencies in government: State of the art practices and issues at stake for the future*. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).2010

PACCHINI, Athos Paulo Tadeu et al. The degree of readiness for the implementation of Industry 4.0. *Computers in Industry*, v. 113, p. 103125, 2019.

PARKER, Judith M.; HILL, Martha N. A review of advanced practice nursing in the united states, canada, australia and hong kong special administrative region (SAR), china. *International Journal of Nursing Sciences*, v. 4, n. 2, p. 196-204, 2017.

PARSCHAU, Christian; HAUGE, Jostein. Is automation stealing manufacturing jobs? Evidence from South Africa's apparel industry. *Geoforum*, v. 115, p. 120-131, 2020.

PEFFERS, Ken et al. A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PI, Jiancai; FAN, Yanwei. The impact of robots on equilibrium unemployment of unionized workers. *International Review of Economics & Finance*, v. 71, p. 663-675, 2021.

PWC UK. Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the UK and other major economies. Disponível em: <<https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukey/pwcukey-section-4-automation-march-2017-v2.pdf>> Acessado em: 21/04/2022

RAMADAN, M.; SALAH, B. Smart lean manufacturing in the context of Industry 4.0: a case study. *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, v. 13, n. 3, p. 174-181, 2019.

RAUCH, Erwin; LINDER, Christian; DALLASEGA, Patrick. Anthropocentric perspective of production before and within Industry 4.0. *Computers & Industrial Engineering*, v. 139, p. 105644, 2020.

ROGERS, Y., SHARP, H. e PREECE, J., 2011. Interaction design: beyond human-computer interaction. John Wiley & Sons.

ROMERO, David et al. Rethinking jidoka systems under automation & learning perspectives in the digital lean manufacturing world. IFAC-PapersOnLine, v. 52, n. 13, p. 899-903, 2019.

ROMERO, David et al. Towards an operator 4.0 typology: a human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies. In: proceedings of the international conference on computers and industrial engineering (CIE46), Tianjin, China. 2016. p. 29-31.

ROSSINI, Matteo et al. Industry 4.0 and lean production: An empirical study. IFAC-PapersOnLine, v. 52, n. 13, p. 42-47, 2019.

ROSSO, Caroline Brum. Melhorias de processos: integrando princípios da produção enxuta e dos sistemas complexos em um hospital. 2016.

ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute, 2003.

RÜTTIMANN, Bruno G.; STÖCKLI, Martin T. Lean and Industry 4.0—twins, partners, or contenders? A due clarification regarding the supposed clash of two production systems. Journal of Service Science and Management, v. 9, n. 6, p. 485-500, 2016.

SANTOS, I. L. Dos., SANTOS, R. C. Dos., & SILVA JÚNIOR, D. S. Análise da Indústria 4.0 como Elemento Rompedor na Administração de Produção. Future Studies Research Journal - Future, v. 11, p. 48-64, 2019.

SCHILING, F. Montage zwischen Lean und Automation - der Vorwerk-Weg. Der Weg zu Wettbewerbsfähigkeit und Standortsicherung, pp. 289–301. 1994.

SEETHA LAKSHMI, R. et al. 2017. “A Novel Hypergraph-based Feature Extraction Technique for Boiler Flue Gas Components Classification Using PNN-a Computational Model for Boiler Flue Gas Analysis.” Journal of Industrial Information Integration.

SEIDEL, André et al. Lean leadership competencies: a multi-method study. *Management Decision*, 2017.

SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial). Metodologia SENAI de educação profissional. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. – Brasília: SENAI/DN, 2019. 176 p. ISBN 978-85-505-0330-1

SHI, X.; LI, L.; YANG, L.; LI, Z.; CHOI, J. 2012. “Information Flow in Reverse Logistics: An Industrial Information Integration Study.” *Information Technology and Management* 13 (4): 217–232.

SILVA, Bárbara Maria Barbosa. Elaboração de um instrumento de autopercepção de competências transversais de trabalho em universitários. 2009.

SOARES, Mirelle Inacio. Avaliação de competências e implementação de estratégias de aprendizagem para enfermeiros hospitalares. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SPRAGUE, J.; STUART, D. *The speaker’s handbook*. Fort Worth, TX: Harcourt College Publishers. 2000

TERZIYAN, Vagan; GRYSHKO, Svitlana; GOLOVIANKO, Mariia. Patented intelligence: Cloning human decision models for Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 48, p. 204-217, 2018.

TESSARINI JR., Geraldo; SALTORATO, Patrícia. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Produção Online*, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

TORTORELLA, G.; SAWHNEY, R.; JURBURG, D.; DE PAULA, I. C.; TLAPA, D.; THURER, M. Towards the proposition of a lean automation framework: Integrating industry 4.0 into lean production. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2020.

TORTORELLA, G.L.; SAURIN, T.A.; GAIARDELLI, P.; JURBURG, D. (2021): Relationships between competences and lean automation practices: an exploratory study, *Production Planning & Control*, DOI: 10.1080/09537287.2021.1953178

TORTORELLA, Guilherme Luz; FETTERMANN, Diego. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 8, p. 2975-2987, 2018.

TUKKER, Arnold. Eight types of product–service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business strategy and the environment*, v. 13, n. 4, p. 246-260, 2004.

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. *Journal of Management Studies*, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

WIGGINS, G.; McTIGHE, J. Understanding by design. Association for Supervision and Curriculum Development. 2ª edição expandida ISBN 1-4166-0224-0. 2006

WOMACK, James P.; JONES, Dan. 2003. *Lean Thinking*. Revised and updated. Free Press. 396 p

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. 1990. *The Machine that Changed the World*. Rawson, New York. 323 p"

XU, Li Da; XU, Eric L.; LI, Ling. Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 8, p. 2941-2962, 2018.

YIN, Yong; STECKE, Kathryn E.; LI, Dongni. The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 1-2, p. 848-861, 2018.

ZHOU, H.; SHOU, Y.; ZHAI, X.; LI, L.; WOOD, C.; WU, X. 2014. "Supply Chain Practice and Information Quality: A Supply Chain Strategy Study." *International Journal of Production Economics* 147 (Part C): 624–633.

APÊNDICE A – Roteiro de entrevista com especialistas

ROTEIRO DE ENTREVISTA INSTITUIÇÃO DE ENSINO LEAN AUTOMATION

Nome:
Empresa/cargo:
Formação:
Tempo de atuação na área:

Sou pesquisador da UFRGS e estou realizando uma pesquisa para compreender como vem se dando a integração entre Lean Production e Indústria 4.0 nos ambientes de produção. Minha pesquisa está focada em como essa integração afeta os trabalhadores e como eles estão sendo preparados pelas empresas para esse novo cenário. Essa entrevista tem como objetivo conhecer mais sobre a visão de uma instituição de ensino sobre a necessidade de preparação dos profissionais operacionais de empresas em um contexto de integração entre Lean e I4.0.

Questões

1. Caracterização do aluno:
 - a. Quais as formações mais procuradas pelos alunos?
 - b. Quais as formações mais procuradas pelas empresas?
 - c. O Lean é abordado em algum momento dos cursos profissionalizantes?
 - d. A indústria 4.0 é abordada no curso? A quanto tempo e de que maneira?
2. Quais são os principais desafios enfrentados hoje na implantação das novas tecnologias nos ambientes de ensino?
 - a. Como você enxerga a importância de se ensinar o Lean ao aluno?
 - b. As práticas e ferramentas do Lean, na sua visão, já sofreram ou devem sofrer modificações por conta desses avanços tecnológicos? (exemplos de atualização nos cursos, novas demandas aos professores)
 - c. Iniciativas Lean e iniciativas I4.0 hoje são tratadas de maneira integrada ou de maneira isolada pela instituição? (Cursos de lean vs. Cursos de I4.0)
 - d. O lean e as tecnologias da indústria 4.0 funcionam bem em conjunto em que situações? Elas chegam a entrar em conflito? Se sim, em quais situações?
3. Como é visto o papel dos alunos e futuros operadores nesse novo cenário?
 - a. O perfil de operadores buscados pelas indústrias é o mesmo de antes? Quais características ou competências tem crescido em importância e quais tem reduzido?
 - b. Se pensarmos em uma visão de longo prazo, como o você enxerga a utilização de operadores no chão de fábrica? (aumento, redução, manutenção)
 - c. Como você enxerga o impacto das novas tecnologias sobre os operadores?

4. Quais são as principais iniciativas da instituição de ensino para a capacitação e atualização dos operadores?
 - a. O que é preciso para levar os operadores atuais de indústria ao nível desejado no futuro?
 - b. Dentre as competências apresentadas no formulário de avaliação, qual dos 3 domínios (metodológico, sócio-comportamental e tecnológico) hoje é considerado o menos desenvolvido pelos alunos? A que motivo você atribui isso?
 - c. Quais competências são as mais bem desenvolvidas entre os alunos?
 - d. Como você avalia hoje a necessidade de desenvolvimento de novas competências nas equipes de operadores das empresas?
 - e. Poderia apresentar exemplos que tenham baseado sua resposta nos itens mais bem avaliados e menos bem avaliados do questionário?

5. O formulário de avaliação disponibilizado previamente, foi útil na avaliação das competências dos alunos?
 - a. Existe algum ponto que você acrescentaria ou que eliminaria?
 - b. Ele traz alguma contribuição para a avaliação do nível de preparação dos alunos?
 - c. A linguagem é acessível ou gera muitas dúvidas?

6. Existe algum outro aspecto que a senhora gostaria de apresentar sobre esse assunto que possa contribuir para a pesquisa e que não foi abordado na entrevista?

APÊNDICE B – Roteiro de entrevista com gestores

ROTEIRO DE ENTREVISTA EMPRESA - LEAN AUTOMATION

Nome:
Empresa/cargo:
Tempo de atuação na área:

Sou pesquisador da UFRGS e estou realizando uma pesquisa para compreender como vem se dando a integração entre Lean Production e Indústria 4.0 nos ambientes de produção. Minha pesquisa está focada em como essa integração afeta os trabalhadores e como eles estão sendo preparados pelas empresas para esse novo cenário. Essa entrevista tem como objetivo conhecer mais sobre a visão de empresas que possuem um ambiente já adaptado ao Lean e que possuem iniciativas de indústria 4.0.

Questões

1. Caracterização da empresa/setor:
 - a. Qual o setor?
 - b. Número de funcionários?
 - c. Nível de educação formal dos operadores?
 - d. Tipos de produtos e processos
 - e. Breve histórico do Lean e da I4.0 no setor
2. Quais são os principais desafios enfrentados hoje na implantação das novas tecnologias no ambiente de produção?
 - a. Quais são as principais tecnologias da I4.0 desenvolvidas pela empresa hoje?
 - b. Quais são as tecnologias da I4.0 mais distantes hoje e por que?
 - c. Como o senhor enxerga a importância do Lean nesse processo de avanços tecnológicos?
 - d. As práticas e ferramentas do Lean, na sua visão, já sofreram ou devem sofrer modificações por conta desses avanços tecnológicos? (exemplos)
 - e. Iniciativas Lean e iniciativas I4.0 hoje são tratadas de maneira integrada ou de maneira isolada dentro da empresa? A empresa dá a mesma importância a ambas?
 - f. O lean e as tecnologias da indústria 4.0 funcionam bem em conjunto em que situações? Elas chegam a entrar em conflito? Em quais situações? CITAR EXEMPLOS (exemplos: usar somente tecnologia confiável e plenamente testada que atenda aos funcionários e processos)
3. Como é visto o papel dos operadores nesse novo cenário?
 - a. O perfil de operadores buscados é o mesmo? Quais características ou competências tem crescido em importância e quais tem reduzido?
 - b. Se pensarmos em uma visão de longo prazo, como você enxerga a utilização de operadores no chão de fábrica? (aumento, redução, manutenção)
 - c. Como você enxerga o impacto da tecnologia sobre os operadores?

4. Quais são as principais iniciativas da empresa para a capacitação e atualização dos operadores?
 - a. Existem planos de treinamento para levar os operadores atuais ao nível desejado no futuro?
 - b. Dentre as competências apresentadas no formulário de avaliação, qual dos 3 domínios (metodológico, sócio-comportamental e tecnológico) hoje é considerado o menos desenvolvido? A que motivo você atribui isso?
 - c. Quais competências são as mais bem desenvolvidas entre os operadores do setor?
 - d. Como a empresa avalia hoje se existe a necessidade de desenvolvimento de competências nas equipes de operadores?
 - e. Poderia apresentar exemplos que tenham baseado sua resposta nos itens mais bem avaliados e menos bem avaliados do questionário?

5. O formulário de avaliação disponibilizado previamente, foi útil na avaliação das competências da equipe?
 - a. Quais podem ser as barreiras na sua aplicação de maneira individual?
 - b. Os operadores poderiam ter dificuldades em se auto avaliar?
 - c. Na sua opinião, qual seria a melhor forma de aplicação?
 - d. Existe algum ponto que você acrescentaria ou que eliminaria?
 - e. Ele traz alguma contribuição para a empresa?
 - f. A linguagem é acessível ou gera muitas dúvidas?

6. Existe algum outro aspecto que o senhor gostaria de apresentar sobre esse assunto que possa contribuir para a pesquisa e que não foi abordado na entrevista?

APÊNDICE C – Formulário do protocolo ACLA

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS DO LEAN AUTOMATION

Objetivo: O protocolo tem como objetivo avaliar o nível de cada competência associada ao *Lean Automation*. Os resultados apresentados visam auxiliar o desenvolvimento dos profissionais e não são um instrumento de medição de desempenho, tendo um viés de apoio às iniciativas do setor de Recursos Humanos.

Forma de aplicação: Através de auto avaliação. O profissional avalia seu próprio nível em cada uma das competências, baseado na sua própria percepção e nas suas atividades diárias. Deve-se ter sempre o cuidado de tentar encontrar evidências que justifiquem a avaliação.

Cuidados:

- Realizem a avaliação garantindo que há tempo suficiente para sua realização;
- Preencham a avaliação em um ambiente adequado, preferencialmente sem barulho ou interrupções;
- Cada competência deve ter apenas um nível marcado na avaliação;
- Ao preencher a avaliação busque evidências que justifiquem os níveis apontados em cada competência;
- Leia com atenção e em caso de dúvidas solicite apoio de algum profissional do RH ou do próprio gestor;
- Caso não entenda o que significa alguma das competências é possível consultar o guia de apoio, se a dúvida persistir busque esclarecimento junto ao RH ou seu gestor direto.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome do participante: _____

Setor: _____

Cargo: _____

Gestor direto: _____

Data de aplicação: _____

AUTO AVALIAÇÃO

Marque um X apenas na coluna que representa melhor o seu nível de conhecimento em cada uma das competências apresentadas:

COMPETÊNCIAS		1 - Desconhece o significado da competência	2 - Sabe o significado da competência mas não aplica no dia a dia	3 - Aplica a competência no seu dia a dia	4 - Avalia criticamente o uso da competência se autoaperfeiçoando	5 - Faz usos inovadores da competência ou ensina plenamente à outros	EXEMPLO DE EVIDÊNCIAS
Domínio metodológico	C1 - Identificar e informar o que agrega valor para clientes internos e externos	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Faço propostas de melhoria no fluxo de valor do meu setor" Nível 5: "Dou cursos ou oficinas para novos funcionários sobre lean e agregação de valor"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C2 - Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act)	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Consigno analisar, avaliar e criticar a resolução de problemas realizada por PDCA" Nível 5: "Incentivo e consigo ensinar pessoas a utilizar plenamente e planejar com o uso o ciclo PDCA"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
Domínio sócio comportamental	C3 - Utilizar práticas e princípios de melhoria contínua	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Auxílio na organização dos grupos Kaizen e avalio as propostas de melhoria" Nível 5: "Ensino sobre melhoria contínua na empresa ou lidero importante projetos de melhoria"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C4 - Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Participo de análises de fluxo de valor propondo melhorias ao fluxo dos processos" Nível 5: "Lidero ou faço parte de projetos de gerenciamento da cadeia de suprimentos ou de integração de processos"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
Domínio sócio comportamental	C5 - Identificar e gerenciar barreiras durante iniciativas de implantação de melhorias	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Aplico ferramentas de gerenciamento de risco na implantação de novos projetos" Nível 5: "Faço uso de técnicas de liderança e negociação para garantir a implantação com sucesso de iniciativas inovadoras"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C6 - Praticar o autodesenvolvimento assim como a evolução contínua tanto pessoal como profissional	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Tenho o hábito de me auto avaliar para buscar evolução profissional, sou proativo na busca de cursos" Nível 5: "Não apenas busco meu auto aperfeiçoamento como incentivo a equipe através de rotinas de feedback e indicação de cursos"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C7 - Desenvolver ações baseadas em princípios éticos, respeito à comunidade, meio ambiente e segurança dos trabalhadores	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Avalio as ações que realizo sempre visando se seguem princípios éticos e respeitam normas ambientais e de segurança" Nível 5: "Incentivo a equipe a realizar ações que respeitem a ética, o meio ambiente e a segurança, chamando a atenção caso necessário"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C8 - Desenvolver ações inovadoras e desafiadoras	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Avalio as sugestões de melhoria da equipe, desafiando-os a trazerem mais soluções inovadoras aos problemas" Nível 5: "Participo constantemente da criação e seleção de projetos inovadores dentro do ambiente de trabalho"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C9 - Colocar os interesses do grupo acima dos individuais	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Avalio as situações pensando sempre primeiro no que é melhor para a equipe e como podemos melhorar nosso ambiente" Nível 5: "Participo de projetos de integração com outras áreas, como iniciativas de BPM, e incentivo o uso de metas coletivas"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
Domínio Tecnológico	C10 - Praticar a gestão e transferência do conhecimento	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Ao participar de cursos e palestras costumo apresentar os conteúdos a equipe para disseminar o conhecimento" Nível 5: "Desenvolvo iniciativas de gestão do conhecimento, como a criação de um forum na intranet para gestão do conhecimento"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C11 – Praticar a comunicação em diferentes idiomas	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Avalio constantemente meu nível de inglês e outros idiomas para garantir que eu consiga me comunicar com diferentes públicos" Nível 5: "Incentivo a disseminação da comunicação em outros idiomas e auxílio a equipe na sua realização, garantindo seu uso"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C12 - Desenvolver programação de máquinas e algoritmos	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Conheço algoritmos de programação e busco me atualizar para garantir o bom uso das ferramentas computacionais disponíveis" Nível 5: "Lidero implantações de novos algoritmos e auxilio na sua elaboração para garantir máxima performance dos sistemas"
Domínio Tecnológico	C13 - Desenvolver processamento, análise e proteção de dados	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Avalio o uso dos BI disponíveis na empresa e busco o meu melhor uso, garantindo que todos saibam como utilizar" Nível 5: "Auxilio no desenvolvimento de novas métricas e novas maneiras de processamento de dados em projetos inovadores"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C14 - Colocar em prática ferramentas estatísticas e matemáticas	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Avalio a maneira como analytics são utilizados na empresa e sugiro novos controles estatísticos de processo" Nível 5: "Participo da implantação de novas funcionalidades e ferramentas de dados com uso de Big Data e Analytics"
		Cite alguma evidência se marcou 4 ou 5:					
	C15 - Operar e controlar equipamentos e sistemas	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	5 ()	Nível 4: "Possuo um alto índice de multifuncionalidade, sabendo diagnosticar falhas e mal funcionamento em equipamentos" Nível 5: "Participo da implantação de novas tecnologias e funcionalidades de simulação, virtualização e rastreabilidade"

APÊNDICE D – Guia de apoio

GUIA DE APOIO

Competência	Descrição	Exemplo de evidências
C1 - Identificar e informar o que agrega valor para clientes internos e externos	Considera entender dentro da sua realidade a agregação de valor realizada. Conseguir transmitir de forma clara o que é agregado de valor em suas atividades, para quem e por que motivo.	- Treinamentos realizado sobre produção enxuta - Participação em análises de fluxo de valor - Participação em times de melhoria de processo
C2 - Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act)	Considera saber fazer uso do PDCA como ferramenta de organização. Descrever ações de melhorias por meio desse princípio e acompanhar seu desenvolvimento por todas as etapas do processo.	- Participação de grupos de melhoria - Uso de planos de ação nas atividades - Registros de processos de melhoria em PDCA
C3 - Utilizar práticas e princípios de melhoria contínua	Considera não apenas conhecer ferramentas, mas compreender e aplicar os conceitos que envolvem a melhoria contínua, assim como seus benefícios.	- Capacitações em melhoria contínua (Kaizen) - Participação em grupos de melhoria contínua - Propostas de melhoria apresentadas
C4 - Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas	Considera utilizar o fluxo de valor como o guia principal para o gerenciamento dos processos e atividades da empresa. Isso significa não possuir uma visão apenas sobre suas próprias atividades, mas sim sobre toda a cadeia de suprimentos.	- Participação em análises de fluxo de valor - Uso de práticas de integração entre setores (BPM) - Iniciativas de redução de estoque e práticas lean
C5 - Identificar e gerenciar barreiras durante iniciativas de implantação de melhorias	Considera o conhecimento dos focos de resistência às mudanças, limitações organizacionais, físicas, financeiras e de pessoas. Considera a capacidade de conseguir prevê-las e agir de forma a contorná-las.	- Participação em projetos de melhoria - Aplicação de ferramentas de gerenciamento de riscos - Cursos e capacitações em gestão de pessoas
C6 - Praticar o autodesenvolvimento assim como a evolução contínua tanto pessoal como profissional	Considera a consciência sobre as próprias limitações. Saber o que precisa ser aprimorado, por quê e tomar atitudes capazes de provocar a mudança e o autodesenvolvimento.	- Participação em cursos e capacitações - Avaliações de desempenho realizadas - Participação em práticas de feedback - Sugestões de cursos apresentadas
C7 - Desenvolver ações baseadas em princípios éticos, respeito à comunidade, meio ambiente e segurança dos trabalhadores	Considera garantir através de posturas e atitudes o respeito aos princípios éticos e aos demais indivíduos tanto de dentro como de fora da empresa, em relação ao meio ambiente e segurança dos trabalhadores. Não considera apenas a realização, mas também o senso crítico com relação as ações de outros.	- Participação em atividade de segurança do trabalho (ex: CIPA, mapa de riscos) - Participação em ações de voluntariado - Participação na elaboração do PPR
C8 - Desenvolver ações inovadoras e desafiadoras	Considera não se acomodar diante das situações. Buscar novas formas de realizar atividades, exigir mais de si mesmo, questionar paradigmas.	- Participação em grupos de gestão da inovação - Participação em projetos - Participação na montagem de portfólios de projetos
C9 - Colocar os interesses do grupo acima dos individuais	Considera entender o próprio setor e suas atividades como parte de um todo. Entender que a empresa é uma grande cadeia de atividades e qual a sua parte nela.	- Integração com outras áreas em projetos ou atividades - Atingimento de metas coletivas - Participação em ações de BPM
C10 - Praticar a gestão e transferência do conhecimento	Considera o altruísmo do profissional ao dividir seu conhecimento com os demais. Saber como registrar o conhecimento, onde buscar, como ensinar e como passar adiante experiência e boas práticas. Evitar a centralização e a informalidade na execução das atividades e processos.	- Docente em cursos e oficinas na empresa - Participar de atividades de gestão do conhecimento (fóruns, intranet e outras plataformas) - Atividades de multiplicador de conhecimento
C11 - Possuir a capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas	Considera o uso adequado de outros idiomas, independentemente de quais. O uso adequado considera o que é necessário para realizar suas atividades laborais com efetividade. Pode considerar leitura, escrita ou fluência oral.	- Cursos de língua estrangeira - Proficiência em língua estrangeira - Materiais desenvolvidos em outro idioma
C12 - Desenvolver programação de máquinas e algoritmos	Considera mais do que apenas proficiência na linguagem de programação, requer raciocínio lógico, resolução de problemas e a integração de diferentes tecnologias, tendo um entendimento abrangente de sistemas de informação para o entendimento de algoritmos. Pode estar associado ao uso de manufatura aditiva ou operação de equipamentos tecnológicos integrados da sua área.	- Desenvolvimento de programas de máquina e algoritmos - Conhecimento em diferentes linguagens de programação - Cursos e capacitações em programação
C13 - Desenvolver processamento, análise e proteção de dados	Considera o uso efetivo de ferramentas de processamento de dados como BI, <i>analytics</i> e sua interpretação. Considera também o uso de dispositivos de proteção de dados (cibersegurança) como e-mails seguros, confidencialidade de informações e dados e o acesso profissional de dados em ambientes seguros.	- Uso de dados de <i>analytics</i> - Construção de dados de BI - Participação em implantação e melhoria em ferramentas e sistemas de processamento de dados
C14 - Colocar em prática ferramentas estatísticas e matemáticas	Considera a compreensão de conceitos estatísticos e de matemática como o uso do CEP, Curva ABC, <i>analytics</i> , amostragem, margens de erro, intervalo de confiança, entre outros. Considera ainda a interpretação de gráficos.	- Ferramentas de controle utilizadas pelo profissional (CEP, curva ABC, médias, margens de erro, amostragem) - Melhorias propostas em ferramentas
C15 - Operar e controlar equipamentos e sistemas	Considera a maneira de operar os equipamentos que estão à disposição do profissional. Conhecer todos os seus recursos e como aplicá-los de maneira eficiente em cada situação. Saber diagnosticar falhas e situações de mal funcionamento. Pode envolver robôs colaborativos, gadgets (dispositivos tecnológicos individuais) ou manufatura aditiva.	- Índice de multifuncionalidade - Cursos de operação de máquina - Capacitações de operação e controle de equipamentos criadas

APÊNDICE E – Treinamento do fluxo de aplicação da ACLA



Avaliação de competências para o Lean Automation

Fluxo de aplicação

O LEAN AUTOMATION

Integração entre Lean Production e Indústria 4.0

Definição

O Lean Automation se refere a incorporação de tecnologias automáticas na operacionalização do Lean Production.

O conceito foi originalmente concebido nos anos 1990, porém a sua aplicação foi limitada pela tecnologia da época.

Com a incorporação da indústria 4.0 esse conceito voltou a ser discutido.



Fonte: Tortorella et al. – Towards the proposition of a Lean Automation framework (2020)

GUIA DO TREINAMENTO




- Objetivos
- Apresentação das competências
- Apresentação do formulário
- Formato de apresentação dos resultados



OBJETIVO DA AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS DO LEAN AUTOMATION

O instrumento tem como objetivo avaliar o nível de cada competência associada ao *Lean Automation*. Os resultados apresentados visam auxiliar o desenvolvimento dos profissionais e não são um instrumento de medição de desempenho, tendo um viés de apoio às iniciativas do setor de Recursos Humanos.

-  Domínio metodológico
-  Domínio sócio comportamental
-  Domínio tecnológico



AS COMPETÊNCIAS PARA O LEAN AUTOMATION



DOMÍNIO METODOLÓGICO:

- C1 - Identificar e informar o que agrega valor para clientes internos e externos
- C2 - Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act)
- C3 - Utilizar práticas e princípios de melhoria contínua
- C4 - Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas



DOMÍNIO SÓCIO COMPORTAMENTAL:

- C5 - Identificar e gerenciar barreiras durante iniciativas de implantação de melhorias
- C6 - Praticar o autodesenvolvimento assim como a evolução contínua tanto pessoal como profissional
- C7 - Desenvolver ações baseadas em princípios éticos, respeito à comunidade, meio ambiente e segurança dos trabalhadores
- C8 - Desenvolver ações inovadoras e desafiadoras
- C9 - Colocar os interesses do grupo acima dos individuais
- C10 - Praticar a gestão e transferência do conhecimento
- C11 - Possuir a capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas

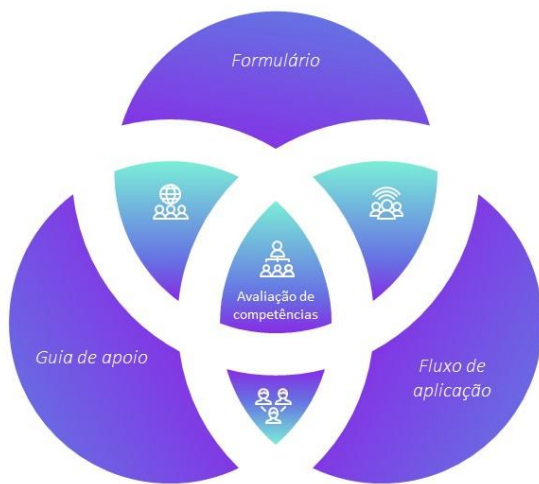


DOMÍNIO TECNOLÓGICO:

- C12 - Desenvolver programação de máquinas e algoritmos
- C13 - Desenvolver processamento, análise e proteção de dados
- C14 - Colocar em prática ferramentas estatísticas e matemáticas
- C15 - Operar e controlar equipamentos e sistemas



RECURSOS HUMANOS



Avaliação de competências do Lean Automation

Combinação de conhecimentos, habilidades e atitudes que trazem benefício no desempenho profissional em ambientes que integram Lean Production e tecnologias da indústria 4.0.



Domínio metodológico:
Conhecimento do Lean e sua estrutura básica



Domínio sócio comportamental:
Atitudes de relação interpessoal



Domínio tecnológico:
Habilidade no uso da tecnologia disponível

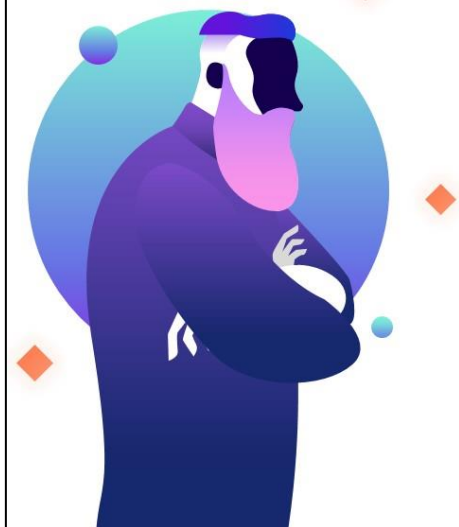
AUTO AVALIAÇÃO					
Marque um X apenas na coluna que representa melhor o seu nível de conhecimento em cada uma das competências apresentadas.					
COMPETÊNCIA	1. Não sabe identificar a competência em situações reais		2. Não sabe aplicar a competência em situações reais		3. Faz uso inovador da competência em situações reais
	1	2	3	4	
11 - Identificar e informar o que agrega valor para o cliente interno e externo					
12 - Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act)					
13 - Utilizar práticas e princípios de melhoria contínua					
14 - Gerenciar com ênfase no fluxo de valor em nível de operações isoladas					
15 - Identificar e gerenciar barreiras durante iniciativas de melhoria					
16 - Avaliar a capacidade de desenvolvimento pessoal em situações reais de trabalho					
17 - Desenvolver ações baseadas em princípios Kaizen e aplicar a metodologia 5S em nível de operações isoladas					
18 - Desenvolver ações inovadoras e disruptivas					
19 - Cultivar os princípios de gestão em nível de operações					
20 - Realizar a gestão e a avaliação do conhecimento					
21 - Realizar a comunicação em diferentes idiomas					
22 - Desenvolver programas de melhoria de processos					
23 - Desenvolver processos e métodos de aplicação de dados					
24 - Cultivar empatia e ferramentas para lidar com mudanças					
25 - Operar e controlar equipamentos e sistemas					

FORMULÁRIO DE APLICAÇÃO

- Lista de 15 competências
- Escala de medição:
 - (1) Desconhece o significado da competência
 - (2) Sabe o significado da competência mas não aplica no dia a dia
 - (3) Aplica a competência no dia a dia
 - (4) Avalia criticamente o uso da competência se autoaperfeiçoando
 - (5) Faz usos inovadores da competência ou sabe ensinar plenamente a outros
- Evidências apresentadas em forma de uma frase curta para os níveis (4) e (5)



GUIA DE APOIO



- Descrição detalhada das 15 competências
- Exemplos de evidências

GUIA DE APOIO

Competência	Descrição	Exemplo de evidências
C1 - Identificar e informar o que agrega valor para clientes internos e externos	Considera entender dentro da sua realidade a agregação de valor realizada. Conseguir transmitir de forma clara o que é agregado de valor em suas atividades, para quem e por que motivo.	- Treinamentos realizado sobre produção enxuta - Participação em análises de fluxo de valor - Participação em times de melhoria de processo
C2 - Identificar e resolver problemas com seus times usando PDCA (Plan, Do, Check, Act)	Considera saber fazer uso do PDCA como ferramenta de organização. Descrever ações de melhorias por meio desse princípio e acompanhar seu desenvolvimento por todas as etapas do processo.	- Participação de grupos de melhoria - Uso de planos de ação nas atividades - Registros de processos de melhoria em PDCA
C3 - Utilizar práticas e princípios de melhoria contínua	Considera não apenas conhecer ferramentas, mas compreender e aplicar os conceitos que envolvem a melhoria contínua, assim como seus benefícios.	- Capacitações em melhoria contínua (Kaizen) - Participação em grupos de melhoria contínua - Propostas de melhoria apresentadas
C4 - Gerenciar com ênfase no fluxo de valor ao invés de operações isoladas	Considera utilizar o fluxo de valor como o guia principal para o gerenciamento dos processos e atividades da empresa. Isso significa não possuir uma visão apenas sobre suas próprias atividades, mas sim sobre toda a cadeia de suprimentos.	- Participação em análises de fluxo de valor - Uso de práticas de integração entre setores (BPM) - Iniciativas de redução de estoque e práticas lean
C5 - Identificar e gerenciar barreiras durante iniciativas de melhoria	Considera o conhecimento dos focos de resistência às mudanças, limitações organizacionais, físicas, financeiras e de pessoas. Considera a capacidade de conseguir prevê-las e agir de forma a contorná-las.	- Participação em projetos de melhoria - Aplicação de ferramentas de gerenciamento de riscos
C6 - Praticar o autodesenvolvimento assim como a evolução contínua tanto pessoal como profissional	Considera a consciência sobre as próprias limitações. Saber o que precisa ser aprimorado, por que e tomar atitudes capazes de provocar a mudança e o autodesenvolvimento.	- Cursos e capacitações em gestão de pessoas - Participação em cursos e capacitações - Avaliações de desempenho realizadas - Participação em práticas de feedback - Sugestões de cursos apresentadas

ETAPA 1 Análise do contexto

PRÉ-REQUISITOS:

A avaliação de competências para o Lean Automation é um protocolo que foi planejado para auxiliar no desenvolvimento de competências em um ambiente específico. Características importantes para a aplicação:

- Possuir práticas Lean consolidadas no ambiente fabril;
- Possuir tecnologias da indústria 4.0 que suportam as práticas Lean;
- Possuir uma cultura de desenvolvimento de pessoas;
- Possuir apoio da gestão da empresa para a sua implantação e manutenção.

ETAPA 2 Esclarecimento da equipe

SENSIBILIZAÇÃO:

Os avaliados devem ser orientados sobre a aplicação da avaliação e o objetivo.

Os conceitos base do Lean e Indústria 4.0 podem ser lembrados e/ou apresentados formalmente aos trabalhadores.

O foco da avaliação é proporcionar um momento de reflexão e autoconhecimento para que seja possível ao avaliado buscar o seu desenvolvimento profissional.

ETAPA 3 Autoavaliação

AUTOAVALIAÇÃO:

O preenchimento da auto avaliação é de aproximadamente 15 minutos

APRESENTAÇÃO DE EVIDÊNCIAS:

As evidências devem ser apresentadas para todo nível (4) ou (5), mas são opcionais nos outros níveis

PERIODICIDADE:

Recomenda-se que a avaliação seja realizada no máximo a cada 6 meses e no mínimo uma vez ao ano.

ETAPA 4 Resultados e plano de ação

RESULTADO DA ANÁLISE:



Resultado do domínio metodológico (ações voltadas ao Lean)



Resultado do domínio sócio comportamental



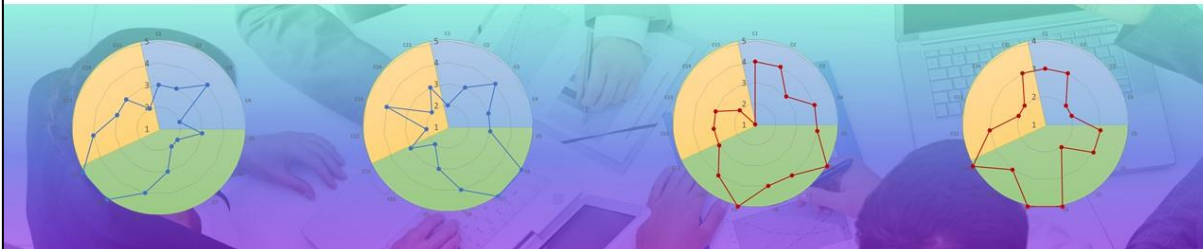
Resultado do domínio tecnológico (ações voltadas as novas tecnologias)



Formulação do plano de ação para desenvolvimento da equipe.

APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Formato sugerido para apresentação dos resultados das auto avaliações.



Equipe A

Líder de produção

Equipe A

Média dos operadores

Equipe B

Líder de produção

Equipe B

Média dos operadores

Plano de Ação

Após a avaliação das equipes recomenda-se que seja formulado um plano de ação para o desenvolvimento de competências que ainda não estejam em um nível de desenvolvimento satisfatório.



Obrigado!

Em caso de dúvidas, contatar:
maurocastellan@hotmail.com
(51) 99977-6413