



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ana Paula Lista

**AVALIAÇÃO DE MÉTODOS ENSINO DE PRODUÇÃO ENXUTA QUANTO À
APRENDIZAGEM DE ASPECTOS TÉCNICOS E SOCIOCULTURAIS**

Florianópolis
2020

Ana Paula Lista

**AVALIAÇÃO DE MÉTODOS ENSINO DE PRODUÇÃO ENXUTA QUANTO À
APRENDIZAGEM DE ASPECTOS TÉCNICOS E SOCIOCULTURAIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação
de Engenharia de Produção da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Guilherme Luz Tortorella, Dr.

Florianópolis
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Lista, Ana Paula

Avaliação de métodos ensino de produção enxuta quanto à
aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais / Ana
Paula Lista ; orientador, Guilherme Luz Tortorella, 2020.
93 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Produção Enxuta. 3. Métodos
de ensino. 4. Aspectos técnicos. 5. Aspectos
socioculturais. I. Luz Tortorella, Guilherme. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

Ana Paula Lista

Avaliação de métodos ensino de produção enxuta quanto à aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Luciano Costa Santos, Dr.
Universidade Federal da Paraíba

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Prof. Enzo Morosini Frazzon, Dr.
Coordenador do Programa

Prof. Guilherme Luz Tortorella, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2020.

Este trabalho é dedicado aos meus amigos, familiares e aos meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pelas tantas coisas boas que já me concedeu, e por ter proporcionado essa oportunidade de aprendizado.

Aos meus pais, irmã, namorado e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para me ajudar a conquistar meus sonhos.

Ao Prof. Guilherme Luz Tortorella, pelas horas dedicadas, reuniões extensas, pelos textos traduzidos, orientação, incentivo, e seu grande desprendimento em ajudar-nos.

Aos amigos Najla Alemsan, Gabriel Preuss Luz e Marina Cardoso Guimarães pela amizade sincera e pelo apoio de todos os dias para a realização deste trabalho.

Aos professores da banca examinadora por dedicarem seu tempo a leitura e aprimoramento do trabalho.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte dessa etapa decisiva da minha vida.

“If you want to change the world, pick up your pen and write”

Martin Luther King

RESUMO

Um processo bem-sucedido de transformação de uma empresa tipicamente de produção em massa para uma empresa enxuta envolve a aprendizagem e incorporação de aspectos tanto de natureza técnica quanto sociocultural. Apesar de ambos serem de igual relevância para o sucesso da implementação da produção enxuta (PE), os aspectos socioculturais são geralmente negligenciados pelas organizações. Conseqüentemente, a maioria das empresas abordam a aprendizagem enxuta por meio da aplicação de métodos de ensino cuja natureza é majoritariamente técnica. Pesquisas que avaliam os métodos de ensino de PE quanto ao nível de aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais relacionados ao tema são relevantes tanto em termos teórico-acadêmicos quanto em termos prático-gerenciais. Primeiramente, em termos teóricos, apesar das obras literárias reportarem diversos métodos de ensino de PE, ainda não se sabe ao certo qual método de ensino possibilita maior aprendizado. Além disso, estudos empíricos sobre avaliação de métodos de ensino de PE carecem de mais evidências para possibilitar a verificação de sua eficácia. Segundo, em termos práticos, percebe-se que a aquisição de conhecimento sobre PE se dá predominantemente a partir de métodos tradicionais, cuja forma de ensino restringe o desenvolvimento de habilidades práticas e não permite retratar a complexidade das situações reais. Assim, o principal objetivo dessa pesquisa consiste em avaliar a eficácia dos métodos de ensino de PE quanto aos aspectos técnicos e socioculturais necessários em empresas em implementação enxuta. A fim de alcançar tal objetivo, o trabalho foi dividido em duas fases. A primeira contemplou uma revisão sistemática da literatura visando identificar os principais métodos de ensino de PE, seus benefícios e limitações, e suas respectivas sistemáticas de avaliação de ensino. A segunda descreve um estudo longitudinal em organizações em implementação enxuta com intuito de analisar a relação entre os métodos de ensino de PE e os aspectos técnicos e socioculturais das organizações. Com base nessa análise, buscou-se avaliar o ensino de PE de modo a verificar o real aprendizado em termos técnicos e socioculturais necessários a uma implementação enxuta de sucesso.

Palavras-chave: Produção enxuta. Métodos de ensino. Sistemática de avaliação de ensino.

ABSTRACT

A successful transformation from a typical mass-production enterprise into a lean enterprise involves learning and incorporating both technical and sociocultural aspects. Although both are equally relevant to succeed in lean production (LP) implementation, sociocultural aspects are often neglected by organizations. Consequently, most companies approach lean learning through the application of teaching methods with a technical nature. Research that evaluates teaching methods of lean production regarding the level of technical learning and sociocultural aspects are relevant both in theoretical-academic terms and in practical-managerial terms. First, in theoretical terms, although literary research reports several methods of teaching LP there is still no consensus as to which LP teaching method provides greater learning. In addition, empirical studies on LP education lack further evidence to enable verification of its efficacy. Second, in practical terms, it is perceived that the acquisition of knowledge about LP occurs predominantly from traditional methods, whose form of teaching restricts the development of practical skills and does not allow to portray the complexity of real situations. Thus, the main objective of this research is to evaluate the efficacy of LP teaching in order to learn technical and sociocultural aspects needed in lean companies. To accomplish this, the research was divided into two phases. The first contemplates a systematic review of the literature in order to identify the main education methods utilized to teach LP, along with their benefits, limitations and evaluation system. While the second phase describes a longitudinal study to identify the correlation between LP teaching methods and technical-sociocultural aspects in organizations which were implementing LP. After that, an evaluation of LP teaching methods was proposed in terms of their learning level of both technical and sociocultural aspects which are required for a successful LP implementation.

Keywords: Lean production. Learning methods. Evaluation learning methods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Processo de seleção do PB.....	22
Figura 2- Evolução temporal das publicações do PB.....	24
Figura 3- Procedimento metodológico	55
Figura 4 – Tendência de aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais de PE de acordo com o nível de implementação enxuta	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Divisão da estrutura do trabalho.....	12
Quadro 2- Levantamento bibliográfico nas bases	20
Quadro 3- Principais métodos de ensino de PE.....	27
Quadro 4- Principais benefícios e limitações dos métodos de ensino de PE	28
Quadro 5- Sistema de avaliação de ensino desenvolvidos no PB	30
Quadro 6- Níveis e evidências de aprendizagem de PE	31
Quadro 7- Evidências encontradas no PB para cada nível de aprendizagem de PE	35
Quadro 8- Métodos de ensino de PE em instituições de ensino superior e em organizações manufatureiras e de serviços.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Número de publicações dos autores do PB	23
Tabela 2- Número de publicações por periódico.....	23
Tabela 3- Relação entre os métodos de ensino de PE e os níveis de aprendizagem	32
Tabela 4- Perfil demográfico da amostra	58
Tabela 5- Classificação da amostra quanto ao nível de implementação enxuta.....	59
Tabela 6- Métodos de ensino e níveis de aprendizagem dos treinamentos	62
Tabela 7- Teste de Mann-Whitney entre grupos HLV_i e LLV_i	63
Tabela 8- Variação dos aprendizados dos aspectos técnicos e socioculturais ao longo do tempo	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DLOQ *Dimensions of the Learning Questionnaire* (Questionário das Dimensões da Organização que Aprende)

DP Desvio Padrão

DMADV Definir-Medir-Analisar-Desenvolvimento-Verificar

HLV *High Lean Variation* (Alta Variação de Implementação Enxuta)

LP *Lean Production* (Produção Enxuta)

LLV *Low Lean Variation* (Baixa Variação de Implementação Enxuta)

Med Mediana da amostra

MFV Mapeamento de Fluxo de Valor

PE Produção Enxuta

PB Portfólio Bibliográfico

RA Repositório Adicional

RF Repositório Final

TICs Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	7
1.2.	JUSTIFICATIVA DO TEMA	8
1.3.	OBJETIVOS	9
1.4.	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	9
1.5.	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	10
1.6.	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	11
	REFERÊNCIAS	12
2.	MÉTODOS DE ENSINO DE PRODUÇÃO ENXUTA E SUAS RESPECTIVAS SISTEMÁTICAS DE AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM - UMA REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1.	INTRODUÇÃO.....	17
2.2.	MÉTODOS DE ENSINO DE PE.....	18
2.2.1.	<i>Definição do PB e consolidação dos eixos de pesquisa</i>	20
2.2.2.	<i>Análise bibliométrica</i>	22
2.2.2.1.	Variáveis básicas.....	23
2.2.2.2.	Variáveis avançadas	24
2.2.3.	<i>Avaliação e discussão das lentes teóricas de pesquisa</i>	30
2.3.	OPORTUNIDADES DE PESQUISA.....	37
2.3.1.	<i>Estrutura de ensino de PE</i>	37
2.3.2.	<i>Sistemática de avaliação da eficácia do ensino de PE</i>	39
2.4.	CONCLUSÕES	40
	REFERÊNCIAS.....	41
3.	AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ENSINO DE PRODUÇÃO ENXUTA EM TERMOS DE APRENDIZADO TÉCNICO E SOCIOCULTURAL NAS ORGANIZAÇÕES	47
3.1.	INTRODUÇÃO.....	49
3.2.	MÉTODOS DE ENSINO DE PE.....	50
3.3.	ASPECTOS TÉCNICOS E SOCIOCULTURAIS DA IMPLEMENTAÇÃO ENXUTA	54
3.4.	MÉTODO PROPOSTO	55
3.5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
3.6.	CONCLUSÕES	71
	REFERÊNCIAS.....	72
	APÊNDICE A	79
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO	81

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No decorrer das últimas décadas, as indústrias vêm passando por uma transição evolutiva. A acirrada competitividade do mercado moderno desencadeou diversas mudanças nas organizações (YEN; HUNG, 2017). Dentre elas, a transição para a Produção Enxuta (PE), fundamentalmente baseada no Sistema Toyota japonês, é considerada como uma das abordagens mais vantajosas para sobreviver nas circunstâncias econômicas atuais, uma vez que a PE direciona a redução dos desperdícios e maximiza a agregação de valor para clientes internos e externos (BHASIN, 2012; DORA *et al.*, 2015). Apesar de sua extensa popularidade, um grande número de empresas ocidentais não obteve sucesso ao tentar implementar as técnicas de manufatura japonesas. Tal fato fornece indícios de que ainda há espaço para novos aprendizados sobre práticas e princípios relacionados à PE, a fim de capacitar pessoas sobre o tema (ANVARI *et al.*, 2013; BURCH *et al.*, 2019).

Um processo bem-sucedido de transformação de uma empresa tipicamente de produção em massa para uma empresa enxuta envolve a aprendizagem e incorporação de aspectos tanto de natureza técnica quanto sociocultural (TORTORELLA; FOGLIATTO, 2014; TORTORELLA *et al.*, 2015). Segundo Hua (2007), os aspectos técnicos referem-se ao conjunto de ações tangíveis, que são consideradas críticas para a obtenção de melhorias no desempenho operacional. Dentre elas, pode-se mencionar a definição de metas, utilização de abordagens apropriadas e tecnologias direcionadas para alcançar resultados esperados, eliminação de desperdícios, aplicação de ferramentas de melhoria e a busca pelo aumento de produtividade. Além dos aspectos técnicos, diversos estudos (p.ex. LAUREANI; ANTONY, 2012; DORA *et al.*, 2015; SHANG; PHENG, 2014) mostram que o sucesso da implementação da PE depende também do envolvimento da gerência e da liderança, da atitude dos trabalhadores, da mudança de valores e da cultura organizacional. Tais fatores, tipicamente intangíveis, caracterizam os aspectos socioculturais inerentes a uma organização em implementação enxuta (BURCH *et al.*, 2019).

Apesar de ambos serem de igual relevância para o sucesso da implementação de PE, os aspectos socioculturais costumam ser menos desenvolvidos pelas organizações devido ao nível de esforço exigido para desenvolver novos padrões de comportamentos (DORA *et al.*, 2015) e pela falta de compreensão da filosofia vinculada à PE (ALVES *et al.*, 2016). Consequentemente, a maioria das empresas aborda a aprendizagem enxuta por meio da

aplicação de métodos de ensino cuja natureza é majoritariamente técnica (TORTORELLA; CAUCHICK-MIGUEL, 2017).

Ainda que haja grande interesse no tema métodos de ensino de PE, a literatura dispõe de poucas obras retratando explicitamente sobre a eficácia dos métodos de ensino de PE para a aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais (ALVES *et al.*, 2014b; ALVES *et al.*, 2016; BURCH *et al.*, 2019). Assim, o presente trabalho busca avaliar comparativamente a eficácia dos métodos de ensinos de PE em termos de aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais em organizações em implementação enxuta. Pretende-se responder às seguintes questões de pesquisa: (i) “Quais os métodos empregados para ensino de PE e como estes propõem a avaliação de sua eficácia?”; (ii) “Como se relacionam os métodos de ensino em PE com os aspectos socioculturais inerentes à implementação enxuta?”; e (iii) “Como estruturar métodos de ensino eficazes para favorecer a aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais em organizações em implementação enxuta?”.

1.2. JUSTIFICATIVA DO TEMA

Pesquisas que avaliam os métodos de ensino de PE quanto ao nível de aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais relacionados ao tema são relevantes tanto em termos teórico-acadêmicos quanto em termos prático-gerenciais. Primeiramente, em termos teóricos, apesar das obras literárias reportarem diversos métodos de ensino de PE (p.ex. simulações físicas e computacionais, estudos de casos, *role playing*, jogos, e exercícios voltados para resolução de problemas), ainda não se sabe como mensurar a eficácia de cada método em termos de aprendizado (BLÖCHL; SCHNEIDER, 2016; BARNABÈ *et al.*, 2018). Assim, pesquisas adicionais de métodos de ensino de PE à medida que enriquecem o corpo de literatura da área, também contribuem com o preenchimento das lacunas teóricas identificadas e voltadas às suas metodologias de ensino (ALVES *et al.*, 2014a).

Segundo, em termos práticos, quando se considera especificamente a questão de ensino e aprendizagem necessários a uma implementação bem-sucedida de PE, a relevância desse estudo torna-se ainda maior uma vez que grande parte das organizações que tentaram replicar a transformação enxuta em seu negócio ainda apresentam dificuldades para alcançar resultados tão efetivos quanto àqueles obtidos pela Toyota (DORA *et al.*, 2015; BURCH *et al.*, 2019). Soma-se a isso o fato de os métodos de ensino desenvolverem PE sob uma perspectiva majoritariamente técnica, direcionada para o aprendizado de conceitos sobre eliminação de desperdícios enquanto que outras habilidades comportamentais relacionadas ao ambiente de

trabalho (p.ex. dinâmica em grupo, reflexão sobre decisões, liderança e respeito pelas pessoas) são raramente mencionadas (JOHNSON, 2010; RAHMAN *et al.*, 2010; CONGER; MILLER, 2014). Nesse sentido, fica evidente a necessidade de integrar métodos de ensino de PE que explorem tanto os aspectos socioculturais da implementação enxuta quanto abordem o tema a partir de situações próximas da realidade (ANTONY, 2017; TORTORELLA *et al.*, 2018).

Em vista dos fatores apresentados anteriormente, torna-se necessário aprofundar as pesquisas de métodos de ensino de PE que explorem os aspectos socioculturais de implementação enxuta para compreender como os aspectos intangíveis podem ser abordados em métodos de ensino de PE e também para verificar quais métodos de ensino são mais eficazes no processo de aprendizagem. Por essa razão, decidiu-se desenvolver um trabalho com base na análise dos métodos de ensino de PE, provenientes tanto da literatura como aquelas desenvolvidas em situações práticas, para avaliar comparativamente a eficácia dos métodos de ensino de PE em termos de mudança sociocultural quanto técnica dos indivíduos.

1.3. OBJETIVOS

O principal objetivo dessa pesquisa consiste em avaliar comparativamente a eficácia dos métodos de ensino de PE quanto à aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais necessários em organizações em implementação enxuta. Como objetivos específicos pode-se destacar:

- a) Identificar, a partir de um levantamento sistemático da literatura, os métodos empregados para ensino de PE e seus respectivos sistemas de avaliação de eficácia;
- b) Investigar a relação entre os métodos de ensino de PE e os aspectos técnicos e socioculturais das organizações; e
- c) Avaliar comparativamente os métodos de ensino de PE quanto à aprendizagem técnica e sociocultural em organizações em implementação enxuta.

1.4. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Silva e Menezes (2005), uma pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza, forma de abordagem do problema, objetivos e procedimentos técnicos. Como o presente trabalho compreende duas Fases de desenvolvimento, então para cada uma delas haverá uma classificação de pesquisa específica conforme suas características.

Na Fase I, a qual pretende identificar os principais métodos para a aprendizagem de PE e seus respectivos sistemas de avaliação de ensino, tem-se uma pesquisa de natureza aplicada,

uma vez que ela reúne conhecimentos sobre as diversas modalidades de ensino de PE de forma a auxiliar a comunidade prática na escolha daquela mais adequada para cada finalidade desejada. Do ponto de vista da abordagem do problema, a pesquisa é caracterizada como qualitativa e quantitativa pois os resultados serão originados a partir da interpretação de dados provenientes da revisão de literatura (GIL, 1991). Quanto ao objetivo, a pesquisa é exploratória, pois seu objetivo é proporcionar maior familiaridade com o tema, identificar futuras oportunidades e direcionamentos de pesquisa. Em termos de procedimentos técnicos, tem-se uma pesquisa do tipo bibliográfica, uma vez que ela é resultante da análise de materiais já publicados na literatura (CAUCHICK-MIGUEL *et al.*, 2012).

Na Fase II, cujo objetivo é identificar a relação entre os métodos de ensino de PE e os aspectos técnicos e socioculturais necessários à implementação enxuta, tem-se uma pesquisa de natureza aplicada, pois os conhecimentos gerados nessa Fase visam auxiliar organizações para identificar seu nível de aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais de PE, adquiridos a partir de métodos de ensino devotados na área. Com relação à forma de abordagem do problema, a pesquisa é quantitativa, pois foi desenvolvido um estudo longitudinal baseado na aplicação de *surveys*, cujo procedimento de análise envolve traduzir opiniões em números para avaliação estatística (SILVA; MENEZES, 2005). Em função da sua finalidade, a pesquisa também é classificada como descritiva, pois visa identificar relações (entre aspectos socioculturais e ensino de PE) além de características de determinado fenômeno (eficácia do método de ensino de PE em uma população específica) (CARDOSO *et al.*, 2015). Finalmente, quanto aos procedimentos técnicos, a Fase II contempla um estudo longitudinal, já que o procedimento de pesquisa é repetido ao longo do tempo, mais especificamente, em quatro momentos distintos, com o intuito de averiguar eventuais mudanças entre as amostras coletadas (FORZA, 2002).

1.5. DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

O presente trabalho busca estudar os principais métodos de ensino de PE e seus respectivos sistemas de avaliação de eficácia para mensurar o nível de aprendizagem alcançado quanto aos aspectos técnicos e socioculturais inerentes a uma implementação bem-sucedida de PE. No entanto, é importante ressaltar que mesmo desenvolvendo uma série de medidas, de modo a garantir o caráter científico da pesquisa, existem algumas delimitações quanto ao método de trabalho e de pesquisa escolhidos.

Com relação à Fase I, pode-se mencionar duas delimitações. Primeiramente, as inferências do estudo são decorrentes da pesquisa de artigos científicos provenientes de

periódicos de base de dados específicas, sendo que os trabalhos de outra natureza (p.ex. publicações em congressos ou revistas não científicas) ou indexados em outras bases (p.ex. *Wiley Online Library*) também poderiam ser consultados, a fim de se ter uma análise mais completa sobre o tema. Além disso, os artigos recuperados e as consequentes indicações desta pesquisa são restritos ao período de busca, finalizada em Setembro de 2018. Segundo, vale mencionar que os resultados são oriundos da análise de lentes teóricas específicas pertinentes ao tema pesquisado.

Relativamente à Fase II, pode-se elencar duas delimitações. Primeiro, o estudo longitudinal ocorreu em organizações de saúde e ensino superior, cujas condições contextuais podem influenciar os resultados obtidos, levando a indicações específicas para o setor. Segundo, apesar de o estudo ser longitudinal, a análise foi delimitada dentro do período do curso de Mestrado que contempla de dois anos, ou seja, mudanças de ordem sociocultural que demandem mais tempo eventualmente não vão ser observadas nesse estudo.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por quatro capítulos. No primeiro capítulo, introdução, foi apresentada a contextualização da pesquisa, seguida pela justificativa do tema, objetivo geral e objetivos específicos, caracterização da pesquisa, delimitações da pesquisa, roteiro da estrutura do trabalho e as referências utilizadas para a elaboração da mesma.

Os dois capítulos seguintes (2 e 3) fazem referência às duas fases que compõem esta dissertação, sendo cada uma delas veiculada no formato de artigos científicos. O Quadro 1 ilustra o roteiro utilizado para a composição dos artigos centrais. A Fase I, retratada no Capítulo 2, busca identificar na literatura os métodos empregados em ensino de PE e as respectivas sistemáticas de avaliação desses métodos. Esta fase culminará na escrita do Artigo 1 da dissertação, cujo método de pesquisa envolve uma revisão sistemática da literatura. Segundo Cauchick-Miguel *et al.* (2012), a revisão de literatura é um dos métodos mais recomendados para reforçar um problema de pesquisa, aumentar o entendimento do fenômeno analisado, justificar a relevância da proposta de estudo e avançar nas teorias existentes.

O Capítulo 3 compreende a Fase II da pesquisa a qual resultou no Artigo 2. Nesta fase, investigou-se a relação entre os aspectos técnicos e socioculturais das organizações e os métodos de ensino de PE. Para tanto, o procedimento metodológico empregado será um estudo longitudinal baseado em *surveys*, pois a natureza metodológica da *survey* comporta uma investigação empírica a qual deve ser utilizada estudar o comportamento de um fenômeno em diferentes contextos (FORZA, 2002). As *surveys* permitem testar se o método de ensino de PE

proporciona mudanças nos aspectos socioculturais da organização investigada. Ao final dessa análise, almeja-se a avaliação da eficácia dos métodos de ensino de PE quanto ao aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais e, assim, auxiliar profissionais interessados na melhoria do sistema educacional de PE. Por fim, o Capítulo 4 é dedicado às discussões e conclusões da pesquisa. Nele também serão apresentadas algumas sugestões para estudos futuros.

Quadro 1- Divisão da estrutura do trabalho

	FASE I	FASE II
OBJETIVO	(i) Identificar, a partir de um levantamento sistemático da literatura, os métodos empregados para ensino de PE e seus respectivos sistemas de avaliação de eficácia.	(i) Investigar a relação entre os métodos de ensino de PE e os aspectos técnicos e socioculturais das organizações (ii) Avaliar comparativamente os métodos de ensino de PE quanto à aprendizagem técnica e sociocultural em organizações em implementação enxuta
QUESTÃO DE PESQUISA	(i) Quais os métodos de ensino de produção enxuta e como estes propõem a avaliação de sua eficácia?	(i) Como se relacionam os métodos de ensino de PE e os aspectos técnicos e socioculturais inerentes à implementação enxuta? (ii) Como estruturar métodos de ensino eficazes para favorecer o aprendizado técnico e sociocultural em organizações em implementação enxuta?
REVISÃO TEÓRICA	(i) Métodos de ensino de PE (ii) Sistemáticas de avaliação de ensino em PE	(i) Principais aspectos técnicos e socioculturais da implementação enxuta (ii) Ensino de PE na academia (iii) Ensino de PE em organizações em implementação enxuta
MÉTODO DE PESQUISA	(i) Revisão sistemática da literatura	(i) <i>Survey</i> – estudo longitudinal (ii) Observação participativa
RESULTADOS ESPERADOS	Artigo 1 da dissertação apresentado no Capítulo 2.	Artigo 2 da dissertação apresentado no Capítulo 3.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.; KAHLEN, F.; FLUMERFELT, S.; MANALANG, A. The lean production multidisciplinary: from operations to education. In: International Conference on Production Research, 7, 2014, Americas. **Proceedings** [...]. Americas, 2014a.
- ALVES, A.; SOUSA, R. M.; DINIS-CARVALHO, J.; LIMA, R. M; MOREIRA, F.; LEÃO, C. P.; MAIA, L. C.; MESQUITA, D.; FERNANDES, S. Final year Lean projects: advantages for companies, students and academia. In: Sixth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE2014)"Innovation for Transformation", 6., 2014, Minho. **Proceedings** [...]. Universidade do Minho. Centro de Investigação em Educação (CIEd), p. 56.1-56.10, 2014b.
- ALVES, A. C; RUI M. SOUSA, R.M; FERNANDES, S.; CARDOSO, E.; CARVALHO, M. A.; FIGUEIREDO, J.; PEREIRA, R. M. S. Teacher's experiences in PBL: implications for practice. **European Journal of Engineering Education**, v.41, n.2, p.123-141, 2016.

- ANVARI, A.; ZULKIFLI, N.; YUSUFF, R. M. A dynamic modeling to measure lean performance within lean attributes. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 66, p. 663-677, 2013.
- ANTONY, J. Lean Six Sigma for higher education. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 5, p. 574-576, 2017.
- BARNABÈ F.; GIORGINO, M. C.; GUERCINI, J.; BIANCARDI, C.; MEZZATESTA, V. Management simulations for Lean healthcare: exploiting the potentials of role-playing. **Journal of Health Organization and Management**, v.32, n.2, p.298-320, 2018.
- BHASIN, S. An appropriate change strategy for lean success. **Management Decision**, v. 50, n.3, p. 439-458, 2012.
- BLÖCHL, S.; SCHNEIDER, M. Simulation game for intelligent production logistics – the pull® learning factory. **Procedia CIRP**, v.54, p.130-135. 2016.
- BURCH, V; REUBEN, F.; SMITH, B. Using simulation to teach lean methodologies and the benefits for Millennials. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 30, n. 3-4, p. 320-334, 2019.
- CARDOSO, T. L.; ENSSLIN, S.; ENSSLIN, L.; RIPOLL-FELIU, V.; DUTRA, A. Reflexões para avanço na área de Avaliação e Gestão do Desempenho das Universidades: uma análise da literatura científica. In: Seminários em Administração, 18., 2015, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo–SP, 2015.
- CAUCHICK-MIGUEL, P. A.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; DE LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; DA COSTA, S. E. G.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Elsevier, 2012.
- CONGER, S.; MILLER, R. Problem-based learning applied to student consulting in a lean production course. **Journal of Higher Education Theory and Practice**, v. 14, n.1, 2014.
- DORA, M.; KUMAR, M.; GELLYNCK, X. Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs – a multiple case analysis. **Production Planning & Control**, v. 27, n.1, p.1-23, 2015.
- FORZA, C. Survey Research in Operations Management: a Process-based Perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n.2, p. 152-194, 2002.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.
- HUA, Y. Double-loop learning control (DLC) model for reengineering: a “ying” and “yang” balanced approach for effective organizational change. **International Journal of Production Economics**, n.110, p.336-350, 2007.
- JOHNSON, S. The value of inquiry in teaching lean process design. In Proceedings of the 2010 American Society for Engineering. In: Education Annual Conference & Exposition, Louisville, Kentucky, 2010. **Proceedings [...]**. Louisville, 2010.
- LAUREANI, A.; ANTONY, J. Critical success factors for the effective implementation of Lean Sigma: Results from an empirical study and agenda for future research. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 3, n.4, p.274-283, 2012.
- RAHMAN, S.; LAOSIRIHONGTHONG, T.; SOHAL, A. S. Impact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 7, p.839-852, 2010.
- SHANG, G.; SUI PHENG, L. Barriers to lean implementation in the construction industry in China. **Journal of Technology Management in China**, v. 9, n. 2, p. 155-173, 2014.
- SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 139p.
- TORTORELLA, G.; FOGLIATTO, F. S. Method for assessing human resources management practices and organisational learning factors in a company under lean manufacturing implementation. **International Journal of Production Research**, v. 52, n.5, p. 4623-4645, 2014.
- TORTORELLA, G.; MARODIN, G. A.; MIORANDO, R.; SEIDEL, A. The impact of contextual variables on learning organization in firms that are implementing lean: a study in Southern Brazil. **International Journal of Advanced Technology**, v.78, p. 1879-1892, 2015.
- TORTORELLA, G.; CHAUCHIK-MIGUEL, P. A. An initiative for integrating problem-based learning into a lean manufacturing course of an industrial engineering graduate program. **Production**, v.27, n. e20162247, 2017.

TORTORELLA, G.; MIORANDO, R.; CASTILLO, A.P. Association between Lean Manufacturing teaching methods and students' learning preferences. In: **Progress in Lean Manufacturing, Springer**, Cham, p-105-128, 2018.

YEN, Y.; HUNG, S. The influences of suppliers on buyer market competitiveness: an opportunism perspective. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 32, n. 1, p. 18-29, 2017.

2. Métodos de ensino de Produção Enxuta e suas respectivas sistemáticas de avaliação de aprendizagem - Uma revisão de literatura

Resumo: A Produção Enxuta (PE) é uma das abordagens mais reconhecidas para estabelecer uma rotina de melhoria contínua e, por essa razão, motiva milhares de empresas a investir massivamente em cursos de aprendizagem de PE, cujos resultados proporcionam ganhos de diferentes naturezas além de melhorar a capacidade produtiva da organização. O interesse em estudar os métodos de ensino relacionados à PE pode ser justificado tanto no âmbito teórico-acadêmico como no âmbito prático. Estudos adicionais dos métodos de ensino de PE à medida que enriquecem o corpo de literatura da área, também contribuem com o preenchimento das lacunas teóricas identificadas e voltadas às suas metodologias de ensino, tendo em vista que ainda não existe consenso sobre qual abordagem de ensino de PE é mais eficaz ao aprendizado. No que se refere à prática, somente uma pequena quantidade de empresas conseguiu alcançar um nível de maturidade de método de ensino de PE comparável ao da Toyota, o que evidencia a necessidade de melhorias nos métodos empregados. Além disso, os métodos de ensino de PE ainda necessitam de mais aplicações práticas para aprimoramento das competências desenvolvidas. Assim, a partir de uma revisão sistemática da literatura, a principal contribuição da pesquisa consiste em auxiliar pesquisadores e profissionais a identificar os principais métodos de ensino de PE e avaliar a eficácia desses métodos.

Palavras-chave: Produção enxuta. Método de ensino. Sistemática de avaliação de ensino.

Abstract: Lean Production (LP) is one of the most recognized approaches to establish a culture of continuous improvement and, for this reason, drives thousands of companies to invest massively in LP learning courses, whose results include gains of different natures besides improving the organization's production capacity. The interest in studying LP teaching methods can be justified both in the theoretical-academic as well as in the practical scope. By providing additional studies of LP teaching methods, as it enriches the body of literature in the area, it also contributes to filling the theoretical gaps related to the teaching methodologies, given that there is still no consensus on what approach is best to promote learning. Regarding the practice, only a few companies achieved a maturity level of teaching LP comparable to the one Toyota has. In addition, LP teaching methods still require more practical applications to improve the skills developed. Thus, based on a systematic review of the literature, the main contribution of this research is to help researchers and professionals to identify the main teaching methods of LP and evaluate their efficacy.

Keywords: Lean production. Education. Learning systematic evaluation.

2.1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, adquirir conhecimento sobre Produção Enxuta (PE) se tornou uma prática fundamental para organizações que almejam maior produtividade (KAHLEN *et al.*, 2011; MRUGALSKA; WYRWICKA, 2017). Mais do que nunca, empresas são forçadas a atender exigências cada vez maiores e, por essa razão, são levadas a investir massivamente em cursos de aprendizagem de PE, cujos resultados proporcionam ganhos de diferentes naturezas além de melhorar a capacidade produtiva da organização. Diversas são as abordagens de ensino para capacitar pessoas em PE. No entanto, a busca pelo melhor método de ensino pode se tornar uma tarefa exaustiva, uma vez que o conhecimento de PE não é um bem tangível, que pode ser adquirido pelo simples ato de uma compra (BURCH *et al.*, 2019). Além disso, dependendo do método escolhido, podem haver diferentes impactos na eficácia do aprendizado (GADRE *et al.*, 2011; DELAGO *et al.*, 2016).

O interesse em estudar métodos de ensino relacionados à PE pode ser justificado tanto no âmbito teórico como no âmbito prático. Primeiramente, em termos teóricos, deve-se mencionar que apesar da diversidade de abordagens de ensino de PE, não se sabe ao certo os resultados esperados com a utilização de cada método, principalmente por se tratar de abordagens recentes que carecem de mais aplicações práticas para aprimoramento (ALVES *et al.* 2017a; BARNABÈ *et al.*, 2018). Além disso, a maior parte das avaliações desses métodos é baseada em questionários de caráter qualitativo cujos resultados indicam opiniões divergentes (ALVES *et al.*, 2016a).

No que se refere à prática, é importante ressaltar que somente uma pequena quantidade de empresas conseguiu alcançar um nível de maturidade de método de ensino de PE comparável ao da Toyota, o que evidencia a necessidade de melhorias nos métodos empregados (SISSON; ELSHENNAWY, 2014; BALLÉ *et al.*, 2019). Segundo Blöchl e Schneider (2016), as competências desenvolvidas nos métodos de ensino de PE podem ser limitadas, sobretudo aquelas necessárias à resolução de problemas reais, já que grande parte desses métodos são simulações conduzidas em ambientes isolados, com capacitações de ordem técnica, e provenientes de contextos simplificados da realidade. Além disso, outras formas de aprender PE, como palestras e aulas expositivas, são abordagens que restringem as interações do indivíduo com os problemas estudados e, conseqüentemente, podem implicar no desinteresse pelo curso educacional (HAMZEH; JACOBS, 2010; CUDNEY *et al.*, 2018). O estudo de Tortorella *et al.* (2018) também menciona a falta de maturidade das organizações para

desenvolver métodos de ensino de PE e a desmotivação desenvolvida quando o método utilizado não corresponde às expectativas dos participantes.

Nesse sentido, fica evidente a importância de se investigar a eficácia dos métodos de ensino vinculados à PE, de forma a verificar quais deles desenvolvem um comportamento ativo dos indivíduos e quais proporcionam melhores resultados no que se refere às aplicações práticas (MURMAN *et al.*, 2014; HAMZEH *et al.*, 2017). Assim, esta pesquisa tem por finalidade identificar os principais métodos de ensino de PE e suas respectivas sistemáticas de avaliação, a partir de uma revisão de literatura. Com isso, pretende-se auxiliar pesquisadores e profissionais da área durante o processo de seleção do método de ensino de PE.

Além dessa seção introdutória, este artigo é estruturado como segue. A seção 2.2 traz uma visão geral sobre métodos de ensino. A seção 2.3 provê a descrição do método de pesquisa proposto, a construção do Portfólio Bibliográfico (PB) do tema proposto, análise bibliométrica das variáveis básicas e avançadas, e avaliação das lentes teóricas propostas e os resultados da revisão sistemática, enquanto que a seção 2.4 abrange os direcionamentos de pesquisa. Por fim, as considerações finais são apresentadas na seção 2.5.

2.2. MÉTODOS DE ENSINO DE PE

Projeções mais recentes sobre o futuro da educação indicam que as instituições de ensino, da forma como são organizadas atualmente, apresentam poucas chances de sobrevivência nas próximas décadas (BARBOSA; MOURA, 2013; WELCH; PLAXTON-MOORE, 2017). Segundo Altabach e Reisberg (2018), a situação atual do setor educacional pode ser resumida pela necessidade de reinventar o modelo tradicional de ensino, uma vez que as pessoas estão vivendo um contexto no qual as exigências de qualidade de ensino estão cada vez maiores, e os métodos de aprendizagem até então utilizados não são suficientes para atender às expectativas dessa nova realidade.

Quando o aluno assiste uma aula expositiva nem sempre ele consegue reter o conhecimento adquirido em sala de aula, pois muito daquilo que é ensinado é esquecido depois de um tempo. Pesquisas da ciência cognitiva sugerem que alunos devem fazer algo mais do que simplesmente ouvir para ter uma aprendizagem efetiva (DINIS-CARVALHO; FERNANDES, 2016; DINIS-CARVALHO *et al.*, 2017). Segundo McCoy *et al.* (2018), o indivíduo deve ler, escrever, perguntar, discutir, resolver problemas e desenvolver projetos. Em outras palavras, deve-se incentivar o desenvolvimento de uma postura ativa do aluno, para que ele possa interagir com outras pessoas e diferentes contextos, de forma a enriquecer suas habilidades técnicas e transversais, contribuindo, assim, com um maior aprendizado.

Com o passar dos anos foram sendo desenvolvidas diversas modalidades de ensino de aprendizagem ativa de PE. Dentre elas, pode-se mencionar a utilização de simulações (físicas e computacionais) cujo principal foco de estudo é ensinar as diferenças entre as configurações de produção empurrada e puxada. Na simulação física, tem-se uma linha de montagem de produto em que os alunos são alocados em estações de trabalho para confeccionar um bem em um determinado ritmo de produção. Após a primeira rodada de simulação (sob a configuração de sistema empurrado), os alunos devem identificar os desperdícios da linha e, em seguida, são desafiados a propor melhorias no sistema. Na sequência, a linha volta a operar com as melhorias implementadas (sob a configuração de sistema puxado). Ao final da atividade, os alunos podem comparar os resultados alcançados em cada configuração produtiva, em termos de quantidade de defeitos, *lead time* e custo de produção (WAN *et al.*, 2012; DEIF, 2017). Já na simulação computacional, as mesmas configurações de produção anteriores são ensinadas por meio de jogos virtuais em softwares específicos, e ainda, os alunos podem acessar o conteúdo do ensino de forma remota (GOMES *et al.*, 2013; GOERKE *et al.*, 2017).

Além das simulações, outro método de ensino de aprendizagem ativa que vêm ganhando notoriedade nas organizações é o aprendizado baseado na resolução de problemas. Nesta abordagem, os alunos são incentivados a trabalhar em equipes para resolver problemas provenientes de situações reais (HERTLE *et al.*, 2017). Os instrutores devem assumir uma postura de facilitador, guiando o aluno em sua trajetória de aprendizado. Como o modelo de ensino compreende atividades práticas em grupo, portanto ele geralmente é utilizado para o desenvolvimento de raciocínio lógico e habilidades interpessoais (THOMAS *et al.*, 2017).

Cabe ainda destacar a possibilidade de parcerias entre universidades e empresas como uma alternativa para enriquecer a aprendizagem de alunos, pois a partir delas o indivíduo passa a imergir na área de interesse, de modo a ganhar experiência prática e lidar com os desafios reais à medida que aprimora seu conhecimento (JOHNSON, 2010; CHOPRA; DERANEK, 2017).

Outro método de ensino que merece destaque é a inclusão das tecnologias de gravação de vídeos para auxiliar alunos na identificação de melhorias nas rotinas de trabalho. Nesse caso, as atividades de um período específico de tempo são gravadas e, posteriormente, podem ser examinadas e revisadas. Dessa forma, é possível ter uma visualização dos processos sob uma perspectiva diferente daquela usual de quem está operando a atividade, o que facilita a identificação de erros, e conseqüentemente, traz melhorias no processo de aprendizagem. A obra de Campbell (2009) e Serembus *et al.* (2012) são exemplos de aplicação dessa abordagem de ensino para procedimentos hospitalares.

Contudo, deve-se mencionar que mesmo a aprendizagem baseada no comportamento ativo de alunos ainda apresenta alguns obstáculos, os quais podem até inviabilizar a execução desta modalidade de ensino em função do aumento no tempo de preparação de aulas, da falta de recursos, dos riscos e custos associados, e da burocracia envolvida (ALVES *et al.*, 2014b; ALVES *et al.*, 2016b). Por essas razões, tais métodos podem ser combinados em sua aplicação prática, já que as limitações de uma abordagem podem ser amenizadas por outro método complementar (DEMIRCI, 2017).

A metodologia utilizada no trabalho é baseada no processo estruturado de revisão bibliográfica fundamentada nos artigos de Ensslin *et al.* (2013) e Dutra *et al.* (2015), conforme detalhado a seguir. Ela é constituída por três etapas: (i) definição do PB e consolidação dos eixos de pesquisa; (ii) análise bibliométrica; e (iii) avaliação e discussão das lentes teóricas de pesquisa.

2.2.1. Definição do PB e consolidação dos eixos de pesquisa

A primeira etapa para a construção da metodologia é definir os eixos de pesquisa a fim de auxiliar na escolha das palavras-chave. Tendo em vista que o presente trabalho pretende explorar os métodos de ensino de PE, portanto, dois eixos de pesquisa foram selecionados: (i) métodos de ensino e (ii) PE. Inicialmente, foram escolhidas algumas variações de palavras-chave baseando-se naquelas encontradas em materiais previamente analisados de conteúdo relevante e relacionado ao tema. O Quadro 2 traz algumas combinações de palavras-chave que foram utilizadas para recuperar as publicações. Para esta busca, não houve delimitação temporal das publicações e foram utilizadas quatro bases de dados que direcionam esforços na área de educação devido à sua relevância já evidenciada em trabalhos de mesma natureza, como Al-Kurdi *et al.* (2018) e Pereira e Tortorella (2018). Sendo assim, as bases escolhidas foram: *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct* e *Emerald Journals*. Ao todo 1.686 artigos foram encontrados nestas bases cujo período de pesquisa é compreendido entre Abril e Setembro de 2018.

Quadro 2- Levantamento bibliográfico nas bases

Palavras-chave	“education” OR “learning” OR “teaching” OR “coaching” OR “training” E “lean manufacturing” OR “lean system” OR “lean production” OR “lean thinking”
Base de dados	Nº artigos recuperados nas bases de dados
Scopus	605
Science Direct	322
Web of Science	241

Emerald Journals	114
Total	1.686
Filtros	Nº artigos remanescentes após cada filtro
(i)	1.419
(ii)	249
(iii)	86
(iv)	61
(v)	53
PB final	53 artigos

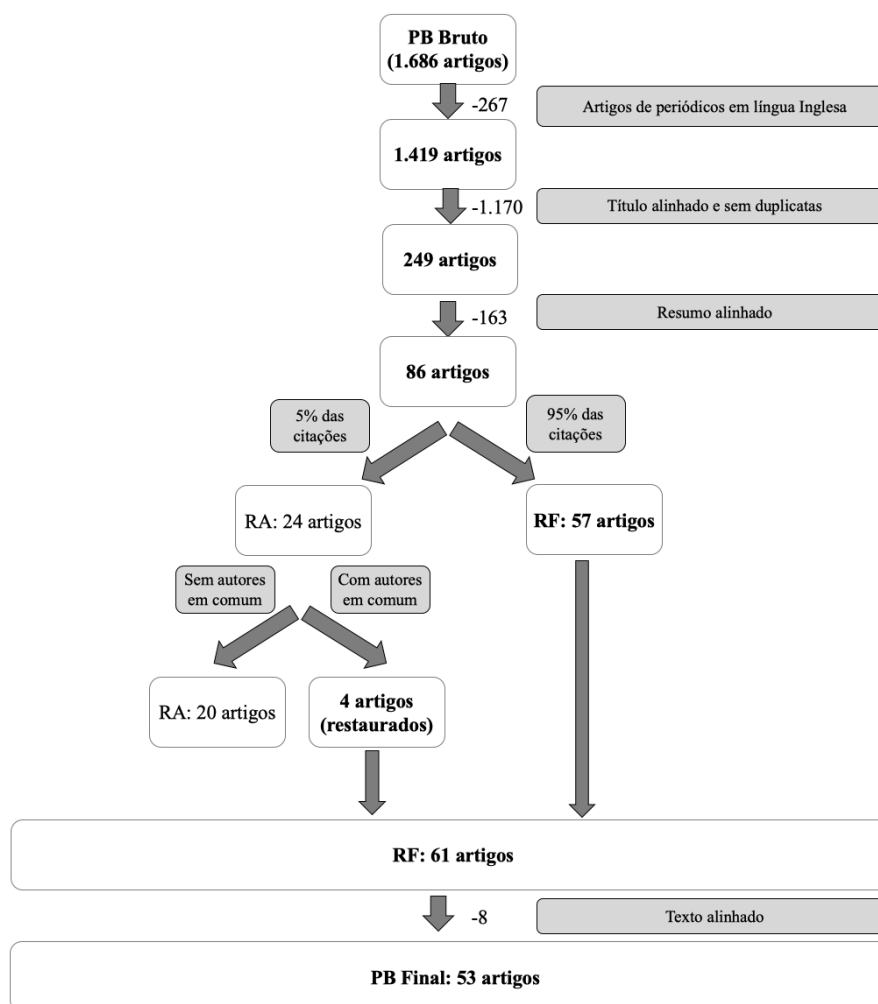
Visando validar as palavras-chave usadas na pesquisa inicial, foi feito um teste de aderência das palavras-chaves (ENSSLIN *et al.*, 2013). Neste, foram selecionados aleatoriamente cinco artigos dentre os 1.686 encontrados e se compararam as palavras-chave com aquelas usadas nos eixos da pesquisa. Como as palavras-chave utilizadas nas buscas estavam presentes no conjunto de palavras-chave desses artigos, então se julgou satisfatória a escolha de palavras-chave e o PB bruto foi concluído.

Uma vez definido o PB bruto, a filtragem de artigos foi conduzida de acordo com os critérios recomendados por Crossan e Apaydin (2010). A Figura 1 descreve o passo a passo desenvolvido na filtragem das publicações. Inicialmente, a análise foi realizada diretamente em cada uma das bases de dados, segundo o critério (i) artigos de periódicos em língua Inglesa. Em seguida, as publicações das quatro bases de dados foram reunidas no *software* EndNote® X8 e no Excel, para dar continuidade ao processo de filtragem, de acordo com os critérios: (ii) título alinhado com o tema da pesquisa e sem duplicatas e (iii) resumo alinhado com o tema da pesquisa. Dos 1.419 artigos provenientes de periódicos, 249 e 86 artigos compunham o portfólio ao final das etapas (ii) e (iii) respectivamente.

Previamente à leitura integral dos artigos, foi necessário desenvolver a etapa (iv) a fim de filtrar artigos com base na frequência de citações e na autoria das publicações. Inicialmente, o conjunto de artigos da etapa (iii) foi subdividido em dois grupos em função da frequência de citações obtidas no *Google Scholar*. Aqueles artigos cujas citações somavam 95% do total (57 artigos) foram alocados em um subconjunto separado para compor o repositório de artigos finais (RF). Os artigos cujas citações contribuíam com os 5% restantes (24 artigos) foram alocados em outro subconjunto para compor um repositório adicional (RA), o qual visa complementar o RF. Os artigos compreendidos no subconjunto RA (menos citados) cujos autores também estavam presentes dentre os artigos mais citados, foram adicionados ao conjunto RF. Dessa forma, foram adicionados ao RF 4 artigos provenientes do subconjunto RA. Finalmente, foi realizada a leitura integral dos artigos (etapa v) que compunham o RF final (61

artigos), a fim de mais uma vez eliminar os que não estavam relacionados ao tema da pesquisa. Assim, após completar as leituras, o PB final passou a ser composto por 53 artigos.

Figura 1- Processo de seleção do PB



2.2.2. Análise bibliométrica

Após definição do PB, procedeu-se com a análise bibliométrica na qual os artigos encontrados são processados de forma quantitativa para mensurar as informações e o conhecimento científico gerado sobre o tema estudado (ENSSLIN *et al.*, 2013). Assim, algumas características do PB foram selecionadas a partir da investigação de duas variáveis: básicas e avançadas. A quantificação das variáveis básicas compreendeu os seguintes aspectos: (i) autores com maior número de publicações sobre o tema; (ii) número de publicações por periódico; e (iii) ano de publicação dos artigos (DUTRA *et al.*, 2015). Já a análise das variáveis avançadas consistiu em identificar: (i) principais métodos de ensino de PE; (ii) principais

benefícios e limitações dos métodos de ensino de PE; e (iii) sistema de avaliação dos métodos de ensino de PE.

2.2.2.1. Variáveis básicas

Primeiramente, na análise das variáveis básicas, foram identificados os autores que mais de dedicaram ao tema da pesquisa, conforme a Tabela 1. Do total de 151 autores, 12 escreveram duas publicações do PB, enquanto os demais (139 autores) contribuíram com uma única publicação sobre o tema investigado.

Tabela 1- Número de publicações dos autores do PB

Autores	Total de publicações
Dominik T. Matt; Erwin Rauch; Stefan J. Blöchl; Jan Busch; Patrick Dallasega; Mathias Goerke; Rui B. Lopes; Joachim Metternich; Peter Nyhuis; Christopher Prinz; Markus Schneider; Michael Tisch	2
Outros 139	1

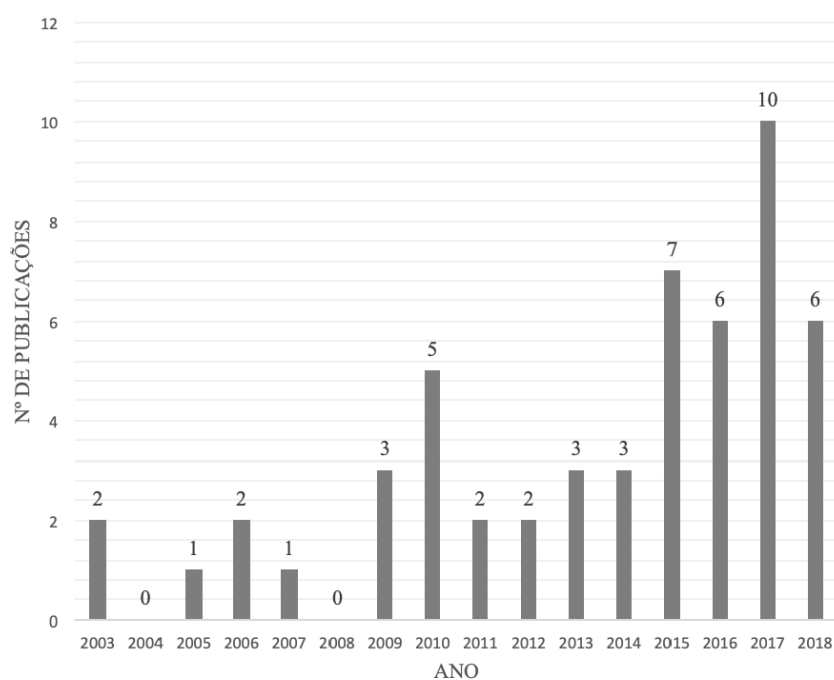
Quanto à análise de periódicos, verificou-se um total de 28 *journals* presentes no PB. Na Tabela 2 tem-se a representação da quantidade de publicações encontradas de acordo com periódicos. Os periódicos que mais apareceram na análise foram o *Procedia CIRP* (8 publicações), *Procedia Manufacturing* (6 publicações), *Simulation & Gaming* (4 publicações) e o *European Journal of Engineering Education* (3 publicações). Além disso, alguns periódicos, tais como *European Journal of Training and Development*, *International Journal of Lean Six Sigma*, *International Journal of Productivity and Performance*, *Journal of Management in Engineering*, *Procedia Computer Science* e *Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje* foram identificados 2 publicações.

Tabela 2- Número de publicações por periódico

Periódicos	Total de publicações
European Journal of Engineering Education; Procedia CIRP; Procedia Manufacturing; Simulation & Gaming	Mais que 3
European Journal of Training and Development; International Journal of Engineering Education; International Journal of Lean Six Sigma; International Journal of Productivity and Performance; Journal of Management in Engineering; Procedia Computer Science; Procedia Engineering; Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje	2
Outros 16	1

Posteriormente, passou-se a investigar o ano das publicações pertencentes ao PB, conforme a Figura 2. Os dados demonstram que os primeiros estudos de métodos de ensino voltados para PE datam do ano de 2003, com as publicações “*New management practices and enterprise training in Australia*” de Andrew Smith *et al.*, e “*Teaching lean manufacturing concepts through project-based learning and simulation*” de Kneeth Stier. No entanto, até 2009 as publicações relacionadas ao tema são poucas e esparsas, com variações entre zero e três publicações por ano. A partir de 2010, nota-se que a comunidade acadêmica passou a atribuir maior relevância ao assunto pois houve um aumento significativo no número de pesquisas, com destaque para o ano de 2017, com 10 publicações. Mesmo com o crescimento no número de publicações, é válido mencionar que o gráfico da evolução temporal das publicações mostra que são poucos os estudos devotados na área, confirmando que o tema estudado é recente e ainda há possibilidade para novas contribuições.

Figura 2- Evolução temporal das publicações do PB



2.2.2.2. Variáveis avançadas

O Quadro 3 ilustra a distribuição das publicações segundo os métodos de ensino de PE mais citados. Dos trabalhos que compõem o PB, 51% (27 citações) mencionam a utilização de métodos baseados na experimentação, a partir do uso de simulações. Nessas abordagens, os indivíduos assumem uma postura pró-ativa, se tornando os agentes principais no processo de

aprendizagem (DEMIRCI, 2017). Ademais, são levados a estudar em termos práticos as situações-problema anteriormente abordadas de forma teórica, a fim de estimular o raciocínio por meio da observação, interação e reflexão sobre determinado tema (BARNABÈ *et al.*, 2018). O segundo método de ensino de PE mais apontado na literatura é o ensino baseado na resolução de problemas, com 18 citações. Neste, são apresentadas situações problemas a fim de estimular o raciocínio dos indivíduos. Já na simulação computacional (8 citações), o ensino transcorre sob duas formas: (i) por meio de plataformas digitais, que incentivam a interação com o sistema através de um conjunto de atividades (RAMOS *et al.*, 2013); (ii) por meio de uso de *softwares*, que simulam diferentes contextos e treinam indivíduos para testar melhorias, tomar decisões e solucionar desafios sem os riscos e custos do ambiente real (NCUBE, 2010). Por fim, outras formas de ensino também abordadas no PB são aulas expositivas (7 citações), ensinamentos baseados na gravação de vídeos (4 citações), desenvolvimento de projetos em organizações externas (3 citações), discussões e observações (2 citações), entre outros. Além disso, alguns autores também optam pela utilização de um conjunto de métodos de ensino (2 citações), a fim de reunir em uma única abordagem as complementariedades de diferentes métodos.

O Quadro 4 traz a análise da variável ‘principais benefícios e limitações dos métodos de ensino de PE’. Percebe-se que o benefício mais mencionado nos estudos e presente em 80% dos métodos de ensino é a proximidade entre educação e realidade (39 citações). Além disso, outros benefícios advindos da aplicação do ensino de PE e presentes em mais de 50% dos métodos englobam: ambiente interativo desenvolvido na resolução dos problemas (16 citações), flexibilidade dos métodos para testar diferentes soluções (14 citações), desenvolvimento de habilidades sócio técnicas (11 citações), direcionamento para resoluções de problemas (7 citações) e a possibilidade de simular situações antes impraticáveis em salas de aula (7 citações). Já os benefícios restritos a apenas alguns métodos incluem: maior acessibilidade aos participantes (12 citações), incentivo à reflexão de decisões (3 citações), interdisciplinaridade entre conteúdos (1 citação) e atratividade do método de aprendizado (1 citação).

Quanto às limitações dos métodos de ensino de PE, observa-se que 80% dos métodos mencionam como principal limitação a falta de amadurecimento do ensino (19 citações), já que grande parte destes se encontram nos estágios iniciais de desenvolvimento e ainda carecem de mais aplicações práticas para aprimoramento (BLÖCHL; SCHNEIDER, 2016). Outras limitações também presentes em mais de 50% dos métodos são as competências desenvolvidas (17 citações) e a dependência de recursos humanos, financeiros e tecnológicos (8 citações). Ainda são mencionadas limitações de métodos específicos, como: dificuldade para relacionar conteúdo teórico e prático (7 citações), aplicabilidade restrita a contextos específicos (6

citações), necessidade de complementar o ensino com outros métodos de PE (7 citações), longa duração do curso (2 citações), dependência do conhecimento prévio do público alvo (1 citação), e pouca aderência ao método (1 citação).

No Quadro 5 tem-se a análise dos sistemas de avaliação de ensinos da PE. Apenas 60% dos artigos do PB mencionam alguma modalidade de avaliação do ensino, o que demonstra a carência de sistemáticas para avaliação da eficácia do ensino de PE, conforme já salientado por Merwe (2017). Percebe-se que a modalidade mais utilizada para avaliação do ensino é a aplicação de pesquisas de avaliação após o encerramento do ensino (13 citações), também conhecida como pós-*survey* e cuja finalidade é coletar opiniões dos participantes. Em contrapartida, apenas 3 publicações aplicam a *survey* antes e depois do ensino de PE a fim de medir a variação nas opiniões dos participantes. Outra forma de avaliar o ensino, também citada no PB, envolve a aplicação de testes de conhecimento com o intuito de medir o nível de experiência de PE dos participantes. Dos 10 artigos que utilizaram essa modalidade, 7 aplicam um pré- e pós-teste para avaliação da evolução do aprendizado, enquanto os demais restringem a análise para o momento posterior ao ensino. Também são utilizadas algumas variações de avaliação de ensino como desenvolvimento de relatórios (6 citações) e apresentações (4 citações), ou ainda algumas abordagens específicas como o método desenvolvido por De Zan *et al.* (2015) ou método Seis Sigma DMADV (definir-medir-analisar-desenvolvimento-verificar) de Wan *et al.* (2012).

Quadro 3- Principais métodos de ensino de PE

	Método de ensino	Frequência de citação	Autores
m_1	Simulação física	27	Ozelkan; Galambosi (2009); Badurdeen <i>et al.</i> (2010); Elbadawi <i>et al.</i> (2010); Pourabdollahian <i>et al.</i> (2012); Serembus <i>et al.</i> (2012); Wan <i>et al.</i> (2012); Ramos <i>et al.</i> (2013); Silva <i>et al.</i> (2013); Kreimeier <i>et al.</i> (2014); Matt. <i>et al.</i> (2014); Marley (2014); Brioso (2015); De Zan <i>et al.</i> (2015); Goerke <i>et al.</i> (2015); González <i>et al.</i> (2015); Pozzi <i>et al.</i> (2015); Wagner; Prinz (2015); Blöchl; Schneider (2016); Merwe (2017); Tvenge <i>et al.</i> (2016); Blöchl <i>et al.</i> (2017); Deif (2017); Dombrowsky <i>et al.</i> (2017); De Vin; Jacobsson (2017); Hamzeh <i>et al.</i> (2017); Li <i>et al.</i> (2018)
m_2	Aprendizado baseado em resolução de problemas	18	Miles <i>et al.</i> (2005); Vivas; Allada (2006); Ballé; Régnier (2007); Van Til. <i>et al.</i> (2009); Kim <i>et al.</i> (2010); Serembus <i>et al.</i> (2012); Yasukawa <i>et al.</i> (2014); Langstrand <i>et al.</i> (2015); Hambach <i>et al.</i> (2016); Rybsky; Jochem (2016); Zhang; Chen (2016); Choomlucksana; Doolen (2017); Thomas <i>et al.</i> (2017); Hertle <i>et al.</i> (2017); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017); Ahmad <i>et al.</i> (2018); Bauer <i>et al.</i> (2018); Witt <i>et al.</i> (2018);
m_3	Simulação computacional	8	Yazici (2006); Ncube (2010); Shannon; Krumwiede (2010); Matt <i>et al.</i> (2011); Medina-López <i>et al.</i> (2011); Pourabdollahian <i>et al.</i> (2012); Gomes <i>et al.</i> (2013); Goerke <i>et al.</i> (2017);
m_4	Aulas expositivas	7	Miles <i>et al.</i> (2005); Van Til. <i>et al.</i> (2009); Campbell <i>et al.</i> (2009); Hambach <i>et al.</i> (2016); Merwe (2017); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017); Li <i>et al.</i> (2018)
m_5	Gravação de vídeos	4	Campbell. <i>et al.</i> (2009); Kim. <i>et al.</i> (2010); Serembus <i>et al.</i> (2012); Marley (2014)
m_6	Projetos em organizações externas	3	Miles <i>et al.</i> (2005); Van Til <i>et al.</i> (2009); Merwe (2017)
m_7	Ensino baseado na atuação/interpretação de papéis	2	Serembus <i>et al.</i> (2012); Barnabè <i>et al.</i> (2018)
m_8	Discussões e observações	2	Kim <i>et al.</i> (2010); Yasukawa. <i>et al.</i> (2014);

Quadro 4- Principais benefícios e limitações dos métodos de ensino de PE

Método	Benefícios ^a	Limitações ^a
m_1	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aproxima a educação da realidade (16) ○ Proporciona um ambiente interativo (5) ○ Permite testar diferentes soluções e estratégias e auxilia na tomada de decisões (4) ○ Proporciona maior acessibilidade (7) ○ Auxilia no aprendizado de habilidades sócio técnicas relacionadas à PE (4) ○ Eficaz no treinamento voltado para resolução de problemas e gestão de projetos (3) ○ Permite simular situações que seriam inviáveis na prática ou conceitos que dificilmente são ensinados em salas de aula (2) ○ Estimula a reflexão sobre as decisões tomadas (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de amadurecimento do método de ensino (4) ○ As competências desenvolvidas são limitadas (5) ○ Desenvolvimento do método depende de recursos humanos, financeiros e tecnológicos (3) ○ Dificuldade para relacionar o conteúdo visto na teoria com a prática (3) ○ Geralmente é aplicado em contextos específicos (4) ○ Deve ser complementado por outros métodos de ensino (1)
m_2	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aproxima a educação da realidade (13) ○ Proporciona um ambiente interativo (6) ○ Permite testar diferentes soluções e estratégias e auxilia na tomada de decisões (7) ○ Auxilia no aprendizado de habilidades sócio técnicas relacionadas à PE (1) ○ Eficaz no treinamento voltado para resolução de problemas e gestão de projetos (1) ○ Permite simular situações que seriam inviáveis na prática ou conceitos que dificilmente são ensinados em salas de aula (1) ○ Estimula a reflexão sobre as decisões tomadas (1) ○ Permite relacionar conteúdos interdisciplinarmente (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de amadurecimento do método de ensino (4) ○ As competências desenvolvidas são limitadas (5) ○ Geralmente é aplicado em contextos específicos (1) ○ Deve ser complementado por outros métodos de ensino (4) ○ Dependência do conhecimento prévio do público alvo (1) ○ Pouca aderência ao método (1) ○ Desenvolvimento do método depende de recursos humanos, financeiros e tecnológicos (1)
m_3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aproxima a educação da realidade (2) ○ Proporciona um ambiente interativo (2) ○ Permite testar diferentes soluções e estratégias e auxilia na tomada de decisões (2) ○ Proporciona maior acessibilidade (4) ○ Auxilia no aprendizado de habilidades sócio técnicas relacionadas à PE (2) ○ Permite simular situações que seriam inviáveis na prática ou conceitos que dificilmente são ensinados em salas de aula (1) ○ Representa sistemas complexos de forma atrativa (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de amadurecimento do método de ensino (3) ○ As competências desenvolvidas são limitadas (5) ○ Desenvolvimento do método depende de recursos humanos, financeiros e tecnológicos (2) ○ Dificuldade para relacionar o conteúdo visto na teoria com a prática (4) ○ Geralmente é aplicado em contextos específicos (1) ○ Não permite experimentar a implementação de melhorias (1)
m_4	<ul style="list-style-type: none"> ○ Auxilia no aprendizado de habilidades sócio técnicas relacionadas à PE (2) ○ Eficaz no treinamento voltado para resolução de problemas e gestão de projetos (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de amadurecimento do método de ensino (3) ○ Desenvolvimento do método depende de recursos humanos, financeiros e tecnológicos (1) ○ Deve ser complementado por outros métodos de ensino (1) ○ Longa duração (1)
m_5	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aproxima a educação da realidade (3) ○ Proporciona maior acessibilidade (1) ○ Eficaz no treinamento voltado para resolução de problemas e gestão de projetos (1) ○ Permite simular situações que seriam inviáveis na prática ou conceitos que dificilmente são ensinados em salas de aula (1) ○ Permite relacionar conteúdos interdisciplinarmente (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de amadurecimento do método de ensino (2) ○ As competências desenvolvidas são limitadas (1) ○ Desenvolvimento do método depende de recursos humanos, financeiros e tecnológicos (1) ○ Longa duração (1)

Continua

Continuação

Método	Benefícios ^a	Limitações ^a
<i>m</i> ₆	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aproxima a educação da realidade (2) ○ Proporciona um ambiente interativo (2) ○ Permite testar diferentes soluções e estratégias e auxilia na tomada de decisões (2) ○ Auxilia no aprendizado de habilidades sócio técnicas relacionadas à PE (1) ○ Eficaz no treinamento voltado para resolução de problemas e gestão de projetos (1) ○ Permite simular situações que seriam inviáveis na prática ou conceitos que dificilmente são ensinados em salas de aula (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de amadurecimento do método de ensino (2) ○ Deve ser complementado por outros métodos de ensino (1)
<i>m</i> ₇	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aproxima a educação da realidade (2) ○ Proporciona um ambiente interativo (1) ○ Auxilia no aprendizado de habilidades sócio técnicas relacionadas à PE (1) ○ Estimula a reflexão sobre as decisões tomadas (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de amadurecimento do método de ensino (2) ○ As competências desenvolvidas são limitadas (1)
<i>m</i> ₈	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aproxima a educação da realidade (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ -

Nota: ^aNúmero entre parênteses indica a quantidade de citações do respectivo benefício ou limitação

Quadro 5- Sistema de avaliação de ensino desenvolvidos no PB

Sistema de avaliação	Frequência	Método	Autores
Pós-survey	13	m_1	Pourabdollahian <i>et al.</i> (2012); Brioso (2015); Tvenge <i>et al.</i> (2016); Deif (2017); Hertle <i>et al.</i> (2017)
		m_2	Miles <i>et al.</i> (2005); Van Til <i>et al.</i> (2009); Merwe (2017); Thomas <i>et al.</i> (2017)
		m_3	Ncube (2010); Gomes <i>et al.</i> (2013)
		m_5	Campbell <i>et al.</i> (2009)
		m_7	Barnabè <i>et al.</i> (2018)
Pré-teste e pós-teste	7	m_1	Elbadawi <i>et al.</i> (2010); González <i>et al.</i> (2015); Choomlucksana; Doolen (2017); Dombrowsky <i>et al.</i> (2017); Li <i>et al.</i> (2018)
		m_2	Hambach <i>et al.</i> (2016); Rybski; Jochem (2016)
Relatório	6	m_1	Matt <i>et al.</i> (2014); Choomlucksana; Doolen (2017)
		m_2	Van Til <i>et al.</i> (2009); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017)
		m_3	Yazici (2006); Shannon; Krumwiede (2010)
Apresentação	4	m_1	Choomlucksana; Doolen (2017); Li <i>et al.</i> (2018)
		m_2	Van Til <i>et al.</i> (2009); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017)
Pré-survey e pós-survey	3	m_1	Ozelkan; Galambolsi (2009); Hamzeh <i>et al.</i> (2017)
		m_2	Witt <i>et al.</i> (2018)
Pós-teste	3	m_1	Hamzeh <i>et al.</i> (2017)
		m_2	Tortorella; Cauchick-Miguel (2017)
		m_3	Shannon; Krumwiede (2010)
Método específico	2	m_1	Wan <i>et al.</i> (2012); De Zan <i>et al.</i> (2015)

2.2.3. Avaliação e discussão das lentes teóricas de pesquisa

Nesta seção, busca-se analisar os artigos de acordo com lentes teóricas. A utilização de lentes teóricas permite analisar a literatura sob diferentes perspectivas de modo a reunir conteúdo relevante para o problema de pesquisa que está sendo investigado (DE LIMA; MIOTO, 2007). A partir das lentes é possível articular hipóteses de pesquisa, identificar quais variáveis influenciam determinado fenômeno de interesse e desenvolver análises críticas de elementos importantes que não são facilmente observados nas publicações (CLEMENS; BAKSTRAN, 2010).

Nesse sentido, com intuito de analisar o conteúdo disponível no PB, é utilizada a taxonomia de níveis de aprendizagem proposta por Benjamin Bloom (BLOOM *et al.*, 1956) e posteriormente adaptada e expandida por Marley (2014) para o ensino de PE (Quadro 6). Na adaptação e expansão, seis níveis de aprendizado são propostos: (i) memorizar, (ii) compreender, (iii) aplicar, (iv)

analisar, (v) avaliar e (vi) criar. Estes níveis apresentam uma relação de precedência, uma vez que estão sequencialmente encadeados e a complexidade aumenta à medida em que se avança em direção ao último nível.

Quadro 6- Níveis e evidências de aprendizagem de PE

	Memorizar	Compreender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Objetivo do nível de aprendizado	<ul style="list-style-type: none"> • Armazenar conhecimento na memória; 	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o significado do conteúdo ensinado 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar o conceito aprendido em situações práticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar conexões entre as ideias 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar o que aprendeu e tomar decisões 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhar o raciocínio crítico para criar algo novo a partir do que foi visto anteriormente
Evidência do nível	Indivíduos conseguem relembrar fatos e conceitos básicos	Indivíduos são capazes de explicar ideias e conceitos	Indivíduos aplicam a teoria em situações práticas	Indivíduos refletem sobre a atividade e o aprendizado gerado	Indivíduos justificam decisões com argumentos bem estruturados	Indivíduos produzem algo novo

A Tabela 3 mostra a relação entre os oito métodos de ensino de PE elencados no Quadro 3 e os níveis de aprendizagem originalmente propostos por Bloom *et al.* (1956) e mais recentemente expandidos por Marley (2014). Nesta tabela, verifica-se como cada um dos métodos encontrados na literatura abordam cada nível de aprendizagem, possibilitando identificar redundâncias, complementariedades e lacunas de aprendizagem.

Primeiramente é realizada uma análise para verificar se os métodos de PE desenvolveram cada um dos níveis de aprendizado de Marley. Como se pode constatar, somente quatro dos métodos de PE (p.ex. m_1 , m_2 , m_5 e m_8) desenvolvem os seis níveis de aprendizagem. Cabe destacar que estes métodos são mais recentes e estão dentre os mais citados no PB e, portanto, talvez isso justifique o fato de estarem mais alinhados com as tendências de ensino. Já os métodos m_3 , m_4 e m_6 atendem apenas 5 níveis de aprendizagem propostos por Marley (2014), sendo que em m_3 não há evidências do desenvolvimento do nível ‘compreender’, enquanto que nos outros dois métodos falta evidências do nível ‘criar’. Os níveis de aprendizagem ‘compreender’ e ‘criar’ são tipicamente caracterizados por uma necessidade acentuada de tempo investido tanto pelo instrutor/professor como por participantes, aumentando a duração total do método de ensino. Assim, as carências destes três métodos podem ser decorrentes de dificuldades relacionadas com a disponibilidade do instrutor, participantes ou instituição de ensino (ALVES *et al.*, 2014a). Por fim, o método m_7 é o que menos abrange os níveis de aprendizagem (apenas 3 níveis são referidos).

Este método é denotado por sua alta complexidade de operacionalização do ensino, visto que demanda uma abordagem pouco usual com a qual poucos instrutores têm familiaridade (BARNABÈ *et al.*, 2018).

Na segunda análise, o objetivo é identificar quais dos níveis de aprendizagem de Marley foram desenvolvidos nos métodos de ensino da PE. A Tabela 3 mostra diferenças significativas relacionadas à frequência dos níveis treinados por esses métodos de ensino de PE. Por exemplo, três níveis são encontrados em todos os métodos estudados, a citar: 'aplicar', 'analisar', 'avaliar'. A frequência do nível 'aplicar' pode ser justificada pela crescente importância atribuída à aprendizagem prática nos últimos anos, a qual permite aproximar educação e realidade contribuindo para o processo de capacitação de pessoas (BALLÉ *et al.*, 2019). Além disso, as frequências de 'analisar' e 'avaliar' podem ser explicadas pela relação complementaridade entre eles e o nível 'aplicar', pois estes constituem etapas de avaliação do ensino para identificar potenciais melhorias no método aplicado, especialmente em se tratando do ensino de PE (ALVES *et al.*, 2016a). Já o nível 'memorizar' apresenta evidências de desenvolvimento em 7 dos métodos de ensino listados. Nesse nível, são desenvolvidos conceitos básicos para proceder com a implementação prática de conceitos relacionados à PE (BAUER *et al.*, 2018). Por outro lado, 'compreender' aparece em apenas 6 métodos, e essa frequência pode estar relacionada ao fato de que grande parte dos métodos investigados são direcionados para a fase de implementação prática e, conseqüentemente, acabam negligenciando algumas das atividades anteriores, como a medição do que foi aprendido em teoria. Finalmente, o nível com menos evidências é o 'criar', pois aparece somente em 5 métodos. Essa baixa frequência corrobora as observações de Marley (2014), que destaca a escassez de métodos de ensino de PE que fomentam a criatividade dos indivíduos ao longo da aprendizagem.

Tabela 3- Relação entre os métodos de ensino de PE e os níveis de aprendizagem

	Memorizar	Compreender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar	Total de níveis desenvolvidos
m_1	X	X	X	X	X	X	6
m_2	X	X	X	X	X	X	6
m_3	X		X	X	X	X	5
m_4	X	X	X	X	X		5
m_5	X	X	X	X	X	X	6
m_6	X	X	X	X	X		5
m_7			X	X	X		3
m_8	X	X	X	X	X	X	6
Total de métodos incluídos	7	6	8	8	8	5	-

O Quadro 7 reúne evidências dos níveis de aprendizagem de PE desenvolvidos nas publicações do PB. Percebe-se que 39% dos artigos trabalham o nível memorizar para estimular o armazenamento de conhecimento na memória. Dentre as medidas adotadas para o ensino dessa dimensão, estão: a introdução teórica (13 citações), a qual fornece uma visão geral sobre os conceitos de PE; e aplicação de testes de conhecimento (8 citações), que contribui para a excitação e funcionamento do raciocínio. Embora sejam iniciativas que favorecem o processo educacional, o nível memorizar compõe elementos básicos da hierarquia do aprendizado (CHANDIO *et al.*, 2016; ALVES *et al.*, 2017b). Como mais da metade das pesquisas ainda não completou este nível, percebe-se que os métodos de ensino de PE ainda se encontram nos estágios iniciais de desenvolvimento.

No nível de aprendizado ‘compreender’ os indivíduos são capazes de entender a informação, captando seu significado para utilizá-lo em contextos diferentes (COSME *et al.*, 2019). Uma parcela ainda menor de artigos (23%) fomenta as habilidades desse nível, o qual geralmente é desenvolvido a partir da discussão entre pares (7 citações), apresentação de conceitos aprendidos (4 citações) e analogia do conceito ensinado com outras áreas (1 citação).

No nível ‘aplicar’, as modalidades de ensino mais trabalhadas são: simulação física (26 citações), resolução de problemas (18 citações), simulação computacional (8 citações), gravação de vídeos (4 citações), projetos em indústrias e atuação (2 citações). Apesar de os níveis de aprendizagem serem supostamente sequenciais e interdependentes (MARLEY, 2014), dos 44 artigos que desenvolvem o nível ‘aplicar’, 60% deles iniciam o planejamento do ensino diretamente a partir desse nível.

Grande parte das publicações (74%) também trabalha o nível ‘analisar’. Dentre as práticas utilizadas para esse nível, tem-se: discussões presenciais entre todos os participantes do ensino (22 citações), discussões em plataformas virtuais (8 citações), discussões presenciais em grupos (7 citações), e reflexão individual (4 citações). A maior parte dos estudos do PB demonstram que a análise do aprendizado é desenvolvida de forma qualitativa. São poucos artigos (33%) que utilizam indicadores quantitativos com o intuito de analisar os resultados alcançados com o ensino.

O penúltimo nível do aprendizado, ‘avaliar’, está relacionado a julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos (MOR *et al.*, 2016). Este nível é trabalhado por 55% dos artigos a partir de três modalidades: (i) utilização de ferramentas específicas de avaliação (indicadores de desempenho, MFV e relatório A3); (ii) desenvolvimento de sistemas de feedbacks em games; e (iii) desenvolvimento de sistemas de avaliação baseados em vídeos. Além disso, as avaliações são geralmente planejadas para investigar a opinião do público alvo do ensino e de mentores de organizações externas participantes do processo de aprendizado, de forma a mensurar se o mesmo proporcionou ganhos para as partes envolvidas no ensino. Em contrapartida, são

poucos os artigos que avaliam a opinião de instrutores de ensino, o que demonstra um certo nível de carência dessas avaliações.

A análise do último nível de aprendizagem, ‘criar’, confirma as observações de Marley (2014) quanto à escassez de trabalhos desenvolvidos, uma vez que somente 17% dos artigos do PB estimulam a criatividade dos indivíduos. Nesses artigos são desenvolvidas diversas soluções criativas, tais como: concepção de rotinas de acompanhamento (BALLÉ; RÉGNIER, 2007), mecanismos para redução de gastos (NCUBE, 2010), ilustração de conceitos de PE (MARLEY, 2014), participação no projeto de simulações (MATT *et al.*, 2014) entre outros.

Quadro 7- Evidências encontradas no PB para cada nível de aprendizagem de PE

Memorizar (20 citações)	Compreender (12 citações)	Aplicar (43 citações)	Analisar (39 citações)	Avaliar (29 citações)	Criar (9 citações)
<p>Introdução teórica</p> <p>Campbell <i>et al.</i> (2009); Van Til <i>et al.</i> (2009); Shannon; Krumwiede (2010); Pourabdollahian <i>et al.</i> (2012); Ramos <i>et al.</i> (2013); Pozzi <i>et al.</i> (2015); Brioso (2015); Blöchl <i>et al.</i> (2017); Merwe (2017); Rybski; Jochem (2016); Tvenge <i>et al.</i> (2016); Dombrowski <i>et al.</i> (2017)</p> <p>Teste de conhecimento</p> <p>Stier (2003); Gadre <i>et al.</i> (2011); Kim <i>et al.</i> (2010); Marley (2014); Hambach <i>et al.</i> (2016); Hamzeh <i>et al.</i> (2017); Choomlucksana; Doolen (2017); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017)</p>	<p>Apresentação de conceitos aprendidos</p> <p>Van Til <i>et al.</i> (2009); Marley (2014); Choomlucksana; Doolen (2017); Witt <i>et al.</i> (2018)</p> <p>Analogia do conceito aprendido com outras áreas</p> <p>Blöchl <i>et al.</i> (2017)</p> <p>Discussão entre pares</p> <p>Stier (2003); Ballé; Régnier (2007); Kim <i>et al.</i> (2010); De Zan <i>et al.</i> (2015); Merwe (2017); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017); De Vin; Jacobsson (2017)</p>	<p>Simulação física</p> <p>Ozelkan; Galambosi (2009); Badurdeen <i>et al.</i> (2010); Elbadawi <i>et al.</i> (2010); Pourabdollahian <i>et al.</i> (2012); Serembus <i>et al.</i> (2012); Ramos <i>et al.</i> (2013); Silva <i>et al.</i> (2013); Kreimeier <i>et al.</i> (2014); Matt <i>et al.</i> (2014); Marley (2014); Brioso (2015); De Zan <i>et al.</i> (2015); Goerke <i>et al.</i> (2015); González <i>et al.</i> (2015); Pozzi <i>et al.</i> (2015); Wagner; Prinz (2015); Merwe (2017); Tvenge <i>et al.</i> (2016); Blöchl <i>et al.</i> (2017); Deif (2017); Dombrowsky <i>et al.</i> (2017); De Vin; Jacobsson (2017); Hamzeh <i>et al.</i> (2017); Blöchl; Schneider (2016); Li <i>et al.</i> (2018)</p> <p>Resolução de problemas</p> <p>Stier (2003); Miles <i>et al.</i> (2005); Vivas; Allada (2006); Ballé; Régnier (2007); Van Til. <i>et al.</i> (2009); Kim <i>et al.</i> (2010); Serembus <i>et al.</i> (2012); Yasukawa <i>et al.</i> (2014); Langstrand <i>et al.</i> (2015); Rybski; Jochem (2016); Zhang; Chen (2016); Choomlucksana; Doolen (2017); Thomas <i>et al.</i> (2017); Hertle <i>et al.</i> (2017); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017); Ahmad <i>et al.</i> (2018); Bauer <i>et al.</i> (2018); Witt <i>et al.</i> (2018)</p>	<p>Discussões presenciais entre todos participantes</p> <p>Pourabdollahian <i>et al.</i> (2012); Wan <i>et al.</i> (2012); Ramos <i>et al.</i> (2013); Kim <i>et al.</i> (2010); Marley (2014); Tyagi <i>et al.</i> (2015); De Zan <i>et al.</i> (2015); González <i>et al.</i> (2015); Wagner; Prinz (2015); Blöchl; Schneider (2016); Hambach <i>et al.</i> (2016); Merwe (2017); Rybski; Jochem (2016); Tvenge <i>et al.</i> (2016); Blöchl <i>et al.</i> (2017); Choomlucksana; Doolen (2017); Deif (2017); De Vin; Jacobsson (2017); Hertle <i>et al.</i> (2017); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017); Ahmad <i>et al.</i> (2018); Barnabè <i>et al.</i> (2018)</p> <p>Discussões presenciais em grupos</p> <p>Stier (2003); Miles <i>et al.</i> (2005); Van Til <i>et al.</i> (2009); Elbadawi <i>et al.</i> (2010); Kreimeier <i>et al.</i> (2014); Brioso (2015); Tvenge <i>et al.</i> (2016)</p> <p>Discussões em plataformas virtuais</p> <p>Campbell <i>et al.</i> (2009); Ncube (2010); Shannon; Krumwiede (2010); Wan <i>et al.</i> (2012); Silva <i>et al.</i> (2013); Hamzeh <i>et al.</i> (2017); Blöchl <i>et al.</i> (2017); Witt <i>et al.</i> (2018)</p> <p>Reflexão individual</p> <p>Ballé; Régnier (2007); Gomes <i>et al.</i> (2013); Matt <i>et al.</i> (2014); De Vin; Jacobsson (2017)</p>	<p>Indicadores de desempenho</p> <p>Yazici (2006); Ozelkan; Galambosi (2009); Elbadawi <i>et al.</i> (2010); Shannon; Krumwiede (2010); Ramos <i>et al.</i> (2013); Kreimeier <i>et al.</i> (2014); Brioso (2015); Goerke <i>et al.</i> (2015); González <i>et al.</i> (2015); Blöchl; Schneider (2016); Hambach <i>et al.</i> (2016); Rybski; Jochem (2016); Blöchl <i>et al.</i> (2017); Deif (2017); Ahmad <i>et al.</i> (2018); Barnabè <i>et al.</i> (2018); Bauer <i>et al.</i> (2018); Li <i>et al.</i> (2018)</p> <p>MFV</p> <p>(mapa de fluxo de valor)</p> <p>Shannon; Krumwiede (2010); Ncube (2010); Silva <i>et al.</i> (2013); Kim <i>et al.</i> (2010); Kreimeier <i>et al.</i> (2014); Ahmad <i>et al.</i> (2018)</p> <p>Relatório A3</p> <p>Tyagi <i>et al.</i> (2015) Tortorella; Cauchick-Miguel (2017)</p> <p>Games com sistemas de feedbacks</p> <p>Ncube (2010)</p> <p>Desenvolvimento de sistemas de avaliação baseados em vídeos</p> <p>Marley (2014)</p>	<p>Desenvolvimento de soluções criativas</p> <p>Stier (2003); Ballé; Régnier (2007); Ncube (2010); Shannon; Krumwiede (2010); Kim <i>et al.</i> (2010); Marley (2014); Matt <i>et al.</i> (2014); De Zan <i>et al.</i> (2015); Choomlucksana; Doolen (2017)</p>

Continua

Continuação

Memorizar	Compreender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
(20 citações)	(12 citações)	(44 citações)	(39 citações)	(29 citações)	(9 citações)
		<p><i>Simulação computacional</i></p> <p>Yazici (2006); Neube (2010); Shannon; Krumwiede (2010); Matt <i>et al.</i> (2011); Medina-López <i>et al.</i> (2011); Pourabdollahian <i>et al.</i> (2012); Gomes <i>et al.</i> (2013); Goerke. <i>et al.</i> (2017)</p> <p><i>Gravação de vídeo</i></p> <p>Campbell. <i>et al.</i> (2009); Kim <i>et al.</i> (2010); Serembus <i>et al.</i> (2012); Marley (2014)</p> <p><i>Projetos em indústrias</i></p> <p>Miles <i>et al.</i> (2005); Van Til <i>et al.</i> (2009); Merwe (2017)</p> <p><i>Atuação</i></p> <p>Serembus <i>et al.</i> (2012); Barnabè <i>et al.</i> (2018)</p>			

2.3. OPORTUNIDADES DE PESQUISA

Com base na revisão de literatura realizada, algumas oportunidades de pesquisas futuras podem ser elencadas. Tais direcionamentos de pesquisa para o ensino de PE são de natureza tanto teórica quanto metodológica, sendo detalhados nas seções subsequentes.

2.3.1. Estrutura de ensino de PE

Apesar da ampla disseminação dos princípios e práticas enxutas ao longo das últimas três décadas, os resultados da análise bibliométrica e análise de lentes teóricas sugerem que os métodos de ensino especificamente voltados à PE ainda se encontram em estágios iniciais de desenvolvimento. Em 2017, ano em que se observou o maior número de publicações em métodos de ensino de PE (10 ao total), o tema PE foi reportado em aproximadamente 900 publicações no mesmo período. Além disso, as evidências encontradas na literatura indicam que pesquisas devotadas ao ensino de PE vêm ocorrendo sem uma continuidade clara.

Os estudos de Badurdeen *et al.* (2010) e Cudney *et al.* (2018) reúnem as principais abordagens de ensino de PE da literatura. Nessa análise, os autores também confirmam o despreparo para desenvolvimento de determinadas competências relacionadas ao tema PE. Mais especificamente, eles salientam que os ensinamentos desenvolvem majoritariamente aspectos técnicos de PE (p.ex. eliminação de desperdícios, redução de custos, ganhos de qualidade e logística), enquanto que os aspectos socioculturais (p.ex. relações interpessoais, trabalho em equipe, respeito às pessoas e cultura organizacional) costumam ser negligenciados. Este é caso de métodos de ensino de PE que tratam do tema sob uma perspectiva técnica e voltada para a aprendizagem de práticas enxutas (p.ex. cartões *kanban*, método 5S, *poka yoke* e *andon*) cujo objetivo é a eliminação de desperdícios. Em contrapartida, as habilidades intangíveis necessárias à uma implementação bem-sucedida de PE, como relações de trabalho e aspectos comportamentais são raramente desenvolvidos no ensino. Por se tratar de conceitos abstratos cuja aprendizagem demanda tempo e esforço contínuo, os aspectos socioculturais muitas vezes são desconsiderados no ensino de PE.

Além disso, após a análise da literatura também fica evidente a necessidade de melhorias na abordagem pedagógica de forma a tornar o ensino de PE mais acessível aos participantes para permitir que qualquer interessado possa se envolver mesmo à distância, como é o caso de simulações computacionais que oferecem cursos de PE a partir de qualquer dispositivo eletrônico

(GOMES *et al.*, 2013). Outra deficiência evidenciada nas publicações é decorrente de alguns métodos de PE que dificilmente praticam o hábito de reflexão com os indivíduos. Esse é o caso de alguns métodos que trazem dois cenários de simulação (sistema puxado e empurrado) e cujas melhorias são implementadas no sistema de forma conjunta e em uma única rodada não permitindo sobrar tempo para refletir sobre o ocorrido. Isso dificulta a percepção dos resultados desencadeados por cada proposta individual e, como consequência, não se sabe ao certo a dimensão dos resultados gerados por melhorias pontuais a fim de determinar quais devem ser priorizadas (DELAGO *et al.*, 2016).

Por fim, é possível identificar um padrão com relação aos métodos de ensino de PE. Mais da metade dos métodos desenvolvidos recentemente propõem uma abordagem de ensino voltada para a aprendizagem de PE de forma exclusivamente prática, a partir de projetos com indústrias locais, ou métodos de experimentação (com simulações físicas e computacionais). Tal preferência pela aprendizagem experimental pode ser descrita como um processo de ruptura em relação à educação tradicional de PE pelo fato desta ter permanecido durante anos enraizada em um ensino restrito às salas de aula. Em decorrência desse comportamento, as competências desenvolvidas nos métodos de ensino de PE atuais tornam-se limitadas àquelas possíveis de serem trabalhadas em situações experimentais, como é o caso de atividades voltadas para melhoria no fluxo de valor da cadeia de suprimentos. Em contrapartida, conhecimentos ensinados em salas de aula são deixados de lado, como alguns conceitos abstratos (por exemplo, o entendimento do trabalho como um ambiente de aprendizado contínuo).

Tais limitações demonstram que ainda há espaço para novas contribuições de pesquisas que planejam investigar as principais deficiências na didática de ensino de PE a fim de propor melhorias. Assim, as falhas pedagógicas tornar-se-iam visíveis aos olhos da comunidade acadêmica, fornecendo oportunidades para que outros pesquisadores e especialistas pudessem desenvolver melhorias a partir de novas abordagens de ensino de PE de forma a suprir as principais limitações dos métodos atuais. Além disso, recomendam-se mais pesquisas na área a fim de encontrar um equilíbrio entre a abordagem de ensino tradicional e as mais recentes, a partir de mecanismos de aprendizagem que possibilitem explicar o significado de conhecimentos complexos, como é o caso de aspectos comportamentais necessários à uma implementação bem-sucedida de PE.

2.3.2. Sistemática de avaliação da eficácia do ensino de PE

A segunda lacuna identificada na literatura diz respeito às sistemáticas utilizadas para avaliação da eficácia dos métodos de ensino de PE. Grande parte das publicações avalia a eficácia do ensino a partir de pesquisas de satisfação, tal como *surveys*, as quais coletam a opinião dos envolvidos no processo de aprendizagem. A *survey* é um dos instrumentos mais indicados para reunir *feedbacks* de indivíduos, possibilitando segurança e privacidade aos respondentes para indicarem sua opinião. No entanto, para avaliação de ensino de PE, sua exclusiva aplicação não é suficiente, uma vez que não permite identificar com clareza se a aprendizagem alcançou os resultados esperados ou se o que aconteceu na prática transcorreu conforme o planejado (FORZA, 2002). Tais verificações são possíveis apenas por meio da aplicação de sistemáticas de avaliação complementares à *survey*, como testes de conhecimento, gravação de vídeos, desenvolvimento de conteúdos, entre outros.

Além da abordagem integrada de instrumentos para a avaliação do ensino de PE, vale ressaltar que a análise da eficácia do ensino de PE compreende avaliações direcionadas para mensurar exclusivamente o nível de memorização de indivíduos. Em outras palavras, são formas de investigar se os participantes fixaram o conteúdo trabalhado no ensino de PE. No entanto, memorizar conceitos não significa adquirir conhecimento. Um indivíduo pode simplesmente gravar uma definição sem saber seu real significado. Assim, as avaliações devem ser flexíveis a ponto de verificar se o indivíduo está apto a reproduzir o conhecimento aprendido sob uma perspectiva diferente daquela estudada. Nesse caso, o intuito é medir se o indivíduo compreende conteúdos suficientemente bem, sendo capaz de explicá-los a partir de outros exemplos usando sua criatividade.

Cabe ainda mencionar a importância da avaliação do nível de conhecimento de PE proporcionado pelo ensino tanto do ponto de vista técnico como sociocultural, uma vez que o tema PE engloba não apenas melhorias no sistema operacional, mas também mudanças comportamentais cujo objetivo é transformar a rotina diária de trabalho a partir de transformações na cultura organizacional. Apesar de sua relevância, os conceitos socioculturais de PE raramente são verificados durante uma avaliação de ensino. Grande parte das sistemáticas tem sua análise concentrada na verificação de melhorias concretas desencadeadas pela implementação de práticas de PE (como redução de custo, tempo de entrega e número de defeitos), enquanto que outras

habilidades (como relações interpessoais, trabalho em equipe, liderança) não costumam ser investigadas na análise da eficácia do método de ensino.

Soma-se a isso o fato de ser pequena a quantidade de artigos que realizam uma avaliação longitudinal de forma a medir se houve mudanças no longo prazo desencadeadas pelo ensino de PE. Grande parte das publicações aplica sua avaliação uma única vez (no momento imediatamente posterior ao encerramento do ensino de PE), o que inviabiliza a constatação de mudanças de hábito proporcionadas pelo ensino e a verificação da durabilidade do aprendizado. Deve-se ainda mencionar que as pesquisas de avaliação de PE geralmente estão restritas a público alvo específicos, como participantes e empresas parceiras, enquanto que avaliadores de ensino raramente são consultados, apesar de serem um dos constituintes principais do processo de aprendizagem. Em vista disso, aconselha-se o uso de pesquisas de avaliação longitudinais cujo foco de análise seja abrangente a ponto de incluir todos os elementos envolvidos no ensino de PE.

As deficiências nas sistemáticas de avaliação de ensino de PE apontadas anteriormente evidenciam lacunas na literatura quanto às formas utilizadas para constatação da eficácia do ensino. Para investigar os resultados alcançados com o ensino de PE, observa-se a predominância de pesquisas de avaliação conhecidas como *surveys*. Todavia, com a aplicação destas, os dados coletados se restringem a opiniões de participantes e, por esse motivo, as *surveys* devem ser complementadas por outras modalidades de avaliação. Além disso, tais avaliações devem estar aptas a medir mudanças técnicas e socioculturais desencadeadas pelo ensino de PE. Elas também devem medir se o indivíduo compreende e consegue reproduzir o conteúdo aprendido. Ademais, podem ser longitudinais e envolver todos participantes do ensino. Como pode ser observado, as limitações citadas mostram que ainda há espaço para pesquisas sobre como integrar instrumentos de avaliação de PE, ou ainda para investigar o ensino de aspectos socioculturais, ou até mesmo para adquirir informações quanto ao nível de aprendizagem alcançado.

2.4. CONCLUSÕES

O presente artigo teve como objetivo identificar os principais métodos de ensino de PE e suas respectivas sistemáticas de avaliação visando um melhor entendimento sobre o tema. Para isso, foi realizado uma extensa revisão de literatura nas principais bases de dados, a qual possibilitou o desenvolvimento de análises bibliométrica e de lentes teóricas. Na recuperação de

publicações, notou-se que o principal método de ensino de PE é a aprendizagem experimental baseada em simulações físicas. Já o principal benefício advindo dos métodos de ensino de PE é a maior proximidade entre educação e realidade, enquanto que a limitação mais comum nos ensinamentos é a falta de maturidade destes métodos, que ainda precisam de mais aplicações práticas para aprimoramento.

Cabe ainda destacar algumas limitações deste trabalho. Primeiramente, as inferências desse estudo são oriundas da base de dados recuperada em um período específico de tempo. Assim, as indicações realizadas são limitadas à disponibilidade dos trabalhos publicados até este período. Segundo, ainda na etapa de coleta de artigos científicos para consolidação do portfólio bibliográfico, as constatações do trabalho foram construídas sobre as pesquisas disponíveis em quatro das principais bases de dados. Contudo, trabalhos publicados em periódicos indexados em outras bases de dados podem trazer contribuições adicionais aos resultados aqui observados. Por fim, a análise das lentes teóricas está restrita à taxonomia de níveis de aprendizagem adaptada por Marley (2014) para o ensino de PE. Estudos futuros poderiam analisar o conteúdo do mesmo portfólio bibliográfico sob a lente de outras abordagens de ensino e teorias cognitivas, de modo a complementar e até mesmo comparar a aderência dos diversos métodos de ensino de PE.

REFERÊNCIAS

Nota: *As referências com demarcação são aquelas incluídas no portfólio bibliográfico da pesquisa.

*AHMAD, R.; MASSE, C.; JITURI, S.; DOUCETTE, J.; MERTINY, P. Alberta Learning Factory for training reconfigurable assembly process value stream mapping. **Procedia Manufacturing**, v.23, p.237-242, 2018.

AL-KURDI, O.; EL-HADDADEH, R.; ELDABI, T. Knowledge sharing in higher education institutions: a systematic review. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 31, n.2, p.226-246, 2018.

ALTBACH, P. G.; REISBERG, L. Global trends and future uncertainties. **Change: The Magazine of Higher Learning**, v. 50, n. 3-4, p. 63-67, 2018.

ALVES, A.; KAHLLEN, F.; FLUMERFELT, S.; MANALANG, A. The lean production multidisciplinary: from operations to education. In: International Conference on Production Research, 7., 2014, Americas. **Proceedings** [...]. Americas, 2014a.

ALVES, A.; SOUSA, R. M.; DINIS-CARVALHO, J.; LIMA, R. M.; MOREIRA, F.; LEÃO, C. P.; MAIA, L. C.; MESQUITA, D.; FERNANDES, S. Final year Lean projects: advantages for companies, students and academia. In: International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE2014) "Innovation for Transformation", 6., 2014, Universidade do Minho. **Proceedings** [...]. Minho, Centro de Investigação em Educação (CIEd), p. 56.1-56.10, 2014b.

ALVES, A. C.; SOUSA, R. M.; FERNANDES, S.; CARDOSO, E.; CARVALHO, M. A.; FIGUEIREDO, J.; PEREIRA, R. M. S. Teacher's experiences in PBL: implications for practice. **European Journal of Engineering Education**, v.41, n.2, p.123-141, 2016a.

- *ALVES, A. C.; FLUMERFELT, S.; LEÃO, C. P.; WADE, D. L. What do Organizational Leaders need from lean graduate programming? **European Journal of Training and Development**. 2016b.
- ALVES, A. C; FLUMERFELT, S.; KAHLEN, F. **Lean education: an overview of current issues**. Ed. Springer. 2017a
- ALVES, C. C.; FLUMERFELT, S.; MOREIRA, F. LEÃO, P. C. Effective tools to learn thinking and gather together academic and practice communities. In: International Mechanical Engineering Congress and Exposition, 2017, Flórida, USA. **Proceedings** [...]. Flórida, USA, 2017b.
- *BADURDEEN, F.; MARKSBERRY, P.; HALL, A.; GREGORY, B. Teaching lean manufacturing with simulations and games- A survey and future directions. **Simulation & Gaming**, v.4, n.4, p. 465-486. 2010.
- BARBOSA, E. F.; DE MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.
- *BALLÉ, M.; RÉGNIER, A. Lean as a learning system in a hospital ward. **Leadership in Health Services**. 2007.
- BALLÉ, M.; CHAIZE, J.; JONES, D. Lean as a learning system: What do organizations need to do to get the transformational benefits from Toyota's method?. **Development and Learning in Organizations: An International Journal**, v. 33, n. 3, p. 1-4, 2019.
- *BARNABÈ, F.; GIORGINO, M. C.; GUERCINI, J.; BIANCARDI, C.; MEZZATESTA, V. Management simulations for Lean healthcare: exploiting the potentials of role-playing. **Journal of Health Organization and Management**, v.32, n.2, p. 298-320, 2018.
- *BAUER, H.; BRANDL, F.; LOCK, C.; REINHART, G. Integration of industrie 4.0 in lean manufacturing learning factories. **Procedia Manufacturing**, v.23, p.147-152. 2018.
- *BLÖCHL, S.; SCHNEIDER, M. Simulation game for intelligent production logistics – the pull® learning factory. **Procedia CIRP**, v.54, p.130-135. 2016.
- *BLÖCHL, S.; MICHALICKI, M.; SCHNEIDER, M. Simulation game for lean leadership – shopfloor management combined with accounting for lean. **Procedia Manufacturing**, v.9, p.97-105. 2017.
- BLOOM, B.; ENGLEHART, M.; FURST, E.; HILL, W.; KRATHWOHL, D. **Taxonomy of educational objectives: The classification of education goals. Handbook 1: cognitive domain**. New York. 1956
- *BRIOSIO, X. Teaching lean construction- pontifical catholic university of Peru training course in lean project & construction management. **Procedia Engineering**. 2015.
- BURCH, V; REUBEN, F.; SMITH, B. Using simulation to teach lean methodologies and the benefits for Millennials. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 30, n. 3-4, p. 320-334, 2019.
- *CAMPBELL, R.; GANTT, L.; CONGDON, T. Teaching workflow analysis and lean thinking via simulation- a formative evaluation. **Perspectives in Health Information Management**, v.6, n.3. 2009.
- CHANDIO, M. T.; PANDHIANI, S. M.; IQBAL, S. Bloom's Taxonomy: Improving Assessment and Teaching-Learning Process. **Journal of Education and Educational Development**, v. 3, n. 2, p. 203-221, 2016.
- *CHOOMLUCKSANA, J.; DOOLEN, T. L. An exploratory investigation of teaching innovations and learning factors in a lean manufacturing systems engineering course. **European Journal of Engineering Education**, v.42, n.6, p. 829-843. 2017.
- CHOPRA, S.; DERANEK, K. M. Efficiently teaching engineering and technology students through effective college-industry partnerships. In: Agricultural and Biosystems Engineering Conference, 2017, Iowa. **Proceedings** [...]. Repositório digital Iowa State University, 2017.
- CLEMENS, B.; BAKSTRAN, L. A framework of theoretical lenses and strategic purposes to describe relationships among firm environmental strategy, financial performance, and environmental performance. **Management Research Review**, v. 33, n. 4, p. 393-405, 2010.
- CROSSAN, M. M.; APAYDIN, M. A Multi-Dimensional Framework of Organizational Innovation: A Systematic Review of the Literature Jobs. **Journal of Management Studies**, v. 47, n.6, 2010.

- COSME, N.; HAUSCHILD, M. Z.; MOLIN, C.; ROSENBAUM, R. K.; LAURENT, A. Learning-by-doing: experience from 20 years of teaching LCA to future engineers. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 24, n. 3, p. 553-565, 2019.
- CUDNEY, E. A.; VENUTHURUMILLI, S. S. J.; MATERLA, T.; ANTONY, J. Systematic review of Lean and Six Sigma approaches in higher education. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 31, n. 3-4, p. 231-244, 2018.
- DE LIMA, S. T. C.; MIOTO, T. R. C. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálysis**, v. 10, 2007.
- DELAGO, L. C.; MACHADO, M. E.; DE BRITO, F. O.; LANDGRAF, G. C.; DE ANDRADE SCHROEDER, M.; TOREZZAN, C. Learning lean philosophy through 3D game-based simulation. In: **Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference**. IEEE Press, 2016. p. 3385-3392, 2016.
- *DE VIN, L. J.; JACOBSSON, L. Karlstad lean factory- an instructional factory for game-based lean manufacturing training. **Production & Manufacturing Research**, v.5, n.1, p.268-283. 2017.
- *DE ZAN, G.; DE TONI, A. F.; FORNASIER, A.; BATTISTELLA, C. A methodology for the assessment of experiential learning lean. **European Journal of Training and Development**, v.39, n.4, p.332-354. 2015.
- *DEIF, A. Insights on lean gamification for higher education. **International Journal of Lean Six Sigma**. 2017.
- DEMIRCI, C. The Effect of Active Learning Approach on Attitudes of 7th Grade Students. **International Journal of Instruction**, v. 10, n. 4, p. 129-144, 2017.
- DINIS-CARVALHO, J.; FERNANDES, S. Student's role in the Implementation of a Lean Teaching and Learning Model. In: International Symposium on Project Approaches in Engineering Education Education (PAEE), 8., 2016. **Proceedings [...]**. Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE), 2016.
- DINIS-CARVALHO, J.; FERNANDES, S.; LIMA, R. M.; MESQUITA, D.; COSTA-LOBO, C. Active Learning in Higher Education: developing projects in partnership with industry. In: INTED2017 Conference, 2017. **Proceedings [...]**.p. 1695–1704, 2017.
- *DOMBROWSKI, U.; WULLBRANDT, J.; REIMER, A. lean stress sensitization in learning factories. **Procedia Manufacturing**, v.9, p. 339-346. 2017.
- DUTRA, A.; RIPOLL-FELIU, V. M.; FILLOL, A. G.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. The construction of knowledge from the scientific literature about the theme seaport performance evaluation. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 64, n. 2, p. 243-269, 2015.
- *ELBADAWI, I.; MCWILLIAMS, D. L.; TETTEH, E. G. Enhancing lean manufacturing learning experience through hands-on simulation. **Simulation & Gaming**, v.4, n.4, p. 537-552. 2010.
- ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PINTO, H. de M. Processo de investigação e Análise bibliométrica: Avaliação da Qualidade dos Serviços Bancários. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 17, n. 3, p. 325-349, 2013.
- FORZA, C. Survey Research in Operations Management: A Process-based Perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n.2, p. 152-194, 2002.
- GADRE, A.; CUDNEY, E.; CORNS, S. Model Development of a Virtual Learning Environment to Enhance Lean Education. **Procedia Computer Science**, v.6, p.100-105, 2011.
- *GOERKE, M.; SCHMIDT, M.; BUSCH, J.; NYHUIS, P. Holistic approach of lean thinking in learning factories. **Procedia CIRP**, v.32, p.138-143. 2015.
- *GOERKE, M.; SCHMIDT, M.; BUSCH, J.; NYHUIS, P. Employee qualification by digital learning games. **Procedia Manufacturing**. 2017.
- *GOMES, D.F.; LOPES, M. P.; DE CARVALHO, C.V. Serious games for lean manufacturing: the 5s game. **Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v.8, n.4. 2013.
- *GONZÁLEZ, V.; OROZCO, F.; SENIOR, B.; INGLE, J.; FORCAEL, E.; ALARCÓN, L. LEBSO- lean-based simulation game for construction management classrooms. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.141, n.4. 2015.

- *HAMBACH, J.; DIEZEMANN, C.; TISCH, M.; METTERNICH, J. Assessment of students' lean competencies with the help of behavior video analysis – Are good students better problem solvers?. **Procedia CIRP**, p.230-235. 2016.
- HAMZEH, F.; JACOBS, F. Open Forum as an Active Learning Method for Teaching Lean Construction. In: LAI/EdNet Lean Educator Conference, 5., 2010, Florida. **Proceedings** [...]. Florida, 2010.
- *HAMZEH, F.; THEOKARIS, C.; ROUHANA, C.; ABBAS, Y. Application of hands-on simulation games to improve classroom experience. **European Journal of Engineering Education**. 2017.
- *HERTLE, C.; JOKOVIC, B.; WEBER, C.; TISCH, M.; KÖNIG, C.; MEIßNER, A.; ARDEL, T.; BRUDER, R.; METTERNICH, J.; TENBERG, R. Innovative approaches for technical, methodological, and sociocommunicative competency development in production areas. **Procedia Manufacturing**, p.299-306. 2017.
- JOHNSON, S. The Value of Inquiry in Teaching Lean Process Design. In: American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, 2010. **Proceedings** [...]. 2010.
- KAHLEN, F.; SIRIBAN-MANALANG, A. B; FLUMERFELT, S.; ALVES, A. Benefits of lean teaching. In: ASME 2011 International Mechanical Engineering Congress & Exposition, 2011, Colorado, USA. **Proceedings** [...]. Colorado, USA, 2011.
- *KIM, C.; LUKELA, M.; PAREKH, V.; MANGRULKAR, R.; DEL VALLE, J.; SPAHLINGER, D.; BILLI, J. Teaching internal medicine residents quality improvement and patient safety- a lean thinking approach. **American Journal of Medical Quality**, v.25, n.3, p.211-217. 2010.
- *KREIMEIER, D.; MORLOCK, F.; PRINZ, C.; KRÜCKHANS, B.; BAKIR, D. C. Holistic learning factories - a concept to train lean management, resource efficiency as well as management and organization improvement skills. **Procedia CIRP**, v.17, p. 184-188. 2014.
- *LANGSTRAND, J.; CRONEMYR, P.; POKSINSKA, B. Practise what you preach: quality of education in education on quality. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 26, n. 11-12, p. 1202-1212, 2015.
- *LI, X.; SHENG, G. Q.; WU, H.; WU, P.; TENG, Y. RBL-PHP: Simulation of lean construction and information technologies for prefabrication housing production. **Journal of Management in Engineering**, v.34, n.2., p.04017053, 2018.
- *MARLEY, K. A. Eye on the Gemba: Using student-created videos and the revised Bloom's taxonomy to teach lean management, v.89, n.6, p. 310-316. **Journal of Education for Business**, v.89, n.6, p. 310-316, 2014.
- *MATT, D. T.; RAUCH, E.; DALLASEGA, P. Model development of a virtual learning environment to enhance lean education. **Procedia Computer Science**. 2011.
- *MATT, D. T.; RAUCH, E.; DALLASEGA, P. Mini-factory – a learning factory concept for students and small and medium sized enterprises. **Procedia CIRP**, v.17, p.178-183. 2014.
- MCCOY, L.; PETTIT, R. K.; KELLAR, C.; MORGAN, C. Tracking active learning in the medical school curriculum: a learning-centered approach. **Journal of Medical Education and Curricular Development**, v.5, p. 2382120518765135, 2018.
- *MEDINA-LÓPEZ, C.; ALFALLA-LUQUE, R.; ARENAS-MÁRQUEZ, F. Active learning in operations management- interactive multimedia software for teaching JIT-lean production. **Journal of Industrial Engineering and Management**. 2011.
- MERWE, K. R. A longitudinal study of the efficacy of lean learning experienced through a simulated working environment (SWE). **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 5, p. 651-661, 2017.
- *MILES, M.; MELTON, D.; RIDGES, M.; HARRELL, C. The benefits of experiential learning in manufacturing education. **Journal of Engineering Technology**, v.22, n.1, p.24. 2005.
- MRUGALSKA, B.; WYRWICKA, M. K. Towards lean production in industry 4.0. **Procedia Engineering**, v. 182, p. 466-473, 2017.
- MOR, R. S.; SINGH, S.; BHARDWAJ, A. Learning on lean production: A review of opinion and research within environmental constraints. **Operations and Supply Chain Management: An International Journal**, v. 9, n. 1, p. 61-72, 2016.

- MURMAN, E. M.; MCMANUS, H.; WEIGEL, A. L. The LAI lean academy experience: Introductory lean curriculum. **Journal of Enterprise Transformation**, v. 4, n. 3, p. 205-225, 2014.
- *NCUBE, L. B. A simulation of lean manufacturing-the lean lemonade tycoon 2. **Simulation & Gaming**, v.4, n.4, p.568-586. 2010.
- *OZELKAN, E.; GALAMBOSI, A. Lampshade Game for lean manufacturing. **Production Planning and Control**. 2009.
- PEREIRA, L. G.; TORTORELLA, G. L. A Literature Review on Lean Manufacturing in Small Manufacturing Companies. In: **Progress in Lean Manufacturing**. Springer, Cham, p. 69-89, 2018.
- *POZZI, R.; NOÈ, C.; ROSSI, T. Experimenting ‘learn by doing’ and ‘learn by failing’. **European journal of engineering education**, v.40, n. 1, p.68-80. 2015.
- *POURABDOLLAHIAN, B.; TAISCH, M.; KERGA, E. Serious games in manufacturing education- evaluation of learners’ engagement. **Procedia Computer Science**, v.15, p.256-265. 2012.
- *RAMOS, A. G.; LOPES, M. P.; ÁVILA, P. S. Development of a platform for lean manufacturing simulation games. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v.8, n.4. 2013.
- *RYBSKI, C.; JOCHEM, R. Benefits of a learning factory in the context of lean management for the pharmaceutical industry. **Procedia CIRP**, v.54, p.31-34. 2016.
- *SEREMBUS, J. F.; MELOY, F.; POSMONTIER, B. Learning from business: Incorporating the Toyota production system into nursing curricula. **Nursing Clinics**, v. 47, n. 4, p. 503-516, 2012.
- *SHANNON, P.; KRUMWIEDE, K.; Street, J. Using simulation to explore lean manufacturing implementation strategies. **Journal of Management Education**, v.34, n.2, p. 280-302. 2010.
- *SILVA, I.; XAMBRE, A. R.; LOPES, R. B. A simulation game framework for teaching lean production. **International Journal of Industrial Engineering and Management**, v.4, n.2, p.81-86. 2013.
- SISSON, J.; ELSHENNAWY, A. Achieving success with Lean. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 6, n. 3, p. 263-280, 2014.
- *SMITH, A.; OCZKOWSKI, E.; NOBLE, C.; MACKLIN, R. New management practices and enterprise training in Australia. **International Journal of Manpower**, v.24, n. 1, p.31-47. 2003.
- *STIER, K. Teaching lean manufacturing concepts through project-based learning and simulation. **Journal of Industrial Technology**, v.19, n.4. 2003.
- *THOMAS, A.; ANTONY, J.; HAVEN-TANG, C.; FRANCIS, M.; FISHER, R. Implementing Lean Six Sigma into curriculum design and delivery – a case study in higher education. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.66, n.5, p. 577-597. 2017.
- *TORTORELLA, G.; CHAUCHIK-MIGUEL, P. A. An initiative for integrating problem-based learning into a lean manufacturing course of an industrial engineering graduate program. **Production**, v.27, n. SPE, 2017.
- TORTORELLA, G.; MIORANDO, R.; CASTILLO, A.P. Association between Lean Manufacturing teaching methods and students’ learning preferences. In: **Progress in Lean Manufacturing, 2018. Proceedings [...]**. Springer, Cham, p-105-128, 2018.
- *TVENGE, N.; MARTINSEN, K.; KOLLA, S. S. V. K. Combining learning factories and ICT- based situated learning. **Procedia CIRP**, v.54, p.101-106. 2016.
- *TYAGI, S.T.; CAI, X.; YANG, K.; CHAMBERS, T. Lean tools and methods to support efficient knowledge creation. **International Journal of Information Management**, v. 35, p. 204-214. 2015.
- *VAN TIL, R.; TRACEY, M.; SENGUPTA, S.; FLIEDNER, G. Teaching lean with an interdisciplinary problem solving learning approach. **International Journal of Engineering Education**, v.25, n.1. 2009.
- *VIVAS, J. F.; ALLADA, V. Enhancing engineering education using thematic case-based learning. **International Journal of Engineering Education**. 2006.

- *WAGNER, P.; PRINZ, C. Learning Factory for management, organization and workers' participation. **Procedia CIRP**, v. 32, p. 115-119. 2015.
- *WAN, H; LIAO, Y.; KURIGER, G. Redesigning a lean simulation game formore flexibility and higher Efficiency. **Journal of Management in Engineering**. 2012.
- WELCH, M.; PLAXTON-MOORE, S. Faculty development for advancing community engagement in higher education: Current trends and future directions. **Journal of Higher Education Outreach and Engagement**, v. 21, n. 2, p. 131-165, 2017.
- *WITT, C. M.; SANDOE, K.; DUNLAP, J.C. 5S your life: using an experiential approach to teaching lean philosophy. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v.16, n.4. 2018.
- *YASUKAWA, K.; BROWN, T.; BLACK, S. Disturbing practices: training workers to be lean. **Journal of Workplace Learning**, v. 26, n. 6,7, p. 392-405. 2014.
- *YAZICI, H. Simulation modeling of a facility layout in operations management classes. **Simulation & Gaming**, v.37, n.1. 2006.
- *ZHANG, L.; CHEN, X. Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in lean construction. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 1267-1274. 2016.

3. Avaliação de métodos de ensino de Produção Enxuta em termos de aprendizado técnico e sociocultural nas organizações

Resumo

Com o passar dos anos, a experiência prática mostrou que para adquirir conhecimento sobre Produção Enxuta (PE) de forma efetiva, é necessário desenvolver métodos de ensino que estimulem a aprendizagem a partir de aspectos técnicos e socioculturais. Embora as evidências da literatura sobre a relação entre PE e métodos de ensino seja extensa, uma quantidade significativamente menor de estudos leva em consideração a avaliação do aprendizado em termos técnicos e socioculturais. Sendo assim, o presente estudo tem por objetivo avaliar os métodos de ensino de PE em termos de aprendizado técnico e sociocultural. A fim de alcançar tal objetivo, foi realizado um estudo longitudinal em duas organizações participantes de cursos de treinamento de PE, sendo elas: um hospital escola público e uma instituição de ensino superior pública. Os resultados da pesquisa indicaram que a aprendizagem de aspectos socioculturais é beneficiada principalmente em situações em que o método de ensino utilizado compreende abordagens de aprendizagem ativa. No que se refere aos aspectos técnicos, também foram encontradas evidências de que os métodos de aprendizagem ativa podem favorecer a aprendizagem desses aspectos. Por outro lado, em métodos de ensino desenvolvidos de forma tradicional, não houve indícios de aprendizado de aspectos socioculturais nos resultados da pesquisa. Todavia, vale a pena mencionar que para participantes iniciantes em implementação enxuta, a combinação de aulas expositivas em sala com exercícios de simulação computacional possibilitou o aprendizado de conhecimento técnico de PE.

Palavras-chave: Produção Enxuta. Aprendizagem. Aspectos técnicos. Aspectos Socioculturais.

Abstract

Over the years, practical experience has shown that to gain knowledge about Lean Production (LP) effectively, it is necessary to develop teaching methods that stimulate learning from technical and socio-cultural aspects. Although evidence from the literature on the relationship between LP and teaching methods is extensive, significantly fewer studies take into account the assessment of learning in terms of these aspects. Thus, the present study aims to examine LP teaching methods in terms of technical and socio-cultural learning. In order to achieve this goal, a longitudinal study was carried out in two organizations participating in LP training courses, namely: a public school hospital and a public higher education institution. The research results indicated that the learning of sociocultural aspects is mainly benefited in situations where the teaching method used comprises active learning approaches. Regarding the technical aspects, evidence was also found that active learning methods may favor the learning of these aspects. On the other hand, in traditionally developed teaching methods, there was no evidence of learning socio-cultural aspects in the research results. However, it is worth mentioning that for novice participants in lean implementation, the combination of classroom lectures with computer simulation exercises enabled the learning of technical LP knowledge.

Keywords: Lean Production. Learning. Technical skills. Soft skills.

3.1. INTRODUÇÃO

Dentre as abordagens de melhoria utilizadas para aumento de competitividade e diferenciação no mercado, as práticas e os princípios de Produção Enxuta (PE) têm se destacado em organizações de diversos setores (GAO; LOW, 2015; TORTORELLA *et al.*, 2017). No entanto, grande parte das organizações que tentaram replicar a transformação enxuta em seu negócio ainda não conseguiram alcançar resultados tão efetivos quanto àqueles obtidos pela Toyota. Tal insucesso pode ser justificado em função do despreparo das empresas para iniciar a transformação de PE, já que muitas das falhas de implementação enxuta estão relacionadas direta ou indiretamente com aspectos socioculturais, tais como: liderança, apoio da alta administração, cultura organizacional, comunicação, participação de funcionários, treinamento e competências desenvolvidas (MAMAT *et al.*, 2015; ANDREADIS *et al.*, 2017).

Em função das dificuldades na implementação enxuta, houve um crescente aumento no número de estudos sobre a temática aprendizagem de PE (BADURDEEN *et al.*, 2010). Na literatura são evidenciados diversos métodos para o ensino de PE. Mais recentemente, a comunidade acadêmica passou a atribuir maior importância para os métodos de ensino baseados em situações práticas-experimentais (p.ex., simulações físicas e computacionais), pois estas permitem vivenciar situações sob uma perspectiva mais próxima da realidade (POZZI *et al.*, 2015). Entretanto, as avaliações para mensurar a eficácia do ensino de PE ainda são questionáveis e carecem de aprimoramento (MERWE, 2017).

Com o passar dos anos, a experiência prática mostrou que uma implementação efetiva de PE depende de funcionários ativos, inovadores, com múltiplas habilidades, e com motivação contínua para promover melhorias (GODINHO FILHO *et al.*, 2016). Assim, as organizações perceberam que para adquirir conhecimento sobre PE era necessário desenvolver métodos de ensino que estimulassem a aprendizagem de PE a partir de aspectos técnicos e socioculturais. Os aspectos técnicos representam o conjunto de ações tangíveis da implementação enxuta (p.ex. definição de metas, abordagens, procedimentos e tecnologias) (RESTA *et al.*, 2015; DORA *et al.*, 2015). Em contrapartida, os aspectos socioculturais da PE referem-se ao conjunto de elementos intangíveis da transformação enxuta e quase nunca são mencionados nos métodos de ensino. Nesse caso, são exemplos a postura da alta administração, desenvolvimento de treinamentos, relacionamento com agentes externos, trabalho em equipe, liderança, sistema de recompensas, cultura organizacional e comunicação (AOUN; HASNAN, 2013).

A inclusão dos aspectos socioculturais em métodos de ensino de PE ou na avaliação da eficácia desses métodos ainda é recente (RAGHAVAN *et al.*, 2014; LARTEB *et al.*, 2015; MAMAT *et al.*, 2015). Na literatura, verifica-se uma lacuna em relação ao ensino de PE, principalmente quando se considera os aspectos socioculturais inerentes à implementação enxuta. Com base nesta lacuna, pode-se levantar as seguintes questões de pesquisa:

Q1. *Como se relacionam os métodos de ensino em PE com os aspectos técnicos e socioculturais inerentes à implementação enxuta?*; e

Q2. *Como estruturar métodos de ensino eficazes para favorecer tanto o aprendizado técnico quanto sociocultural em organizações em implementação enxuta?*

Assim, para responder estas questões, este estudo apresenta dois objetivos. Primeiramente, investiga-se a relação entre os métodos de ensino de PE e os aspectos socioculturais das organizações. Para tal, realiza-se um estudo longitudinal em duas organizações em implementação enxuta nas quais vêm sendo utilizados diferentes métodos de ensino ao longo dos últimos dois anos juntamente à gerência intermediária. Em seguida, com base nas relações identificadas, busca-se avaliar a eficácia dos métodos de ensino de PE para a mudança técnica e sociocultural das organizações. A contribuição deste estudo se dá de duas maneiras. Em termos teóricos, este estudo complementa a literatura existente ao identificar, quais métodos de ensino podem favorecer a aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais de PE. Segundo, em termos práticos, a identificação do nível de aprendizado de PE quanto aos aspectos técnicos e socioculturais permite aos gestores das organizações em implementação enxuta maior clareza quanto às expectativas de mudança, possibilitando anteciparem-se a eventuais dificuldades. Além disso, os resultados da avaliação de eficácia do aprendizado proposta neste estudo corroboram para que os instrutores de treinamentos e capacitações em PE revisem os métodos de ensino adotados de modo a se tornarem mais assertivos.

3.2. MÉTODOS DE ENSINO DE PE

Os métodos desenvolvidos para o ensino de PE geralmente transcorrem sob diferentes formas, variando de acordo com o público para o qual é dirigido. Na literatura, observa-se que o ensino de PE vem sendo desenvolvido majoritariamente em dois contextos. O primeiro contexto é formado por instituições de ensino superior onde os métodos de ensino de PE foram evoluindo ao

longo dos anos. Inicialmente, o ensino de PE compreendia métodos tradicionais, baseados em aulas expositivas. Pelo fato de serem métodos desenvolvidos em salas de aula, o conteúdo ensinado muitas vezes era limitado e dependia dos recursos disponíveis nas instituições de ensino superior. Consequentemente, o recém-formado ingressava no mercado de trabalho com baixa experiência em aplicações práticas (RAGHAVAN *et al.*, 2014; LARTEB *et al.*, 2015; MAMAT *et al.*, 2015).

Com o advento de métodos mais próximos da realidade, as abordagens tradicionais de ensino de PE passaram a ser complementadas por métodos que visavam a resolução de problemas em situações experimentais (p.ex. simulações físicas e computacionais) (ALVES *et al.*, 2017). Particularmente, a incorporação de simulações representou um marco importante na evolução do ensino de PE, já que facilitou o desenvolvimento de habilidades dificilmente adquiridas a partir do uso de métodos de ensino tradicionais. Este é o caso de métodos que buscam ensinar o indivíduo a identificar problemas, analisar custos e benefícios, tomar decisões, e traçar planos de melhorias (ABELE *et al.*, 2017).

Cabe ainda destacar que os métodos de simulação podem se tornar mais efetivos quando a fase prática do ensino envolve problemas reais. Nesse caso, alunos de graduação são convidados a participar de projetos em organizações parceiras, a fim de vivenciar em contextos reais o conteúdo visto em teoria (CHOPRA; DERANEK, 2017). Entretanto, a utilização de problemas reais oriundos da parceria entre instituições de ensino e organizações para o ensino de PE é menos frequente se comparado às demais abordagens de ensino (MERWE, 2017).

O segundo contexto onde o ensino de PE é desenvolvido são as organizações tanto manufatureiras quanto de serviços. Nesse caso, o ensino de PE assume um papel mais crítico, pois deve proporcionar resultados tangíveis (HERTLE *et al.*, 2017). Assim, os métodos de ensino de PE utilizados tendem a ser direcionados para a aplicação prática, e transcorrem em grande parte a partir de métodos baseados na resolução de problemas complementados por métodos de simulação (física ou computacional) para que as propostas de melhorias possam ser testadas em cenários próximos da realidade (DE ZAN *et al.*, 2015; GOERKE *et al.*, 2017; BARNABÈ *et al.*, 2017).

O Quadro 8 reúne as publicações sobre métodos de ensino de PE recuperadas em Lista e Tortorella (2019) a fim de apresentar uma classificação desses métodos quanto a dois contextos de aplicação, são eles: instituições de ensino superior e organizações (manufatureiras e de serviços). De uma forma geral, a frequência de estudos em instituições de ensino aparenta ser maior que nas organizações (51 e 25 citações, respectivamente). Além disso, percebe-se que, em ambos os

contextos, o método de ensino de PE mais reportado nas pesquisas é a simulação física (23 citações nas instituições de ensino superior e 8 citações nas organizações) e a segunda abordagem de ensino mais citada é aprendizagem baseada na resolução de problemas (13 e 6 citações, respectivamente). Embora o terceiro método mais citado nas instituições de ensino superior seja desenvolvido a partir de aulas expositivas, nas organizações é a simulação computacional. Uma possível justificativa para essa diferença de abordagem é que as instituições de ensino dispõem de um padrão tradicional de ensino já consolidado que facilita a adoção de aulas expositivas (ALVES *et al.*, 2016); em contrapartida, nas organizações é comum a busca por resultados concretos, portanto, tem-se uma preferência maior por métodos que simulem situações reais de modo a visualizar o impacto das decisões tomadas (GOMES *et al.*, 2013; BAUER *et al.*, 2018).

Com relação aos métodos menos citados nos contextos investigados, cabe destacar que somente em três dos artigos analisados ocorrem parcerias entre instituições de ensino superior e organizações. Todavia, as evidências encontradas na análise mostram que essa integração entre instituições de ensino superior e organizações é sempre gerada do ambiente acadêmico para as organizações. Nesse caso, a integração tem como objetivo preparar o aluno para o mercado de trabalho (MERWE, 2017). Outro método de ensino de PE com baixa frequência de citação na pesquisa é baseado em discussões e observações, o qual foi identificado somente em organizações hospitalares e manufatureiras (KIM *et al.*, 2010; YASUKAWA *et al.*, 2014). A falta de relatos de aplicação desse método nas instituições de ensino superior não necessariamente indica que ele não esteja sendo aplicado nesses contextos.

Quadro 8- Métodos de ensino de PE em instituições de ensino superior e em organizações manufatureiras e de serviços

Métodos de ensino de PE	Aplicação em instituições de ensino superior	Frequência	Aplicação em organizações manufatureiras e de serviços	Frequência
Simulação física	Ozelkan; Galambosi (2009); Badurdeen <i>et al.</i> (2010); Elbadawi <i>et al.</i> (2010); Pourabdollahian <i>et al.</i> (2012); Serembus <i>et al.</i> (2012); Wan <i>et al.</i> (2012); Silva <i>et al.</i> (2013); Ramos <i>et al.</i> (2013); Kreimeier <i>et al.</i> (2014); Matt <i>et al.</i> (2014); Marley (2014); Pozzi <i>et al.</i> (2015); Wagner;Prinz (2015); Brioso <i>et al.</i> (2015); Goerke <i>et al.</i> (2015); González <i>et al.</i> (2015); Blöchl; Schneider (2016); Hamzeh <i>et al.</i> (2017); Tvenge <i>et al.</i> (2016); De Vin; Jacobsson (2017); Deif (2017); Merwe (2017); Li <i>et al.</i> (2018)	23	Silva <i>et al.</i> (2013); Kreimeier <i>et al.</i> (2014); Matt <i>et al.</i> (2014); De Zan <i>et al.</i> (2015); González <i>et al.</i> (2015); Goerke <i>et al.</i> (2015); Blöchl <i>et al.</i> (2017); Dombrowsky <i>et al.</i> (2017); Hertle <i>et al.</i> (2017); Bauer <i>et al.</i> (2018)	8
Aprendizado baseado em resolução de problemas	Miles <i>et al.</i> (2005); Vivas; Allada (2006); Van Til <i>et al.</i> (2009); Kim <i>et al.</i> (2010); Serembus <i>et al.</i> (2012); Langstrand <i>et al.</i> (2015); Hambach <i>et al.</i> (2016); Rybski; Jochem (2016); Choomlucksana; Doolen (2017); Thomas <i>et al.</i> (2017); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017); Ahmad <i>et al.</i> (2018); Witt <i>et al.</i> (2018)	13	Ballé; Régnier (2007); Kim <i>et al.</i> (2010); Yasukawa <i>et al.</i> (2014); Zhang; Chen (2016); Hertle <i>et al.</i> (2017); Bauer <i>et al.</i> (2018)	6
Simulação computacional	Ncube (2010); Shannon; Krumwiede (2010); Matt <i>et al.</i> (2011)	3	Yazici (2006); Medina-López <i>et al.</i> (2011); Pourabdollahian <i>et al.</i> (2012); Gomes <i>et al.</i> (2013); Goerke <i>et al.</i> (2017)	5
Aulas expositivas	Van Til <i>et al.</i> (2009); Hambach <i>et al.</i> (2016); Merwe (2017); Tortorella; Cauchick-Miguel (2017); Li <i>et al.</i> (2018)	5	Miles <i>et al.</i> (2005); Campbell <i>et al.</i> (2009)	2
Gravação de vídeos	Kim <i>et al.</i> (2010); Serembus <i>et al.</i> (2012); Marley (2014)	3	Campbell <i>et al.</i> (2009)	1
Projetos em organizações externas	Miles <i>et al.</i> (2005); Van Til <i>et al.</i> (2009); Merwe (2017);	3		-
Ensino baseado na atuação/interpretação de papéis	Serembus <i>et al.</i> (2012)	1	Barnabè <i>et al.</i> (2018)	1
Discussões e observações		-	Kim <i>et al.</i> (2010); Yasukawa <i>et al.</i> (2014)	2

3.3. ASPECTOS TÉCNICOS E SOCIOCULTURAIS DA IMPLEMENTAÇÃO ENXUTA

O processo de transformação enxuta é constituído por três pilares, são eles: processos, tecnologias e pessoas. Para uma implementação enxuta efetiva, é necessário desenvolver esses três fatores de forma conjunta e balanceada. Enquanto os dois primeiros pilares representam os aspectos técnicos da PE, o último pilar resume o conjunto de aspectos socioculturais da mentalidade enxuta (TORTORELLA; FOGLIATTO, 2014).

No que se refere aos aspectos técnicos de PE, pode-se mencionar o conjunto métricas e indicadores de processos internos e as tecnologias de suporte desses processos. A partir dos indicadores e das métricas estabelecidas, o desempenho organizacional pode ser analisado em termos de despesas, receitas, custos, tempo de produção e desperdícios. Posteriormente, as deficiências dos processos são identificadas e as melhorias são desenvolvidas por meio da aplicação de diferentes ferramentas de tecnologia. No contexto da PE, cabe destacar algumas das tecnologias mais comuns, são elas: *Kanban*, 5S, gestão de estoque baseada em configuração de supermercado, balanceamento de linha, sistema à prova de erros, eventos *kaizen*, *just-in-time*, entre outros (FLUMERFELT *et al.*, 2012; DE ZAN *et al.*, 2015).

Já os aspectos socioculturais são representados pelas pessoas, uma vez que são elas as responsáveis por sustentar a melhoria contínua. Assim, esses aspectos são desenvolvidos a partir da mudança de valores, comportamentos e atitudes de forma a favorecer a transição para a mentalidade enxuta (SONG *et al.*, 2009a,b; GAO *et al.*). Cabe ainda destacar que a aprendizagem de aspectos socioculturais é um processo que demanda tempo pois as habilidades desenvolvidas compreendem comportamentos que são consolidados a longo prazo (TORTORELLA *et al.*, 2017).

A partir da aquisição de conhecimento técnico e sociocultural é possível criar uma ‘organização em aprendizagem’ que transforma continuamente tanto seus processos e tecnologias quanto seus valores culturais, de forma a se tornar uma organização flexível e coerente com as demandas do mercado (BARNABÈ *et al.*, 2018). A ‘aprendizagem organizacional’ deve ser estimulada pelo fato desta facilitar a aquisição de conhecimento de forma abrangente englobando a organização como um todo. Assim, quando o aprendizado é compartilhado, o processo de transição para uma organização enxuta flui mais facilmente (LARTEB *et al.*, 2015).

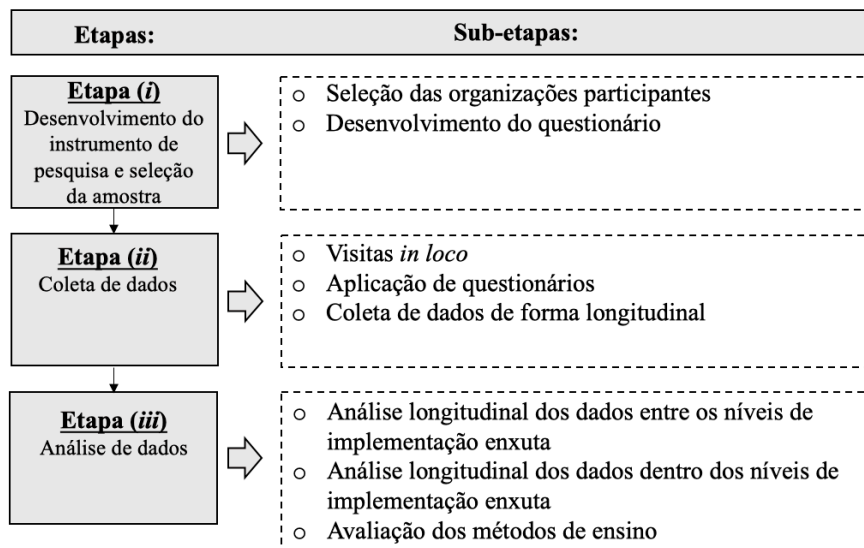
Tortorella *et al.* (2015) identificou duas tendências na literatura sobre o conceito de dimensões de aprendizagem organizacional. A primeira tendência abrange pesquisas cuja investigação visa determinar o nível de aprendizagem organizacional nas organizações. A pesquisa

de De Zan *et al.* (2015) é um exemplo dessa tendência, pois desenvolve um *framework* de avaliação de ensino de PE para analisar o conteúdo abordado e o processo de aprendizagem. Já a segunda tendência engloba estudos que avaliam o potencial das organizações para adquirir novos conhecimentos e evoluir seu capital intelectual. Como exemplo dessa tendência, pode-se citar Marsick e Watkins (2003). Os autores desenvolveram uma ferramenta de diagnóstico conhecida como DLOQ (*Dimensions of the Learning Questionnaire*, ou Questionário das Dimensões da Organização que Aprende), a qual avalia 43 questões agrupadas em 7 dimensões, representando o contexto do indivíduo, equipe e organização. Barnabè *et al.* (2017) ressalta que o aprendizado organizacional deve ser estimulado de forma concomitante em todos os níveis contextuais, permitindo a disseminação do conhecimento na organização como um todo.

3.4. MÉTODO PROPOSTO

O método proposto é compreendido por três etapas: (i) desenvolvimento do questionário e seleção da amostra; (ii) coleta de dados; (iii) análise de dados. Cada uma das etapas estão resumidas na Figura 3.

Figura 3-Procedimento metodológico



Inicialmente, na Etapa (i) do método, buscou-se definir alguns critérios para selecionar os participantes da pesquisa. Para atender os fins planejados, o estudo deveria ser aplicado exclusivamente em organizações em implementação enxuta cuja transformação era viabilizada a

partir de treinamentos e capacitações em PE. Não houve restrição de segmento da organização na qual os participantes atuam. Além disso, deu-se preferência por organizações em que o acesso ao estabelecimento fosse facilitado durante um período prolongado pois a coleta de dados seria realizada de forma longitudinal. Por fim, buscou-se, preferencialmente, organizações onde os métodos de ensino utilizados nos treinamentos e capacitações de PE fossem diferentes, a alta gerência participasse ativamente das melhorias almejadas e os participantes estivessem engajados nos treinamentos.

O instrumento de coleta de dados escolhido trata-se de um questionário composto por quatro partes. Na primeira parte, coletou-se informações sobre os respondentes para levantar o perfil demográfico da amostra. Já na segunda parte, utilizou-se uma adaptação do questionário proposto por Aroldi *et al.* (2018) para avaliar o conhecimento individual dos respondentes sobre práticas enxutas através de uma escala Likert de 5 pontos, onde 1 designa um conhecimento ‘muito pouco satisfatório’ e 5 um conhecimento ‘muito satisfatório’ (ver Apêndice A). Na terceira parte, adaptou-se o questionário de Marsick e Watkins (2003) para verificar os aspectos socioculturais da implementação enxuta em três níveis (individual, em equipe e organizacional). Tal questionário também foi adaptado para outros estudos em PE, tais como Tortorella e Fogliatto (2014). O preenchimento dessa etapa foi feito com base na escala Likert de 5 pontos, onde 1 representa uma situação que ‘nunca’ ocorre e 5 uma situação que ‘sempre’ ocorre. Por fim, na quarta parte, o trabalho de Saurin e Ferreira (2008) foi adaptado para avaliar o nível de implementação nas organizações de práticas enxutas abordadas em treinamentos. A avaliação foi mensurada numa escala Likert de 5 pontos, onde 1 denota uma situação em que o respondente desconhece a prática enxuta ou não há implementação na organização, e 5 uma situação em que a implementação existe de forma muito satisfatória. Por fim, foi informado aos respondentes a inexistência de respostas certas ou erradas, além do fato de que as respostas seriam tratadas de maneira anônima.

Em seguida, a Etapa (ii) compreendeu a coleta de dados, a qual foi realizada a partir de um estudo longitudinal ocorrido ao longo de 18 meses (de Março de 2018 a Setembro de 2019). O intervalo entre as aplicações da pesquisa foi planejado de acordo com as recomendações de Joyce e Showers (2002) que estipulam um intervalo mínimo de três meses para assegurar a aprendizagem de habilidades técnicas e socioculturais. Assim, quatro coletas de dados foram realizadas ao longo período de estudo, sendo a primeira coleta (t_0) realizada antes do início dos treinamentos (Maio de 2018) e a segunda (t_1) imediatamente após o treinamento. As demais coletas (t_2 e t_3) ocorreram

com intervalos de onze e quatorze meses em relação à primeira. Além disso, os dados foram coletados em questionários impressos respondidos a partir de visitas *in loco*, permitindo o auxílio e orientação para eventuais dúvidas e dificuldades em seu preenchimento.

Devido aos critérios de seleção estabelecidos e à rede de trabalho já previamente desenvolvida pelos pesquisadores, duas organizações foram identificadas para a realização dessa pesquisa, a citar: o setor administrativo de uma instituição de ensino superior pública (organização 1) e um hospital-escola público (organização 2). Na organização 1, o treinamento visava capacitar docentes e técnicos administrativos para promover melhorias nos processos administrativos da universidade. Além disso, o treinamento foi embasado em métodos de ensino de natureza majoritariamente tradicional (p.ex. aulas expositivas, exercícios para fixação dos conceitos, discussões em grupo e trabalhos em equipe em sala) sendo algumas vezes complementado com atividades de aprendizagem ativa (p.ex. exercícios no software Bizagi®, realização de projetos de melhorias no ambiente do trabalho dos participantes). Já o treinamento da organização 2 buscou capacitar funcionários do setor de nutrição dietética hospitalar para identificação e implementação de oportunidades de melhoria. Este foi desenvolvido predominantemente a partir de métodos de ensino mais recentes com aprendizagem ativa voltadas à implementação prática (p.ex. projetos e visitas *in loco*, simulações físicas e computacionais) além de métodos tradicionais de ensino (p.ex. apresentações expositivas e discussões em grupos). Assim, os métodos desenvolvidos em ambas organizações foram de diferentes naturezas e por isso enquadram-se dentro dos critérios estabelecidos para a pesquisa.

As características dos respondentes de cada organização estão apresentadas na Tabela 4. Aproximadamente 96% da amostra analisada afirmava possuir menos de 5 anos de experiência em implementação enxuta, e 58,3% tinham entre 20 e 35 anos de idade. Esse resultado já era esperado uma vez que as amostras selecionadas pertencem ao setor de serviços de educação e saúde, são setores cuja implementação de PE vêm ganhando notoriedade somente nas últimas décadas (FILSER *et al.*, 2017). Como se pode notar, em ambas organizações, a maioria dos respondentes eram do gênero feminino (75% na organização 1 e 91,7% na organização 2). Contudo, na organização 1, 60% dos respondentes ocupavam cargos em áreas administrativas; enquanto na organização 2, tem-se uma predominância de respondentes que trabalhavam em áreas técnicas (71,4%).

Tabela 4- Perfil demográfico da amostra

Respondente	Cargo	Gênero	Faixa etária	Experiência com Produção Enxuta (anos)	Organização
<i>r</i> ₁	Assistente em administração	M	20-35	< 2	
<i>r</i> ₂	Técnico administrativo em educação	F	35-50	< 2	
<i>r</i> ₃	Assistente em administração	F	20-35	< 2	
<i>r</i> ₄	Bibliotecária	F	20-35	> 2	
<i>r</i> ₅	Assistente em administração	F	20-35	< 2	
<i>r</i> ₆	Engenheira Civil	F	20-35	< 2	1
<i>r</i> ₇	Assistente em administração	M	20-35	< 2	
<i>r</i> ₈	Assistente em administração	F	20-35	< 2	
<i>r</i> ₉	Assistente em administração	F	20-35	> 2	
<i>r</i> ₁₀	Técnico administrativo em educação	M	35-50	> 2	
<i>r</i> ₁	Nutricionista	F	20-35	< 2	
<i>r</i> ₂	Chefe da unidade de nutrição	F	> 50	< 2	
<i>r</i> ₃	Enfermeira chefe	F	20-35	> 2	
<i>r</i> ₄	Assistente em administração	F	20-35	> 2	
<i>r</i> ₅	Nutricionista	F	20-35	< 2	
<i>r</i> ₆	Auxiliar de nutrição	F	> 50	< 2	
<i>r</i> ₇	Enfermeira	F	35-50	< 2	
<i>r</i> ₈	Nutricionista	F	> 50	< 2	2
<i>r</i> ₉	Enfermeira	F	35-50	> 2	
<i>r</i> ₁₀	Chefe divisão almoxarifado	F	20-35	> 2	
<i>r</i> ₁₁	Nutricionista	F	> 50	< 2	
<i>r</i> ₁₂	Nutricionista	F	20-35	< 2	
<i>r</i> ₁₃	Armazenista	M	35-50	< 2	
<i>r</i> ₁₄	Chefe divisão logística e infraestrutura	F	35-50	> 2	

Os treinamentos de ambas as organizações foram avaliados quanto aos níveis de aprendizagem propostos por Marley (2014) e quanto à combinação de métodos de ensino consolidadas por Lista e Tortorella (2019). Tal avaliação permitiu uma melhor caracterização dos métodos de ensino respectivamente empregados, a fim de possibilitar uma comparação mais assertiva de seus resultados.

Na Etapa (*iii*), primeiramente foi calculado o valor de alfa de Cronbach (CRONBACH, 1951) de modo a se verificar a confiabilidade do instrumento proposto. Conforme sugerido por Taber (2018), valores de alfa acima de 0,7 indicam consistência satisfatória. Como os valores de alfa obtidos foram de 0,961 (aspectos técnicos), 0,924 (aspectos socioculturais) e 0,939 (implementação enxuta), considerou-se adequada a consistência do questionário. Após, as médias das respostas de cada membro de cada organização foram respectivamente obtidas para o nível de aprendizado dos aspectos técnicos, socioculturais e implementação enxuta em cada instante t_0 , t_1 , t_2 e t_3 correspondente. Dessa forma, considerou-se a resposta de cada dimensão (isto é, aspectos técnicos, socioculturais e implementação enxuta) como sendo a respectiva média das respostas dos

itens que as compõem. Agrupar um conjunto de variáveis em uma única dimensão é uma prática comum na literatura que possibilita uma visão holística dos dados (p.ex. Marodin *et al.*, 2016).

Posteriormente, a amostra foi classificada a partir de uma regressão linear baseada no método dos mínimos quadrados (STONE; BROOKS, 1990), onde a pontuação média de implementação enxuta de cada respondente (variável dependente) foi regredida em intervalos de tempo (t_0 , t_1 , t_2 e t_3 ; variável independente). As regressões resultaram em coeficientes não padronizados associados para cada um dos respondentes. Aqueles coeficientes cujo p -valor foi menor que 0,10 foram considerados significativos; caso contrário, estes respondentes foram excluídos da análise subsequente. Sendo assim, os respondentes foram classificados em dois grupos. No grupo de alta variação de implementação enxuta (*High Lean Variation* – HLV) foram alocados os respondentes cujo coeficiente obtido na regressão foi maior que o valor da mediana dos coeficientes da amostra (0,98 para organização 1 e 1,63 para organização 2). Já no grupo de baixa variação de implementação enxuta (*Low Lean Variation* – LLV) permaneceram aqueles respondentes com coeficientes menores que o da mediana dos coeficientes da amostra (ver Tabela 5). Em cada organização, os respondentes foram classificados em HLV_i e LLV_i , sendo i variando entre 1 e 2, onde 1 denota a organização 1 e 2, a organização 2. Para a organização 1, somente 3 respondentes foram classificados como pertencentes ao grupo HLV_1 e 5 respondentes ao LLV_1 , enquanto dois respondentes (r_1 e r_7) foram excluídos devido à baixa significância de seus respectivos coeficientes. Da mesma forma, na organização 2, 7 respondentes foram agrupados em HLV_2 e 5 no LLV_2 . Os respondentes r_{11} e r_{13} foram excluídos devido seus coeficientes não apresentarem p -valor $< 0,10$.

Tabela 5- Classificação da amostra quanto ao nível de implementação enxuta

Organização	Respondente	Coefficiente não padronizado	R^2	R^2 ajustado	Classificação	
1	r_4	-0,56*	0,88	0,82	LLV ₁	
	r_9	0,84*	0,83	0,76		
	r_{10}	0,87*	0,81	0,72		
	r_5	1,08*	0,84	0,77	HLV ₁	
	r_6	1,08*	0,84	0,77		
	r_8	1,80*	0,87	0,80		
	r_3	1,87**	0,96	0,94		
	r_2	1,91**	0,97	0,96		
	2	r_1	-0,26	0,57	0,36	Excluídos
		r_7	0,43	0,66	0,50	
r_7		0,55**	0,92	0,88	LLV ₂	
r_8		0,94**	0,89	0,84		
r_5		1,16*	0,83	0,75		
r_2		1,22**	0,93	0,89		
r_1		1,26**	0,95	0,92		
r_6		1,35*	0,83	0,75		
r_{12}		2,00**	0,91	0,87		

<i>r</i> 14	2,21**	0,93	0,89	
<i>r</i> 3	2,73*	0,81	0,72	
<i>r</i> 10	2,75*	0,82	0,72	HLV ₂
<i>r</i> 4	2,78*	0,83	0,74	
<i>r</i> 9	2,98*	0,84	0,76	
<i>r</i> 11	4,90	0,77	0,66	Excluídos
<i>r</i> 13	0,80	0,70	0,54	

Nota: *Valores significativos a 0,10; **Valores significativos a 0,05.

Com base na classificação dos níveis de implementação enxuta, foram realizadas duas análises longitudinais para cada uma das organizações: (a) análise longitudinal comparativa entre os níveis de implementação enxuta e (b) análise longitudinal comparativa dentro dos níveis de implementação enxuta. A primeira tinha por objetivo avaliar o efeito do nível de implementação enxuta ao longo do tempo sobre o aprendizado dos aspectos técnicos e socioculturais. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi inicialmente realizado para verificar a normalidade dos dados (RAZALI; WAH, 2011). Como o teste mostrou que os dados relacionados aos aspectos técnicos e socioculturais de cada organização não seguiam uma distribuição normal (p -valor < 0,05), optou-se pela aplicação de um teste não-paramétrico para suas análises. Assim, foi utilizado o teste Mann-Whitney (CHEN *et al.*, 2014) para verificar se havia diferenças significativas entre os grupos HLVi e LLVi em relação ao nível de aprendizado dos aspectos técnicos e socioculturais de PE em cada organização ao longo do tempo (t_0 , t_1 , t_2 e t_3).

Já a segunda análise visava avaliar dentro de cada nível de implementação enxuta como ocorria a evolução do aprendizado dos aspectos técnicos e socioculturais. De modo análogo, realizou-se o teste de Mann-Whitney para comparar a evolução do aprendizado dos aspectos técnicos e socioculturais dentre os respondentes do mesmo grupo (HLVi e LLVi) isoladamente. Tal análise foi feita de forma pareada para cada intervalo de tempo; isto é, foram feitas seis análises comparativas para cada grupo de cada organização para ambos os aspectos técnicos e socioculturais.

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 6 descreve os treinamentos de cada organização quanto aos métodos de ensino de PE e níveis de aprendizagem de Marley (2014). O treinamento na organização 1 teve duração de cerca um mês e sua ementa incluía temas abrangentes tais como conceitos e ferramentas de melhoria contínua (MRUGALSKA; WYRWICKA, 2017), gestão de processos de negócios (DOS

SANTOS *et al.*, 2015), PDCA (planejar-fazer-chechar-agir) (WOMACK *et al.*, 2004), relatório A3 (WOMACK; JONES, 2004) e gestão visual (DUMAS *et al.*, 2013). 71,4% das atividades do treinamento da organização 1 foram desenvolvidas a partir de métodos tradicionais de ensino tais como exercícios para fixação dos conceitos em sala (m_2), aulas expositivas (m_4) e discussões em sala (m_8). Eventualmente, também foram utilizados alguns exercícios de aplicação prática, tais como atividades no software Bizagi® (m_3) e projetos de melhorias de curto prazo (m_6). Quanto aos níveis de aprendizagem, o treinamento na organização 1 desenvolveu todos os níveis, com exceção do ‘memorizar’, o qual se refere à habilidade dos indivíduos relembrarem fatos e conceitos básicos do conteúdo do treinamento.

De forma análoga, o treinamento 2 teve duração de cerca de três meses e sua ementa compreendia os seguintes temas: identificação da família de produtos (WOMACK *et al.*, 2004), mapeamento de fluxo de valor (MFV) (ROTHER; SHOOK, 2003), relatório A3 (SLACK *et al.*, 2009), fluxo contínuo, desperdícios em produtos e processos, e sistema puxado (WOMACK; JONES, 2004). A estratégia de ensino foi baseada na combinação de métodos tradicionais e de aprendizagem ativa. No que tange os métodos tradicionais de ensino, destacam-se a utilização de apresentações expositivas (m_4) e discussões em grupos para apresentação de propostas de projetos (m_8). Já a aprendizagem ativa foi desenvolvida em aproximadamente 75% das atividades do treinamento e transcorreu a partir de simulações físicas (m_1), dinâmicas em grupos e visitas *in loco* (m_2), simulações computacionais no software SPSS Statistics® (m_3) e projetos de melhorias de longa duração no ambiente de trabalho (m_6). Os níveis de aprendizagem contemplados no treinamento 2 foram os mesmos do treinamento da organização 1.

Como se pode notar, em ambos treinamentos não foram identificadas evidências de métodos de ensino baseados em gravações de vídeos (m_5), atuação e interpretação de papéis (m_7). Uma possível explicação para a carência desses dois métodos pode ser decorrente da alta complexidade de operacionalização destes, visto que são abordagens pouco usuais com a qual poucos instrutores têm familiaridade (BARNABÈ *et al.*, 2018). Com relação aos níveis de aprendizagem, pode-se afirmar que o treinamento da organização 1 compreendeu atividades mais focadas no desenvolvimento dos níveis ‘compreender’ e ‘analisar’, os quais estão diretamente associados aos métodos tradicionais de ensino (p.ex. exercícios de fixação de conceitos, aulas expositivas e discussões em sala); enquanto que o nível ‘aplicar’ foi explorado com uma frequência menor, através de projetos de curta duração e alguns exercícios no software Bizagi®. Em

contrapartida, o treinamento 2 foi mais voltado para a aprendizagem dos níveis ‘aplicar’, ‘analisar’ e ‘criar’, uma vez que os participantes permaneceram a maior parte do treinamento em atividades práticas com o objetivo de criar, testar e avaliar propostas de melhorias através de atividades de simulação física e computacional, e projetos de longa duração.

Tabela 6- Métodos de ensino e níveis de aprendizagem dos treinamentos

Organização 1													
Duração	1 mês	Método de ensino								Níveis de aprendizagem			
Ementa		m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8				
<ul style="list-style-type: none"> ○ Melhoria contínua ○ Gestão de processos de negócios ○ Relatório A3 ○ PDCA ○ Gestão visual 											Memorizar		
												Compreender	++
			X	X	X			X			X	Aplicar	+
												Analisar	++
												Avaliar	+
											Criar	+	
Organização 2													
Duração	3 meses	Método de ensino								Níveis de aprendizagem			
Ementa		m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8				
<ul style="list-style-type: none"> ○ Melhoria contínua ○ Relatório A3 ○ MFV ○ Fluxo contínuo ○ Sistema puxado 											Memorizar		
												Compreender	++
		X	X	X	X			X			X	Aplicar	+++
												Analisar	+++
												Avaliar	++
											Criar	+++	

Nota: m_1 (simulação física); m_2 (aprendizado baseado na resolução de problemas); m_3 (simulação computacional); m_4 (aulas expositivas); m_5 (gravação de vídeos); m_6 (projetos em organizações); m_7 (ensino baseado na atuação, interpretação de papéis); m_8 (discussões e observações)

A Tabela 7 mostra os resultados para o teste de Mann-Whitney para verificação do efeito do nível de implementação enxuta (HLV_i e LLV_i) no aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais nas organizações 1 e 2. Na organização 1, os resultados indicam não haver diferença significativa entre os grupos HLV_1 e LLV_1 quanto ao aprendizado de aspectos socioculturais em nenhum dos instantes mensurados. Em relação aos aspectos técnicos, foi identificada diferença significativa (p -valor $< 0,10$) somente no instante t_0 , no qual os respondentes categorizados no grupo LLV_1 afirmavam ter um conhecimento maior que os do HLV_1 (medianas de 4,0 e 1,0, respectivamente). Ao longo do tempo essa diferença foi minimizada, visto que os escores relacionados ao conhecimento técnico de ambos os grupos não apresentaram diferenças significativas. Quanto aos resultados da organização 2, foram observadas diferenças significativas em aspectos socioculturais somente no médio e longo prazo (t_2 e t_3), com valores de mediana maior no grupo HLV_2 em ambos os momentos. Por outro lado, o conhecimento de aspectos técnicos divergiu consideravelmente no curto prazo (t_0 e t_1), sendo novamente o grupo HLV_2 aquele com maior nível de conhecimento.

Tabela 7- Teste de Mann-Whitney entre grupos HLVi e LLVi

Organização	Aspectos	Grupo	n	t ₀		t ₁		t ₂		t ₃	
				Mediana	DP ^a	Mediana	DP ^a	Mediana	DP ^a	Mediana	DP ^a
1	Técnicos	LLV ₁	3	4,0*	1,2	2,5	1,0	3,5	0,3	3,5	0,0
		HLV ₁	5	1,0*	0,9	3,0	0,7	2,5	1,1	3,0	1,1
	Socioculturais	LLV ₁	3	2,6	0,4	1,9	0,8	3,0	0,7	2,7	0,4
		HLV ₁	5	2,6	0,9	3,0	0,9	3,7	1,5	3,4	0,9
2	Técnicos	LLV ₂	7	2,0**	0,4	2,4**	0,5	2,6	0,4	2,5	0,2
		HLV ₂	5	3,0**	0,3	4,1**	0,3	3,0	0,7	3,0	0,5
	Socioculturais	LLV ₂	7	2,2	0,5	3,0	0,7	2,8**	0,6	3,0**	0,6
		HLV ₂	5	2,2	0,3	2,5	1,0	4,2**	0,1	4,8**	0,1

*Valores significativos a 0,10 **Valores significativos a 0,05.

Nota: ^aDP indica o desvio padrão da amostra

Na organização 1, os resultados mostraram que o nível de conhecimento relacionado aos aspectos socioculturais permaneceu semelhante entre os grupos HLV₁ e LLV₁ desde o início do treinamento. Uma possível explicação para a tendência identificada pode ser dada em função da natureza do treinamento. Como este foi baseado majoritariamente em métodos de ensino tradicionais com atividades em sala, possivelmente essa abordagem de ensino proporcionou menos oportunidades para exercitar os aspectos socioculturais, resultando em deficiências no seu aprendizado (DELAGO *et al.*, 2016; FLUMERFELT *et al.*, 2016).

No que se refere aos aspectos técnicos da organização 1, as diferenças significativas em t₀ podem ser explicadas tendo em vista o nível de implementação enxuta dos grupos. Como a classificação em HLV₁ e LLV₁ foi desenvolvida de acordo com a variação do nível de implementação enxuta entre os instantes t₀ e t₃, o grupo HLV₁ foi o que apresentou maior crescimento nesse intervalo. No entanto, isso não significa que este grupo seja o de maior escore de implementação enxuta. Apesar do LLV₁ ter menor variação na implementação enxuta, seu escore médio inicial (2,15 em t₀) era mais alto que o valor médio de HLV₁ (0,85 em t₀). Ao longo do período de análise, ambos os grupos demonstraram uma convergência para um mesmo nível de implementação e de conhecimentos técnicos (ver Figura 4). Segundo Bauer *et al.* (2018) e Turner *et al.* (2019), à medida que as práticas de implementação enxuta vão sendo implementadas nas organizações, o nível de experiência das pessoas vai aumentando e, conseqüentemente, sua familiaridade com os conceitos relacionados aos aspectos técnicos também.

Devido ao fato do treinamento da organização 2 envolver métodos de ensino de aprendizagem ativa, no qual os participantes tinham que realizar melhorias *in loco*, o aprendizado voltado aos aspectos socioculturais apresentou diferenças significativas. A diferença entre o nível

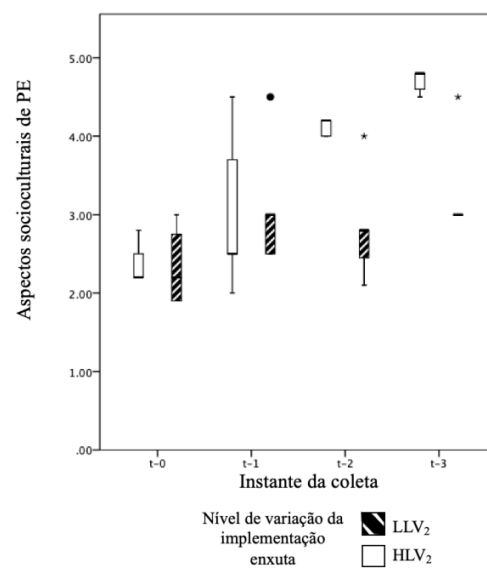
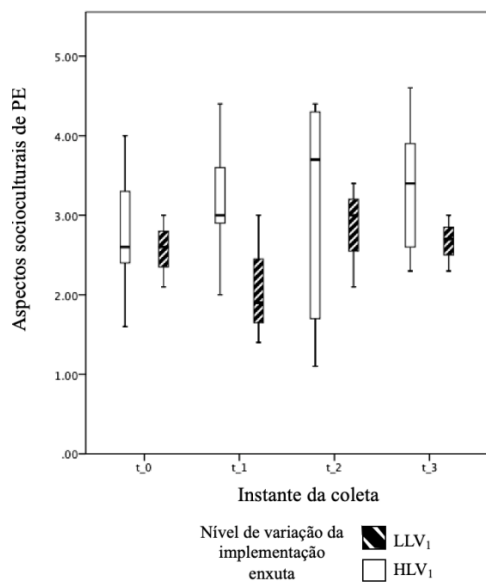
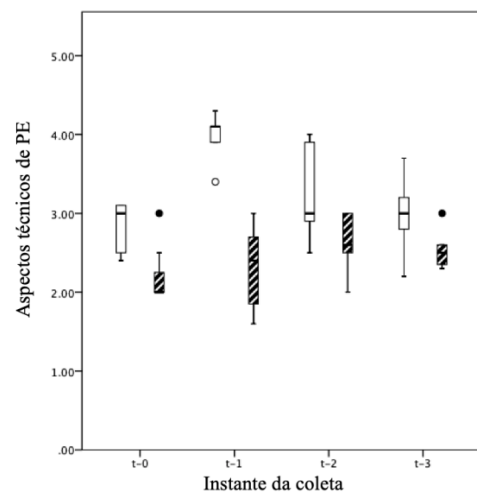
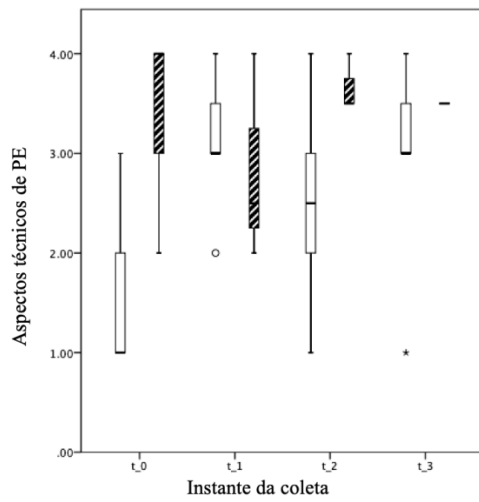
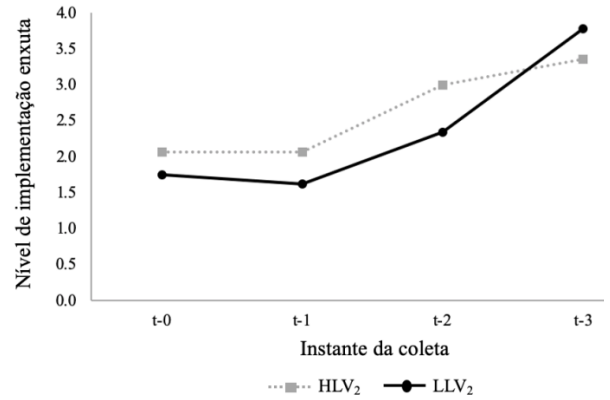
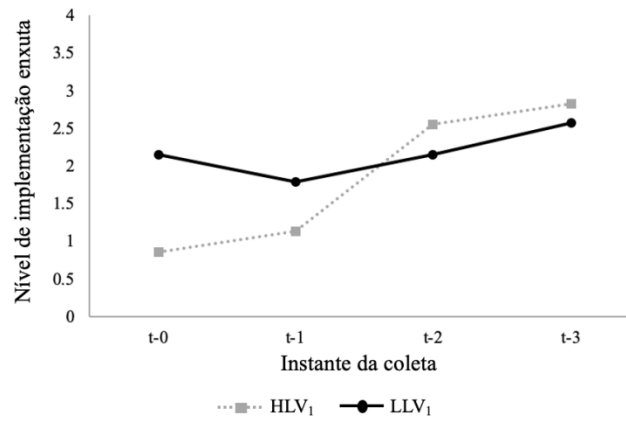
de conhecimento de aspectos socioculturais entre os grupos ganhou maior notoriedade no médio prazo (em t_2 e t_3), sendo os respondentes do HLV₂ aqueles que mais internalizaram tais aspectos. Conforme as indicações de Serembus *et al.* (2012) e Tortorella e Cauchick-Miguel (2018), os métodos de aprendizagem ativa favorecem o desenvolvimento de habilidades interpessoais intrínsecas aos aspectos socioculturais da PE, o que corrobora para o resultado observado. Além disso, este resultado converge com as observações de Larteb *et al.* (2015), as quais sugerem que quanto maiores forem os esforços de implementação enxuta maior será o desenvolvimento dos aspectos socioculturais.

Para os aspectos técnicos da organização 2, a diferença entre os grupos HLV₂ e LLV₂ foi mais sensível nos instantes t_0 e t_1 , atenuando-se à medida que o tempo foi avançando. Curiosamente, apesar de ambos os grupos apresentarem níveis de implementação enxuta similares em t_0 e t_1 , o conhecimento de aspectos técnicos divergiu de forma significativa entre eles, o que pode estar associado ao perfil dos respondentes. Como o grupo HLV₂ era formado por respondentes que ocupavam cargos administrativos, pode-se presumir que eles já tivessem uma base de conhecimento sobre práticas de gestão mais alinhada com os conceitos de PE; portanto, estariam mais familiarizados com a implementação de práticas enxutas no ambiente de trabalho. Já o grupo LLV₂, por ser predominantemente constituído por profissionais de áreas técnicas (p.ex. enfermeiras e nutricionistas), provavelmente desconheciam os conceitos relacionados à gestão de melhorias e, conseqüentemente, apresentavam baixo conhecimento de aspectos técnicos de PE em t_0 e t_1 . Com o passar do tempo, o treinamento permitiu que ambos grupos fossem adquirindo familiaridade com o tema, atenuando as diferenças anteriormente identificadas. Os dados da Tabela 4 corroboram com essa suposição ao mostrar que os respondentes do HLV₂ apresentavam mais tempo de experiência de implementação enxuta do que aqueles do LLV₂. Segundo Grove *et al.* (2010) e Costa *et al.* (2017), nos hospitais geralmente grande parte dos colaboradores é formada por profissionais que se especializam em áreas técnicas e bem específicas do campo da saúde. Conseqüentemente, um dos grandes desafios para promover melhorias operacionais no setor hospitalar é convencer profissionais renomados de áreas técnicas a adotar medidas de caráter sistêmico-gerencial, com as quais eles têm pouca familiaridade.

Figura 4 – Tendência de aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais de PE de acordo com o nível de implementação enxuta

Organização 1:

Organização 2:



A Tabela 8 apresenta os resultados do teste de Mann-Whitney para verificação da variação dos aprendizados dos aspectos técnicos e socioculturais ao longo do tempo em cada grupo de

respondentes das organizações. No que se refere à organização 1, a comparação do conhecimento voltado aos aspectos socioculturais não indicou alterações representativas entre nenhum par de momentos, tanto em HLV_1 quanto em LLV_1 . De forma análoga, os dados mostram que o treinamento aplicado não proporcionou mudanças no aprendizado dos aspectos técnicos para os respondentes do grupo LLV_1 , uma vez que não houve diferenças significativas entre nenhum dos instantes medidos (t_0 , t_1 , t_2 e t_3). Em contrapartida, no grupo HLV_1 foram identificadas diferenças significativas entre o instante t_0 e os demais (t_1 , t_2 e t_3), sugerindo uma tendência no aumento do conhecimento dos aspectos técnicos com o passar do tempo. Já na organização 2, foi observado um crescimento significativo no conhecimento dos aspectos socioculturais ao longo do tempo em ambos os grupos LLV_2 e HLV_2 (em t_0-t_1 , t_0-t_3 e t_2-t_3 ; e em t_0-t_2 , t_0-t_3 , t_1-t_2 , t_1-t_3 e t_2-t_3 , respectivamente). Da mesma forma, para os aspectos técnicos notou-se um comportamento crescente entre t_0-t_2 e t_0-t_3 em LLV_2 . Curiosamente, apesar de se observar um aumento significativo no nível de conhecimento técnico entre t_0-t_1 em HLV_2 , com o passar do tempo observou-se uma queda no nível desse conhecimento entre t_1 e t_2 .

Com relação aos resultados da organização 1, o fato de não haver evidências de evolução significativa no aprendizado de aspectos socioculturais em ambos os grupos pode estar associado à natureza do treinamento. De acordo com White *et al.* (2016) e Alves *et al.* (2017), métodos de ensino baseados em atividades em sala fazem com que alunos assumam uma posição mais introspectiva e passiva, além de proporcionarem menor interação com o problema estudado. Assim, os alunos podem ter uma visão simplificada da realidade, não compreendendo conceitos complexos e abstratos da PE (p.ex. diferença entre produção puxada e empurrada), acarretando em deficiências de aprendizado.

Contudo, os métodos de ensino do treinamento da organização 1 apresentaram efeito mais proeminente no aprendizado dos aspectos técnicos, especialmente no grupo HLV_1 . Ncube (2010) e Abele *et al.* (2017) mostraram que a combinação de aulas expositivas com atividades práticas baseadas em simulação computacional auxilia a elucidar conceitos e desenvolver habilidades para tomada de decisão. Assim, como o método de ensino na organização 1 contou com atividades desenvolvidas no *software* Bizagi® como suporte às aulas expositivas, entende-se que os resultados observados para HLV_1 são derivados dessa combinação de abordagens. Tal justificativa não se aplica ao grupo LLV_1 , uma vez que não houve variação significativa dos conhecimentos técnicos ao longo do tempo. Particularmente, os respondentes do LLV_1 afirmavam possuir um nível

inicial de conhecimento dos aspectos técnicos superior aos respondentes do grupo HLV_1 (valores de mediana em t_0 de 4,0 e 1,0, respectivamente), mantendo-se relativamente estável com o passar do tempo. Nesse sentido, torna-se razoável esperar que o efeito da combinação dos métodos de ensino supracitados seja menos contundente nesse grupo. Este resultado converge para as pesquisas de Silva *et al.* (2013) e Brioso (2015), as quais afirmam que alguns métodos de ensino podem não ser eficazes em situações em que os participantes já apresentam um alto conhecimento prévio e o plano de ensino compreende conceitos básicos.

Quanto à organização 2, pode-se afirmar que os resultados tiveram impactos mais proeminentes sobre os aspectos socioculturais e técnicos no médio e longo prazo. No que se refere aos aspectos socioculturais, os resultados mostraram tendências de crescimento tanto para HLV_2 quanto para LLV_2 . Tal efeito pode ser atribuído à natureza dos métodos de ensino do treinamento e também devido ao fato de ambos os grupos demonstrarem esforços de implementação enxuta ao longo do período (ver Figura 4). Por se tratar de métodos que incluíam aprendizagem ativa, os exercícios desenvolvidos de forma experimental do treinamento permitiram maior interação com objetos de estudos, facilitando a memorização de rotinas de melhorias, conforme observado nos trabalhos de Goldberg e Rank (2013), Mamat *et al.* (2015) e Ahmad *et al.* (2018). Além disso, segundo Netland *et al.* (2012), organizações que implementam ativamente PE são muito mais propensas a ter seus hábitos de trabalho alterados à medida que as práticas de PE são integradas à rotina de trabalho, contribuindo para o estabelecimento do ambiente de aprendizagem em toda a empresa. Bortolotti *et al.* (2015) afirmam que quando as organizações reforçam adequadamente os hábitos de trabalho (p.ex., práticas de PE) isso facilita a mudança organizacional desejada, e os valores e crenças dos indivíduos podem ser modificados.

De forma análoga, os resultados da organização 2 também mostraram diferenças significativas no nível de conhecimento de aspectos técnicos de PE no médio e longo prazo. No entanto, as tendências de aspectos técnicos transcorreram de forma divergente entre os grupos LLV_2 e HLV_2 . Enquanto o primeiro grupo apresentou um aumento significativo no período analisado, o segundo grupo deu indícios de uma redução no nível de conhecimento ao longo do tempo. Para o LLV_2 , provavelmente, a combinação de métodos de aprendizagem ativa com aulas expositivas do treinamento permitiu aproximar educação e realidade e, conseqüentemente, os indivíduos tiveram mais oportunidades para melhor exercitar conceitos teóricos. De fato, pesquisas científicas apontam que métodos de aprendizagem ativa permitem ilustrar conceitos complexos de

forma criativa e atrativa (TVENGE *et al.*, 2016; GOERKE *et al.*, 2017; BARNABÈ *et al.*, 2018), possibilitando comparações do efeito de diferentes práticas de PE (p.ex. *kanban*, nivelamento de produção, fluxo contínuo, entre outros; RAMOS *et al.*, 2013; DINIS-CARVALHO *et al.*, 2017). Em contrapartida, o HLV₂ teve um comportamento atípico em relação ao conhecimento técnico de PE; primeiramente mostrou um crescimento significativo entre t_0 (mediana = 3,0) e t_1 (mediana = 4,1), e foi se reduzindo em t_2 e t_3 (mediana = 3,0 em ambos os instantes). No caso do grupo HLV₂, a tendência identificada fornece indícios de que a percepção dos respondentes sobre o questionário foi se alterando entre as medições. Provavelmente, à medida que foi aumentando o nível de implementação enxuta, os indivíduos notaram as deficiências no ambiente de trabalho, bem como perceberam o quanto eles tinham para aprender. Dessa forma, justifica-se a queda de conhecimento dos aspectos técnicos no médio e longo prazo. Assim, estes resultados sugerem que apesar de haver um aumento no nível de implementação enxuta, isso não necessariamente significa que deve haver crescimento no conhecimento técnico de PE, contrastando com o que foi observado em Bauer *et al.* (2018) e Turner *et al.* (2019). Segundo as pesquisas de Mayer *et al.* (2013), Vaporciyan (2016), Telang *et al.* (2017) e o modelo de Burch (1970) de ‘Hierarquia de Competências’, à medida que os indivíduos evoluem entre os níveis da hierarquia de competências, eles absorvem novos conhecimentos e adquirem consciência sobre suas competências. Quando as competências estão pouco desenvolvidas, os indivíduos ainda desconhecem suas deficiências podendo subestimar a dificuldade para o pleno conhecimento sobre determinado assunto. Em contrapartida, quando as mesmas competências estão mais maduras, os indivíduos tendem a reconhecer as lacunas de aprendizagem. Como os respondentes do HLV₂ afirmaram ter uma queda de conhecimento técnico, então talvez no começo do treinamento eles ainda não tivessem consciência sobre sua falta de conhecimento em PE e, conforme a implementação enxuta avançava, eles foram adquirindo mais conhecimento e notando suas limitações.

De forma geral, os resultados das análises indicaram que o treinamento da organização 1 foi mais proeminente para o ensino de aspectos técnicos de PE enquanto que o treinamento da organização 2 foi mais sensível na aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais de PE. Na análise do efeito da variação do nível de implementação enxuta (HLV_i e LLV_i) sobre o aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais foi verificado que o aprendizado de PE pode divergir conforme a natureza dos métodos de ensino do treinamento. Mais especificamente, para os aspectos socioculturais, notou-se que o nível de conhecimento foi significativamente diferente entre os

grupos quando o plano de ensino compreendia métodos de aprendizagem ativa; enquanto que nos métodos de ensino tradicionais não foram encontrados indícios de diferenças significativas. Quanto aos aspectos técnicos, observou-se que no treinamento de métodos de ensino tradicionais, o grupo que iniciou o treinamento com menor nível de implementação enxuta foi o que mais variou seu escore de implementação enxuta e o que mostrou menor nível de conhecimento técnico de PE no médio e longo prazo. Talvez isso tenha acontecido devido ao fato desse grupo de respondentes ser menos experientes em PE e, portanto, menos familiarizados com conceitos técnicos de PE. Já no treinamento com métodos de ensino de aprendizagem ativa, o grupo que iniciou o treinamento com maior nível de implementação enxuta foi o que mais variou seu escore de implementação enxuta, e o que apresentou maior nível de conhecimento técnico no médio e longo prazo.

Com relação aos resultados da análise da variação dos aprendizados dos aspectos técnicos e socioculturais ao longo do tempo, verificou-se que, para aspectos técnicos, os métodos de ensino tradicionais da organização 1 não apresentaram um resultado significativo quando os participantes já apresentavam conhecimento prévio de PE e o plano de ensino compreendia conceitos básicos. Em contrapartida, para participantes iniciantes em implementação enxuta, a combinação de aulas expositivas com exercícios de simulação computacional possibilitou o aprendizado de conhecimento técnico de PE no médio e longo prazo. No que se refere aos aspectos socioculturais, os métodos de ensino tradicionais investigados não mostraram evolução no aprendizado desses aspectos em nenhum dos grupos. Já nos métodos de ensino de aprendizagem ativa, dependendo do grau de variação da implementação enxuta, eles tiveram um impacto diferente na percepção do aprendizado. Indivíduos mais maduros em PE estavam mais propensos a perceber as lacunas de aprendizado enquanto que indivíduos iniciantes em PE ainda não reconheciam suas limitações de aprendizado. Finalmente, em termos de aspectos socioculturais, foi identificado aumento no nível de conhecimento desse aspecto para ambos os grupos de respondentes que participaram dos métodos de ensino de aprendizagem ativa.

Tabela 8- Variação dos aprendizados dos aspectos técnicos e socioculturais ao longo do tempo

Aspectos	ORGANIZAÇÃO 1										ORGANIZAÇÃO 2							
	Grupo	t ₀		t ₁		t ₂		t ₃		Grupo	t ₀		t ₁		t ₂		t ₃	
		Med ^a	DP ^b	Med ^a	DP ^b	Med ^a	DP ^b	Med ^a	DP ^b		Med ^a	DP ^b	Med ^a	DP ^b	Med ^a	DP ^b	Med ^a	DP ^b
Técnicos	LLV ₁	4,0	1,2	2,5	1,0					LLV ₂	2,0	0,4	2,4	0,5				
		4,0	1,2			3,5	0,3			2,0*	0,4			2,6*	0,4			
		4,0	1,2					3,5	0,0	2,0*	0,4					2,5*	0,2	
				2,5	1,0	3,5	0,3					2,4	0,5	2,6	0,4			
				2,5	1,0			3,5	0,0			2,4	0,5			2,5	0,2	
	HLV ₁					3,5	0,3	3,5	0,0					2,6	0,4	2,5	0,2	
		1,0**	0,9	3,0**	0,7					HLV ₂	3,0**	0,3	4,1**	0,3				
		1,0**	0,9			2,5**	1,1			3,0	0,3			3,0	0,7			
		1,0*	0,9					3,0*	1,1	3,0	0,3					3,0	0,5	
				3,0	0,7	2,5	1,1						4,1*	0,3	3,0*	0,7		
Socioculturais	LLV ₁					2,5	1,1	3,0	1,1					2,6	0,4	2,5	0,2	
		2,6	0,4	1,9	0,8					HLV ₂	3,0	0,3	4,1**	0,3				
		2,6	0,4			3,0	0,7			3,0	0,3			3,0	0,7			
		2,6	0,4					2,7	0,4							3,0	0,5	
				1,9	0,8	3,0	0,7						4,1**	0,3	3,0*	0,7	3,0**	0,5
	HLV ₁					2,5	1,1	3,0	1,1					3,0	0,7	3,0	0,5	
		2,6	0,4	1,9	0,8					LLV ₂	2,2*	0,5	3,0*	0,7				
		2,6	0,4			3,0	0,7			2,2	0,5			2,8	0,6			
		2,6	0,4					2,7	0,4		2,2**	0,5				3,0**	0,6	
				1,9	0,8	3,0	0,7						3,0	0,7	2,8	0,6		
HLV ₁					3,0	0,7	2,7	0,4					3,0	0,7				
	2,6	0,9	3,0	0,9					HLV ₂	2,2	0,3	2,5	1,0					
	2,6	0,9			3,7	1,5			2,2**	0,3			4,2**	0,1				
	2,6	0,9					3,4	0,9		2,2**	0,3				4,8**	0,1		
			3,0	0,9	3,7	1,5						2,5*	1,0	4,2*	0,1			
		3,0	0,9			3,4	0,9				2,5**	1,0			4,8**	0,1		
				3,7	1,5	3,4	0,9						4,2**	0,1	4,8**	0,1		

*Valores significativos a 0,10 **Valores significativos a 0,05.

Nota: ^aMed indica a mediana da amostra ^bDP indica o desvio padrão da amostra

3.6. CONCLUSÕES

Esta pesquisa buscou examinar métodos de ensino de PE em termos de aprendizado técnico e sociocultural. Ela fornece contribuições relevantes, tanto do ponto de vista acadêmico quanto prático.

Do ponto de vista teórico, o presente estudo visa investigar diferentes métodos de ensino de PE a fim de avaliar o nível de aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais. Embora as evidências da literatura sobre a relação entre PE e métodos de ensino seja extensa, uma quantidade significativamente menor de estudos leva em consideração a avaliação do aprendizado em termos de conhecimento técnico e sociocultural. Os resultados da pesquisa indicam que a aprendizagem de aspectos socioculturais é beneficiada principalmente em situações em que o método de ensino utilizado compreende abordagens de aprendizagem ativa. No que se refere aos aspectos técnicos, também foram encontradas evidências de que os métodos de aprendizagem ativa podem favorecer a aprendizagem desses aspectos. No entanto, dependendo do grau de variação da implementação enxuta, a percepção do aprendizado de aspectos técnicos variou, isto é, indivíduos mais maduros em PE foram mais propensos a perceber as lacunas de aprendizado enquanto que indivíduos iniciantes em PE tiveram menor percepção da dificuldade para o pleno conhecimento. Por outro lado, os resultados dessa pesquisa não forneceram indícios de aprendizado de aspectos socioculturais em métodos de ensino desenvolvidos de forma tradicional, convergindo para o que foi encontrado na literatura em relação a posição mais introspectiva de alunos em condições tradicionais de ensino. Todavia, vale a pena mencionar que para participantes iniciantes em implementação enxuta, a combinação de aulas expositivas em sala com exercícios de simulação computacional possibilitou o aprendizado de conhecimento técnico de PE.

Em termos de implicações práticas, algumas contribuições para instituições de ensino e organizações (manufatureiras e de serviços) merecem destaque. No que concerne às instituições de ensino, as análises desse estudo sugerem que os programas de ensino podem proporcionar resultados mais proeminentes quando uma combinação de métodos de ensino de abordagem ativa e de natureza tradicional são adotadas. Ao utilizar métodos tradicionais e de aprendizagem ativa, os alunos adquirem maior familiaridade com os conceitos e práticas de PE e, conseqüentemente, devem estar mais bem preparados para ingressar em ambientes de trabalho enxutos, resultando em

menos despesas com treinamento nas organizações. No que tange às organizações manufatureiras e de serviços, pode-se afirmar que, os resultados mostraram que para treinamentos voltados ao nível de iniciante em PE, os métodos tradicionais podem ser uma boa escolha para a aprendizagem de conceitos técnicos dependendo das condições de ensino. No entanto, para treinamentos mais avançados, recomenda-se a inclusão de métodos de ensino de abordagem ativa a fim de auxiliar na educação de conceitos mais complexos e abstratos.

Cabe ainda destacar alguns direcionamentos de pesquisa. Com relação aos dados da amostra, todos foram coletados em uma mesma região. Embora esta pesquisa não tenha por objetivo investigar a influência da cultura regional sobre o aprendizado de PE, os resultados deste estudo podem ser restritos a contextos socioeconômicos semelhantes. Para verificar a generalização dos resultados e validá-los de forma mais abrangente, recomenda-se o desenvolvimento de estudos adicionais direcionados para diferentes formas de contextos. Além disso, a análise de dados permaneceu restrita pelo tamanho da amostra. Tamanhos de amostras maiores permitiriam a aplicação de técnicas de análise de dados multivariadas mais sofisticadas, o que resultaria em indicações mais robustas e perspicazes. Finalmente, foi investigado o efeito de diferentes níveis de variação de implementação enxuta no aprendizado de aspectos técnicos e socioculturais de PE. No entanto, outras estratégias de melhoria além da implementação enxuta poderiam influenciar a aprendizagem desses aspectos (p.ex iniciativas de Gestão de Qualidade). Dessa forma, recomenda-se novas contribuições para aprofundar os estudos sobre métodos de ensino de PE.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, A. B.; DAHIYAT, S. E; MATSUI, Y. Lean management and innovation performance: Evidence from international manufacturing companies. **Management Research Review**, v. 42, n. 2, p. 239-262, 2018.
- ABELE, E.; CHRYSOLOURIS, G.; SIHN, W.; METTERNICH, J.; ELMARAGHY, H.; SELIGER, G.; SEIFERMANN, S. Learning factories for future oriented research and education in manufacturing. **Procedia CIRP**, v. 66, n. 2, p. 803-826, 2017.
- AHMAD, R.; MASSE, C.; JITURI, S.; DOUCETTE, J.; MERTINY, P. Alberta Learning Factory for training reconfigurable assembly process value stream mapping. **Procedia Manufacturing**, v.23, p.237-242. 2018.
- ALVES, A.; SOUZA, R. M., FERNANDES, S.; CARDOSO, E.; CARVALHO, M. A.; FIGUEIREDO, J.; PEREIRA, R. M.. Teacher's experiences in PBL: implications for practice. **European Journal of Engineering Education**, v.41, n.2, p.123-141, 2016.
- ALVES, A. C.; FLUMERFELT, S.; MOREIRA, F.; LEÃO, C. P. Effective tools to learn lean thinking and gather together academic and practice communities. In **ASME 2017 International Mechanical Engineering Congress and Exposition**, American Society of Mechanical Engineers, 2017.

- ANDREADIS, E.; GARZA-REYES, J. A.; KUMAR, V. Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: An investigation of managerial factors. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 23, p. 7073-7095, 2017.
- AOUN, M.; HASNAN, N. Lean production and TQM: Complementary or contradictory driving forces of innovation performance?. **International Journal of Innovation Science**, v. 5, n. 4, p. 237-252, 2013.
- AROLDI, J.B.C; PERES, H. H. C.; MIRA, V. L. Percepção do impacto no trabalho de um treinamento online sobre prevenção de lesão por pressão. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 27, n. 3, 2018.
- AUGUSTSSON, H.; TORNQUIST, A.; HASSON, H. Challenges in transferring individual learning to organizational learning in the residential care of older people. **Journal of Health Organization Management Information**, Vol. 27, n.3, p.390–408, 2013.
- BADURDEEN, F.; MARKSBERRY, P.; HALL, A.; GREGORY, B. Teaching lean manufacturing with simulations and games- A survey and future directions. **Simulation & Gaming**, v.4, n.4, p. 465-486. 2010.
- BALLÉ, M.; RÉGNIER, A. Lean as a learning system in a hospital ward. **Leadership in Health Services**. 2007.
- BARNABÈ, F.; GIORGINO, M. C.; GUERCINI, J.; BIANCIARDI, C.; MEZZATESTA, V. Engaging professionals with serious games: The lean healthcare lab at Siena university hospital. **Development and Learning in Organizations: An International Journal**, v.31, n.3, p.7-10, 2017.
- BERNABÈ, J.G.; MARTÍNEZ, A.Y.M.; ESCOBAR, A.D.O.; BENÍTEZ, R.A.G. Simuladores de negocios como herramienta de enseñanza-aprendizaje en la educación superior Business simulators as a teaching-learning tool in higher education. **Apertura**, v.10, n.2, 2018.
- BAUER, H.; BRANDL, F.; LOCK, C.; REINHART, G. Integration of industrie 4.0 in lean manufacturing learning factories. **Procedia Manufacturing**, v.23, p.147-152. 2018.
- BLÖCHL, S.; SCHNEIDER, M. Simulation game for intelligent production logistics – the pull® learning factory. **Procedia CIRP**, v.54, p.130-135. 2016.
- BLÖCHL, S.; MICHALICKI, M.; SCHNEIDER, M. Simulation game for lean leadership – shopfloor management combined with accounting for lean. **Procedia Manufacturing**, v.9, p.97-105. 2017.
- BRIOSO, X. Teaching lean construction- pontifical catholic university of Peru training course in lean project & construction management. **Procedia Engineering**. 2015.
- BORTOLOTTI, T.; BOSCARI, S.; DANESE, P. Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. **International Journal of Production Economics**, v.160, p.182-201, 2015.
- BURCH JR, W. R. Resources and social structure: some conditions of stability and change. **The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science**, v. 389, n. 1, p. 27-34, 1970.
- CAMPBELL, R.; GANTT, L.; CONGDON, T. Teaching workflow analysis and lean thinking via simulation- a formative evaluation. **Perspectives in Health Information Management**, v.6, n.3. 2009.
- CHEN, R.; CHEN, T.; LU, N.; ZHANG, H.; WU, P.; FENG, C.; TU, X. M. Extending the Mann–Whitney–Wilcoxon rank sum test to longitudinal regression analysis. **Journal of Applied Statistics**, v. 41, n. 12, p. 2658-2675, 2014.
- CHOPRA, S.; DERANEK, K. M. Efficiently teaching engineering and technology students through effective college–industry partnerships. In: **2017 Conference for Industry and Education Collaboration**, 2017.
- CHOOMLUCKSANA, J.; DOOLEN, T. L. An exploratory investigation of teaching innovations and learning factors in a lean manufacturing systems engineering course. **European Journal of Engineering Education**, v.42, n.6, p. 829-843. 2017.
- COSTA, L. B. M.; FILHO, M. G.; RENTES, A. F.; BERTANI, T. M.; MARDEGAN, R. Lean healthcare in developing countries: evidence from Brazilian hospitals. **The International journal of health planning and management**, v. 32, n. 1, p. e99-e120, 2017.
- CRONBACH, L. Coefficient alpha and the internal structure of test. **Psychometrika**, v.16, n.3, p.297-334, 1951.
- DEIF, A. Insights on lean gamification for higher education. **International Journal of Lean Six Sigma**. 2017.

- DE VIN, L. J.; JACOBSSON, L. Karlstad lean factory- an instructional factory for game-based lean manufacturing training. **Production & Manufacturing Research**, v.5, n.1, p.268-283. 2017.
- DORA, M.; KUMAR, M.; GELLYNCK, X. Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs – a multiple case analysis. **Production Planning & Control**, v. 27, n.1, p.1-23, 2015.
- DE ZAN, G.; DE TONI, A. F.; FORNASIER, A.; BATTISTELLA, C. A methodology for the assessment of experiential learning lean: The lean experience factory case study. **European Journal of Training and Development**, v.39, n.4, p.332-354, 2015.
- DELAGO, L. C.; MACHADO, M. E.; DE BRITO, F. O.; LANDGRAF, G. C.; DE ANDRADE SCHROEDER, M.; TOREZZAN, C. Learning lean philosophy through 3D game-based simulation. In: **Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference**. IEEE Press, 2016. p. 3385-3392, 2016.
- DOMBROWSKI, U.; WULLBRANDT, J.; REIMER, A. lean stress sensitization in learning factories. **Procedia Manufacturing**, v.9, p. 339-346. 2017.
- DOS SANTOS, L. A.; PERUFO, L. D.; MARZALL, L. F.; GARLET, E.; GODOY, L. P. Mapeamento de processos: um estudo no ramo de serviços. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 7, n. 14, p. 108-128, 2015.
- DINIS-CARVALHO, J.; FERNANDES, S.; LIMA, R. M.; MESQUITA, D.; COSTA-LOBO, C. Active Learning in Higher Education: developing projects in partnership with industry. In: INTED2017 Conference, 2017. **Proceedings** [...].p. 1695–1704, 2017.
- DUMAS, M.; LA ROSA, M.; MENDLING, J.; REIJERS, H. A. **Fundamentals of business process management**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
- ELBADAWI, I.; MCWILLIAMS, D. L.; TETTEH, E. G. Enhancing lean manufacturing learning experience through hands-on simulation. **Simulation & Gaming**, v.4, n.4, p. 537-552. 2010.
- FILSER, L. D.; DA SILVA, F. F.; DE OLIVEIRA, O. J. State of research and future research tendencies in lean healthcare: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, p. 1-18, 2017.
- FLUMERFELT, S.; SIRIBAN-MANALANG, A. B; KAHLEN, F. J. Are agile and lean manufacturing systems employing sustainability, complexity and organizational learning?. **The Learning Organization**, v.19, n.3, p.238-247, 2012.
- FLUMERFELT, S.; ALVES, A. C.; LEÃO, C. P.; WADE, D. L. What do organizational leaders need from lean graduate programming. **European Journal of Training and Development**, v. 40, n. 5, p. 302-320, 2016.
- GAO, S.; & LOW, S. P. Toyota Way style human resource management in large Chinese construction firms: A qualitative study. **International Journal of Construction Management**, v.15, n.1, p.17-32, 2015.
- GODINHO FILHO, M.; MILLER, G.; GANGA, D.; GUNASEKARAN, A. M. Lean manufacturing in Brazilian small and medium enterprises: Implementation and effect on performance. **International Journal of Production Research**, v. 54, n.24, p. 7523-7545, 2016.
- GOERKE, M.; SCHMIDT, M.; BUSCH, J.; NYHUIS, P. Holistic approach of lean thinking in learning factories. **Procedia CIRP**, v.32, p.138-143, 2015.
- GOERKE, M.; SCHMIDT, M.; BUSCH, J.; NYHUIS, P. Employee qualification by digital learning games. **Procedia Manufacturing**. 2017.
- GOMES, D.F.; LOPES, M. P.; DE CARVALHO, C.V. Serious games for lean manufacturing: the 5s game. **Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v.8, n.4, 2013.
- GOLDBERG, J. R.; RANK, D. B. A Hands-On, Active Learning Approach to Increasing Manufacturing Knowledge in Engineering Students. In: **American Society for Engineering Education**, 2013.
- GONZÁLEZ, V.; OROZCO, F.; SENIOR, B.; INGLE, J.; FORCAEL, E.; ALARCÓN, L. LEBSO- lean-based simulation game for construction management classrooms. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.141, n.4, 2015.
- GROVE, A. L. MEREDITH, J. O.; MACINTYRE, M.; ANGELIS, J.; NEAILEY, K. UK health visiting: challenges faced during lean implementation. **Leadership in Health Services**, v. 23, n. 3, p. 204-218, 2010.

- HAMBACH, J.; DIEZEMANN, C.; TISCH, M.; METTERNICH, J. Assessment of students' lean competencies with the help of behavior video analysis – Are good students better problem solvers?. **Procedia CIRP**, p.230-235. 2016.
- HAMZEH, F.; THEOKARIS, C.; ROUHANA, C.; ABBAS, Y. Application of hands-on simulation games to improve classroom experience. **European Journal of Engineering Education**. 2017.
- HERTLE, C.; JOKOVIC, B.; WEBER, C.; TISCH, M.; KÖNIG, C.; MEIBNER, A.; ARDELT, T.; BRUDER, R.; METTERNICH, J.; TENBERG, R. Innovative approaches for technical, methodological, and sociocommunicative competency development in production areas. **Procedia Manufacturing**, p.299-306, 2017.
- HUA, Y. Double-loop learning control (DLC) model for reengineering: a “ying” and “yang” balanced approach for effective organizational change. **International Journal of Production Economics**, n. 110, 2007.
- JOYCE, B. R.; SHOWERS, B. Student achievement through staff development. **National College for School Leadership**. 2002.
- KIM, C.; LUKELA, M.; PAREKH, V.; MANGRULKAR, R.; DEL VALLE, J.; SPAHLINGER, D.; BILLI, J. Teaching internal medicine residents quality improvement and patient safety- a lean thinking approach. **American Journal of Medical Quality**, v.25, n.3, p.211-217, 2010.
- KREIMEIER, D.; MORLOCK, F.; PRINZ, C.; KRÜCKHANS, B.; BAKIR, D. C. Holistic learning factories - a concept to train lean management, resource efficiency as well as management and organization improvement skills. **Procedia CIRP**, v.17, p. 184-188. 2014.
- LANGSTRAND, J.; CRONEMYR, P.; POKSINSKA, B. Practise what you preach: quality of education in education on quality. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 26, n. 11-12, p. 1202-1212, 2015.
- LARTEB; Y.; HADDOUT, A.; BENHADOU, M. Successful lean implementation: The systematic and simultaneous consideration of soft and hard lean practices. **International Journal of Engineering Research and General Science**, v. 3., n. 2, 1258-1270, 2015.
- LI, X.; SHENG, G. Q.; WU, H.; WU, P.; TENG, Y. RBL-PHP: Simulation of lean construction and information technologies for prefabrication housing production. **Journal of Management in Engineering**, v.34, n.2. 2018.
- LISTA, A.P.; TORTORELLA, G.L. Principais métodos para o ensino de produção enxuta e suas respectivas metodologias de avaliação de aprendizagem- uma revisão de literatura. In: **XV Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2019.
- MARLEY, K. A. Eye on the Gemba: Using student-created videos and the revised Bloom's taxonomy to teach lean management, v.89, n.6, p. 310-316. **Journal of Education for Business**. 2014.
- MARODIN, G.A.; FRANK, A.G.; TORTORELLA, G.L.; SAURIN, T.A. Contextual factors and lean production implementation in the Brazilian automotive supply chain. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.21, n.4, p. 417-432, 2016.
- MARSICK, V. J.; WATKINS, K. E. Demonstrating the value of an organization's learning culture: the dimensions of the learning organization questionnaire. **Advances in developing human resources**, v. 5, n. 2, p. 132-151, 2003.
- MATT, D. T.; RAUCH, E.; DALLASEGA, P. Model development of a virtual learning environment to enhance lean education. **Procedia Computer Science**. 2011.
- MATT, D. T.; RAUCH, E.; DALLASEGA, P. Mini-factory – a learning factory concept for students and small and medium sized enterprises. **Procedia CIRP**, v.17, p.178-183, 2014
- MAMAT, R. C.; DEROS, B.M.; NIZAM, M.; RAHMAN, A.; OMAR, M.K.; ABDULLAH, S. Soft lean practices for successful lean production system implementation in Malasya automotive SMEs: A proposed framework. **Journal Teknologi (Sciences & Engineering)**, v. 77, n. 27, p. 141-150, 2015.
- MAYER, I.; WOLFF, A.; WENZLER, I. Learning efficacy of the ‘hazard recognition’ serious game. In: **International Conference on Serious Games Development and Applications**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 118-129, 2013.
- MEDINA-LÓPEZ, C.; ALFALLA-LUQUE, R.; ARENAS-MÁRQUEZ, F. Active learning in operations management- interactive multimedia software for teaching JIT-lean production. **Journal of Industrial Engineering and Management**. 2011.

- MERWE, K. R. A longitudinal study of the efficacy of lean learning experienced through a simulated working environment (SWE). **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 5, p. 651-661, 2017.
- MILES, M.; MELTON, D.; RIDGES, M.; HARRELL, C. The benefits of experiential learning in manufacturing education. **Journal of Engineering Technology**, v.22, n.1, p.24. 2005.
- MRUGALSKA, B.; WYRWICKA, M. K. Towards lean production in industry 4.0. **Procedia Engineering**, v. 182, p. 466-473, 2017.
- NETLAND, T.; MEDIAVILLA, M.; ERRASTI, A. The insignificant role of national culture in global lean programmes. In: **IFIP International conference on advances in production management systems**, 2012, Berlin, Heidelberg. Anais [...]. Berlin, 2012, p. 454-462, 2012.
- NCUBE, L. B. A simulation of lean manufacturing-the lean lemonade tycoon 2. **Simulation & Gaming**, v.4, n.4, p.568-586. 2010.
- OZELKAN, E.; GALAMBOSI, A. Lampshade Game for lean manufacturing. **Production Planning and Control**. 2009.
- PAOLO, G.; PEZZOTTA, G.; ROSELLA, M.; MARZIA, M. Proposal of an unconventional method to assess polyvalence in lean organisations. In: **XXI Summer School Francesco Turco 2016-SMART MANUFACTURING: NEW PARADIGMS FOR A SMARTER WORLD**. AIDI-Italian Association of Industrial Operations Professors, p. 65-69, 2016.
- POZZI, R.; NOÈ, C.; ROSSI, T. Experimenting 'learn by doing' and 'learn by failing'. **European journal of engineering education**, v.40, n. 1, p.68-80. 2015.
- POURABDOLLAHIAN, B.; TAISCH, M.; KERGA, E. Serious games in manufacturing education- evaluation of learners' engagement. **Procedia Computer Science**, v.15, p.256-265. 2012.
- RAGHAVAN, N.; KALIDINDI, S.; MAHALINGAM, A.; VARGHESE, K.; AYESHA, A. Implementing lean concepts on Indian construction sites: Organisational aspects and lessons learned. In: **22nd Annual Conference International Green Lean Construction**, June 2014, p. 25-27, 2014.
- RAMOS, A. G.; LOPES, M. P.; ÁVILA, P. S. Development of a platform for lean manufacturing simulation games. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, v.8, n.4. 2013.
- RAZALI, N. M.; WAH, Y. B. Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. **Journal of statistical modeling and analytics**, v. 2, n. 1, p. 21-33, 2011.
- RESTA, B.; GAIARDELLI, P.; DOTTI, S.; PINTO, R. Towards a new model exploring the effect of the human factor in lean management. In: **IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS)**, Sep 2015, Tokyo, Japan. p.316-323, 2015.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. Lean Institute Brasil, 2003.
- RYBSKI, C.; JOCHEM, R. Benefits of a learning factory in the context of lean management for the pharmaceutical industry. **Procedia CIRP**, v.54, p.31-34. 2016.
- SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. Qualitative assessment of the implementation of lean production practices: a case study in a heavy machinery manufacturer. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 3, p. 449-462, 2008.
- SEREMBUS, J. F.; MELOY, F.; POSMONTIER, B. Learning from business: Incorporating the Toyota production system into nursing curricula. **Nursing Clinics**, v. 47, n. 4, p. 503-516, 2012.
- SHANNON, P.; KRUMWIEDE, K.; Street, J. Using simulation to explore lean manufacturing implementation strategies. **Journal of Management Education**, v.34, n.2, p. 280-302. 2010.
- SILVA, I.; XAMBRE, A. R.; LOPES, R. B. A simulation game framework for teaching lean production. **International Journal of Industrial Engineering and Management**, v.4, n.2, p.81-86. 2013.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

- SONG, J.; KIM, H.; KOLB, J. The effect of learning organization culture on the relationship between interpersonal trust and organizational commitment. **Human Resource Development Quarterly**, v.20, p.147–167, 2009a.
- SONG, J.; JOO, B. K.; CHERMACK, T. J. The dimensions of learning organization questionnaire (DLOQ): A validation study in a Korean context. **Human Resource Development Quarterly**, v. 20, n. 1, p. 43-64, 2009b.
- STONE, M.; BROOKS, R. J. Continuum regression: cross-validated sequentially constructed prediction embracing ordinary least squares, partial least squares and principal components regression. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)**, v. 52, n. 2, p. 237-258, 1990.
- TABER, K. S. The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. **Research in Science Education**, v. 48, n. 6, p. 1273-1296, 2018.
- TELANG, A.; RATHOD, S.; SUPE, A.; NEBHINANI, N.; MATHAI, S. Faculty views on competency- Based medical education during mentoring and learning web sessions: An observational study. **Journal of Education Technology in Health Sciences**, v. 4, n. 1, p. 9-13, 2017.
- THOMAS, A.; ANTONY, J.; HAVEN-TANG, C.; FRANCIS, M.; FISHER, R. Implementing Lean Six Sigma into curriculum design and delivery – a case study in higher education. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.66, n.5, p. 577-597. 2017.
- TORTORELLA, G. L. FOGLIATTO, F. S. Method for assessing human resources management practices and organisational learning factors in a company under lean manufacturing implementation. **International Journal of Production Research**, v.52, n. 15, p. 4623-4645, 2014.
- TORTORELLA, G. L.; MARODIN, G. A.; MIORANDO, R.; SEIDEL, A. The impact of contextual variables on learning organization in firms that are implementing lean: A study in Southern Brazil. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.78, n. 9-12, p. 1879-1892, 2015.
- TORTORELLA, G. L.; VERGARA, L. G. L.; FERREIRA, E. P. Lean manufacturing implementation: an assessment method with regards to socio-technical and ergonomics practices adoption. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 89, n. 9-12, p. 3407-3418, 2017.
- TORTORELLA, G.; CHAUCHIK-MIGUEL, P. A. An initiative for integrating problem-based learning into a lean manufacturing course of an industrial engineering graduate program. **Production**, v.27, n. SPE, 2017.
- TORTORELLA, G.; CAUCHICK-MIGUEL, P. Combining traditional teaching methods and PBL for teaching and learning of lean manufacturing. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 11, p. 915-920, 2018.
- TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D.; CAUCHICK MIGUEL, P. A.; SAWHNEY, R. Learning organisation and lean production: an empirical research on their relationship. **International Journal of Production Research**, p1-17, 2019.
- TURNER, J. R.; THURLOW, N.; BAKER, R.; NORTHCUTT, D.; NEWMAN, K. Multiteam systems in an agile environment: a realist systematic review. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 30, n. 4, p. 748-771, 2019.
- TVENGE, N.; MARTINSEN, K.; KOLLA, S. S. V. K. Combining learning factories and ICT- based situated learning. **Procedia CIRP**, v.54, p.101-106. 2016.
- VAN TIL, R.; TRACEY, M.; SENGUPTA, S.; FLIEDNER, G. Teaching lean with an interdisciplinary problem solving learning approach. **International Journal of Engineering Education**, v.25, n.1. 2009.
- VAPORCIYAN, A. A. Teaching and learning surgical skill. **The Annals of thoracic surgery**, v. 101, n. 1, p. 12-14, 2016.
- VIVAS, J. F.; ALLADA, V. Enhancing engineering education using thematic case-based learning. **International Journal of Engineering Education**, v.22, n.2, p. 236, 2006.
- WAGNER, P.; PRINZ, C. Learning Factory for management, organization and workers' participation. **Procedia CIRP**, v. 32, p. 115-119. 2015.
- WAN, H; LIAO, Y.; KURIGER, G. Redesigning a lean simulation game for more flexibility and higher Efficiency. **Journal of Management in Engineering**. 2012.

WITT, C. M.; SANDOE, K.; DUNLAP, J.C. 5S your life: using an experiential approach to teaching lean philosophy. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v.16, n.4. 2018.

WHITE, P.J.; LARSON, I.; STYLES, K.; YURIEV, E.; EVANS, D. R.; RANGACHARI, P. K.; EISE, N. Adopting an active learning approach to teaching in a research-intensive higher education context transformed staff teaching attitudes and behaviours. **Higher Education Research & Development**, v. 35, n. 3, p. 619-633, 2016.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: Elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YASUKAWA, K.; BROWN, T.; BLACK, S. Disturbing practices: training workers to be lean. **Journal of Workplace Learning**, v. 26, n. 6,7, p. 392-405. 2014.

YAZICI, H. Simulation modeling of a facility layout in operations management classes. **Simulation & Gaming**, v.37, n.1. 2006.

ZHANG, L.; CHEN, X. Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in lean construction. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 1267-1274. 2016.

APÊNDICE A

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Solicitamos a sua colaboração para o preenchimento dessa pesquisa de avaliação a fim de contribuir para a dissertação de Mestrado da aluna Ana Paula Lista, a qual pretende investigar a relação entre os métodos de ensino de produção enxuta e os aspectos socioculturais nas organizações. A presente avaliação também é importante para o planejamento didático e para aperfeiçoamento de treinamentos futuros relacionados ao tema de sistemas enxutos.

Nome:	Área funcional/ Departamento:
E-mail:	Organização:
Idade: () 0-20anos () 20-35anos () 35-50anos () +50 anos	Cargo:
Experiência em trabalhar com Manufatura Enxuta (<i>Lean Manufacturing</i>): () Nenhuma () 0-1 ano () 1-2 anos () 2-5 anos () Mais de 5 anos	

Marque com um “X” ao lado de cada item descrito, sob o número que mais se aproxima de seu julgamento, de acordo com as legendas de cada seção:

1. Conhecimento individual de práticas enxutas

1 – Muito pouco satisfatório	2 – Pouco satisfatório	3 – Regular	4 – Satisfatório	5 – Muito satisfatório
------------------------------	------------------------	-------------	------------------	------------------------

	1	2	3	4	5
a) Minha experiência em trabalhar com produção enxuta					
b) Meu nível de afinidade em trabalhar com produção enxuta					
c) Meu conhecimento sobre o conceito de produção enxuta					
d) Meu conhecimento sobre as principais ferramentas relacionadas à produção enxuta (Kaizen, Kanban, JIT, 5S, sete desperdícios, fluxo contínuo, sistemas puxados)					
e) Meu conhecimento sobre os benefícios trazidos pela produção enxuta					
f) Meu conhecimento sobre as principais dificuldades e barreiras relacionadas à implementação de práticas enxutas					
g) Meu conhecimento sobre a participação e o envolvimento dos colaboradores para o sucesso da implementação de práticas enxutas					

2. Aspectos socioculturais do indivíduo no trabalho

1 – Nunca	2 – Quase nunca	3 – Às vezes	4 – Quase sempre	5 – Sempre
-----------	-----------------	--------------	------------------	------------

	1	2	3	4	5
a) No meu trabalho, as pessoas discutem abertamente sobre os erros de modo a aprenderem com eles					
b) No meu trabalho, as pessoas identificam as habilidades que precisam para tarefas futuras					
c) No meu trabalho, as pessoas ajudam umas as outras a aprender					
d) No meu trabalho, as pessoas podem receber auxílio financeiro para suportar aprendizado					
e) No meu trabalho, existe um período dedicado para desenvolver o aprendizado					
f) No meu trabalho, as pessoas enxergam os problemas como oportunidades de aprendizado					

g) No meu trabalho, as pessoas são recompensadas pelo aprendizado					
h) No meu trabalho, as pessoas fornecem e recebem feedbacks					
i) No meu trabalho, as pessoas ouvem as opiniões dos outros					
j) No meu trabalho, as pessoas são encorajadas a perguntar o “Por quê?”					
k) No meu trabalho, quando as pessoas expressam sua opinião elas também se interessam sobre o que os outros pensam					
l) No meu trabalho, as pessoas tratam umas às outras com respeito					
m) No meu trabalho, as pessoas dispendem tempo construindo laços umas com as outras					

3. Nível de implementação na minha organização de práticas enxutas abordadas em treinamentos

1 – Não conheço essa prática/ Não há implementação da prática enxuta no meu trabalho	2 –Existe a implementação de forma insatisfatória	3 –Existe a implementação de forma neutra	4 –Existe a implementação de forma satisfatória	5 –Existe a implementação de forma muito satisfatória
--	---	---	---	---

Como você classificaria a implementação no seu trabalho de cada uma das *práticas enxutas* (descritas abaixo)?

	1	2	3	4	5
a) Eliminação de gargalos/ restrições nos processos					
b) Configuração de produção baseada em células					
c) Benchmarking (troca de informações com seus parceiros, concorrentes)					
d) Programas de melhoria contínua					
e) Interdisciplinaridade entre áreas funcionais					
f) Redução do tempo de preparação dos bens/serviços					
g) Just-in-time (entrega do bem/serviço certo na quantidade e momento certos)					
h) Fluxo contínuo (fluxo sem interrupções)					
i) Padronização de atividades					
j) Estratégias de planejamento e controle da produção de bens/serviços					
k) Manutenção preventiva					
l) Sistema puxado/ kanban (produção disparada pela demanda)					
m) Programas de gestão de qualidade					
n) Programas de melhorias relacionados à segurança do trabalho					
o) Maior autonomia dos funcionários					
p) Organização do ambiente de trabalho					

4. Você teria alguma sugestão ou comentário adicional a fazer?

--

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO

Um processo de transformação de uma empresa tipicamente de produção em massa para uma empresa enxuta envolve a aprendizagem e incorporação de aspectos tanto de natureza técnica quanto sociocultural. Embora as evidências da literatura sobre métodos de ensino de PE sejam extensas, uma quantidade significativamente menor de estudos leva em consideração a avaliação do aprendizado em termos de conhecimento técnico e sociocultural. Nesse sentido, o principal objetivo dessa pesquisa consistiu em avaliar a eficácia dos métodos de ensino de PE quanto à aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais. A proposta desse trabalho diferencia-se ao apresentar resultados que auxiliem na avaliação de eficácia do aprendizado de PE, para que instrutores de treinamentos e capacitações em PE possam revisar os métodos de ensino adotados de modo a se tornarem mais assertivos.

O trabalho foi desenvolvido a partir da integração de duas fases ilustradas no formato de dois artigos, cujos resultados parciais contribuem para a avaliação apresentada. A pesquisa foi construída segundo três objetivos específicos: (i) identificação dos principais métodos para a aprendizagem de PE e seus respectivos sistemas de avaliação de ensino; (ii) investigação da relação entre os métodos de ensino de PE e os aspectos socioculturais das organizações; e (iii) avaliação comparativa dos métodos de ensino de PE quanto à aprendizagem técnica e sociocultural em organizações em implementação enxuta. Na Fase I, buscou-se atingir o objetivo específico (i), enquanto que a Fase II visou atender aos objetivos (ii) e (iii).

Para atingir o objetivo (i), foi feita uma revisão sistemática da literatura. A partir desta, pôde-se identificar oito métodos de ensino de PE. Dentre eles, o mais citado é a aprendizagem experimental baseada em simulações físicas, cuja forma de ensino compreende a comparação de dois cenários de linhas de produção (sistema empurrado *versus* puxado). Nas publicações consultadas o principal benefício advindo dos métodos de ensino de PE é a maior proximidade entre educação e realidade, enquanto que a limitação mais comum é a falta de maturidade destes métodos, que ainda precisam de mais aplicações práticas para aprimoramento. Dessa forma, percebe-se que os métodos de ensino voltados à PE ainda demandam melhorias a fim de aumentar a qualidade de ensino, desenvolvendo a aprendizagem de PE sob uma perspectiva tanto técnica (p.ex. práticas enxutas) quanto sociocultural (p.ex. relações de trabalho e aspectos comportamentais). Além disso, as análises mostraram que sistemáticas utilizadas para avaliar

métodos de ensino de PE ainda são deficientes e devem ser reformuladas para se obter uma constatação representativa da eficácia do aprendizado.

Com relação ao objetivo (ii), desenvolveu-se um estudo longitudinal em organizações participantes de treinamentos de PE. Mais especificamente, duas organizações em aprendizagem de PE foram selecionadas para participar da pesquisa uma vez que apresentavam métodos de ensino de PE distintos. A primeira organização foi submetida a um treinamento baseado em métodos de ensino tradicionais, com aulas expositivas e atividades em sala de aula; enquanto que a segunda organização estudou PE a partir de métodos de aprendizagem ativa, com mais interações entre o indivíduo e o ambiente de trabalho. A partir dos dados coletados de forma longitudinal, pode-se verificar a evolução do aprendizado de aspectos socioculturais e relacioná-los com os métodos de ensino utilizados em cada treinamento, fornecendo indícios sobre o efeito da natureza do método de ensino no aprendizado de aspectos socioculturais. Os resultados das análises indicaram que a aprendizagem de aspectos socioculturais é beneficiada principalmente em situações em que o método de ensino de PE utilizado compreende abordagens de aprendizagem ativa, sobretudo, em condições em que a implementação enxuta é incentivada.

Por fim, o objetivo (iii) foi alcançado por meio do mesmo estudo longitudinal anterior. Para cada treinamento estudado foram realizadas duas análises longitudinais: (a) análise longitudinal comparativa entre os níveis de implementação enxuta e (b) análise longitudinal comparativa dentro dos níveis de implementação enxuta. Enquanto a primeira mensurava o efeito do nível de implementação enxuta ao longo do tempo sobre o aprendizado dos aspectos técnicos e socioculturais, a segunda visava avaliar dentro de cada nível de implementação enxuta como ocorria a evolução do aprendizado dos aspectos técnicos e socioculturais. Os resultados da análise mostraram que, quando complementados por aulas expositivas, os métodos de ensino baseados em simulações físicas (aprendizagem ativa) são uma boa opção para a aprendizagem de aspectos socioculturais. Todavia, não foram encontrados resultados significativos para aspectos socioculturais em métodos de ensino desenvolvidos exclusivamente de forma tradicional (p.ex. aulas expositivas). No que se refere aos aspectos técnicos, os métodos de aprendizagem ativa apresentaram resultados benéficos independentemente do nível de variação de implementação enxuta. Cabe ainda destacar que, para participantes iniciantes em implementação enxuta, a combinação de aulas expositivas em sala com exercícios de simulação computacional também se mostrou um método eficaz para ensinar conhecimento técnico de PE.

A partir dos resultados apresentados, diferentes oportunidades de pesquisa futura podem ser destacadas. Como a presente pesquisa se limitou a avaliar a aprendizagem de aspectos técnicos e socioculturais de PE em duas organizações com características e contextos divergentes, os resultados encontrados podem terem sido afetados por fatores exógenos. Nesse sentido, recomenda-se a realização de estudos que investiguem diferentes métodos de ensino de PE em uma única organização, a fim de eliminar o efeito desses fatores. Cabe ainda destacar que as indicações realizadas são limitadas pelo instrumento de pesquisa utilizado, o qual foi baseado em questionário e níveis de aprendizagem específicos. Estudos futuros poderiam analisar os mesmos métodos de ensino estudados a partir de diferentes fontes de dados e sob a lente de outras teorias cognitivas, de modo a complementar os resultados encontrados. Finalmente, deve-se mencionar que a análise longitudinal foi realizada no período de 18 meses, dada a disponibilidade do pesquisador. A continuação da coleta de dados permitiria verificar outras nuances relacionadas entre os métodos de ensino e os aprendizados. Estudos futuros que ampliem o tamanho da amostra e a frequência de mensurações também poderiam viabilizar uma análise mais rica, permitindo identificar comportamentos adicionais aos aqui verificados.