

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DÉBORA BIANCO

**COMPETÊNCIAS DA LIDERANÇA NO *LEAN MANUFACTURING* E NA
INDÚSTRIA 4.0: IDENTIFICAÇÃO E RELACIONAMENTOS.**

São Carlos
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DÉBORA BIANCO

**COMPETÊNCIAS DA LIDERANÇA NO *LEAN MANUFACTURING* E NA
INDÚSTRIA 4.0: IDENTIFICAÇÃO E RELACIONAMENTOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientação: Prof. Dr. Moacir Godinho Filho

São Carlos
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Débora Bianco, realizada em 25/08/2020.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Moacir Godinho Filho (UFSCar)

Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto (USP)

Prof. Dr. Gilberto Miller Devos Ganga (UFSCar)

Profa. Dra. Fabiane Letícia Lizarelli (UFSCar)

Prof. Dr. Luis Antonio de Santa Eulalia (USHERBROOKE)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

AGRADECIMENTO

À Deus.

Ao professor Moacir Godinho Filho, pela orientação, conselhos e atenção comigo durante todo o desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores Kleber Esposto, Gilberto Millen Devós Ganga, Luis de Santa-Eulalia e Fabiane Lizarelli pelo apoio em diversas etapas da dissertação, contribuições e presença em banca de avaliação.

Aos meus pais Edson e Nora, minha irmã Raquel Bianco e meu companheiro Arthur Maluf pelo eterno apoio em todas as etapas da minha vida pessoal e acadêmica.

Às minhas tias-avós Antônia e Aladia por todas as orações que me confortaram.

À todos os especialistas que dedicaram o seu tempo respondendo o questionário que possibilitou a conclusão desse trabalho.

À CAPES por financiar a pesquisa.

RESUMO

A liderança tem se transformado e evoluído de acordo com o momento histórico e avanços dos processos produtivos. A mentalidade dos líderes que atuavam na produção em massa das fabricas da Ford é diferente daqueles que atuavam no desenvolvimento do *Lean Manufacturing*. A difusão da filosofia *Lean* fez com que líderes atuassem como professores nas organizações, vivenciando e ensinando os princípios *Lean*. A ascensão da tecnologia e a evolução dos processos produtivos indicam que a liderança deverá passar por novas transformações para direcionar a organização para a quarta revolução industrial. Nesse contexto, surgiu a necessidade de pesquisas que abordem a integração da Indústria 4.0 com abordagens de gestão como o *Lean*. Com o intuito de contribuir para esse campo de pesquisa, o presente estudo estabelece a relação existente entre as competências dos líderes *Lean* e as competências dos líderes atuantes na Indústria 4.0. Para alcançar esse objetivo foi elaborada uma revisão bibliográfica sistemática que levantou as principais competências a serem desenvolvidas por líderes *Lean* e por líderes atuantes em ambientes altamente tecnológicos. Por fim, realizou-se uma pesquisa empírica baseada na opinião de especialistas utilizando a abordagem *Interpretive Structural Modeling* (ISM). Essa abordagem possibilitou a análise *Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification* (MICMAC). Com a análise MICMAC foi possível identificar as competências que possuem alto poder de condução e as que são dependentes. O presente estudo apresenta evidências de que as competências do líder *Lean* irão sustentar as competências que devem ser desenvolvidas por líderes atuantes na Indústria 4.0. Além disso, foi elaborado um modelo estrutural que mostra a hierarquia entre as competências da liderança, indicando aquelas que devem ser desenvolvidas com prioridade. Tais resultados possibilitam o avanço no estado da arte, enriquecendo a literatura sobre a integração da Indústria 4.0 a abordagens de gestão, como o *Lean*. Em relação a prática, os resultados obtidos nesse trabalho poderão guiar a formação dos líderes que pretendem atuar em ambientes de integração da Indústria 4.0 ao *Lean*.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Indústria 4.0. Liderança. *Interpretive Structural Modeling*.

ABSTRACT

Leadership has been evolved according to the historical moment and advances in production processes. The mentality of leaders who worked in mass production at Ford plants is different from those who worked in the development of Lean Manufacturing. The spread of Lean philosophy has led leaders to act as teachers in organizations, coaching and teaching Lean principles. The rise of technology and the evolution of production processes indicate that leadership must undergo new transformations to direct the organization towards the fourth industrial revolution. In this context, there was a need for research that addresses the integration of Industry 4.0 with other management approaches such as Lean. In order to contribute to this field of research, this study establishes the relationship between the skills of Lean leaders and the skills of leaders in Industry 4.0. In order to achieve this objective, a systematic bibliographic review was elaborated that raised the main competences to be developed by Lean leaders and by leaders working in highly technological environments. Finally, an empirical research based on the opinion of experts was carried out using the Interpretive Structural Modeling (ISM) approach. This approach enabled the Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC) analysis. With the MICMAC analysis it was possible to identify the competences that have high driving power and those that are dependent. This study presents evidence that the skills of the Lean leader will support those that must be developed by leaders active in Industry 4.0. In addition, a structural model was elaborated that shows the hierarchy between the leadership competencies, indicating those that should be developed with priority. Such results make possible the advance in the state of the art, enriching the literature on the integration of Industry 4.0 with other management approaches. In relation to practice, the results obtained in this work may guide the training of leaders who intend to work in environments that integrate Industry 4.0 with Lean.

Keywords: *Lean Manufacturing. Industry 4.0. Leadership. Interpretive Structural Modeling.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Fluxo metodológico da pesquisa.....	19
Figura 2.1 - "4Ps" do modelo Toyota.....	25
Figura 2.2 - Fluxo metodológico da RBS.....	27
Figura 2.3 - Filtros (RBS – Liderança <i>Lean</i>).....	29
Figura 2.4 - Fluxo metodológico do ISM.....	35
Figura 2.5 - Análise de clusters (RBS – Liderança <i>Lean</i>).....	39
Figura 2.6 - Modelo estrutural (ISM tradicional – Liderança <i>Lean</i>).....	53
Figura 2.7 - Modelo estrutural (ISM adaptado – Liderança <i>Lean</i>).....	60
Figura 2.8 - Diagrama de clusters (MICMAC – Liderança <i>Lean</i>).....	61
Figura 3.1 - Modelo estrutural (ISM – Liderança <i>Lean</i> e Liderança 4.0).....	91
Figura 3.2 - Diagrama de clusters (MICMAC – Liderança <i>Lean</i> e Liderança 4.0).....	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - <i>Strings</i> (RBS – Liderança <i>Lean</i>).....	28
Quadro 2.2 - Critérios de inclusão e exclusão (RBS – Liderança <i>Lean</i>).....	30
Quadro 2.3 - Perfil dos especialistas (ISM – Liderança <i>Lean</i>).....	32
Quadro 2.4 - Principais competências da liderança <i>Lean</i>	40
Quadro 3.1 - Perfil dos especialistas (ISM – Liderança <i>Lean</i> e Liderança 4.0).....	75
Quadro 3.2 - Principais competências da liderança <i>Lean</i>	77
Quadro 3.3 - Principais competências da liderança na Indústria 4.0.....	81
Quadro 3.4 - Competências coincidentes do líder <i>Lean</i> e do líder atuante na Indústria 4.0.....	82
Quadro 4.1 - Validade da pesquisa qualitativa.....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - <i>Structural Self-Interaction Matrix</i> Final (SSIM tradicional – Liderança <i>Lean</i>).....	46
Tabela 2.2 - Matriz <i>Reachability</i> Inicial (ISM tradicional – Liderança <i>Lean</i>).....	48
Tabela 2.3 - Matriz <i>Reachability</i> Final (ISM tradicional – Liderança <i>Lean</i>).....	49
Tabela 2.4 - Nivelamento (ISM tradicional – Liderança <i>Lean</i>).....	51
Tabela 2.5 - Matriz de Concordância (ISM adaptado – Liderança <i>Lean</i>).....	54
Tabela 2.6 - Matriz <i>Reachability</i> Inicial (ISM adaptado – Liderança <i>Lean</i>).....	56
Tabela 2.7 - Matriz <i>Reachability</i> Final (ISM adaptado – Liderança <i>Lean</i>).....	57
Tabela 2.8 - Nivelamento (ISM adaptado – Liderança <i>Lean</i>).....	58
Tabela 3.1 - <i>Structural Self-Interaction Matrix</i> Final (SSIM-Liderança <i>Lean</i> e Liderança 4.0).	84
Tabela 3.2 - Matriz <i>Reachability</i> Inicial (ISM – Liderança <i>Lean</i> e Liderança 4.0).....	86
Tabela 3.3 - Matriz <i>Reachability</i> Final (ISM – Liderança <i>Lean</i> e Liderança 4.0).....	87
Tabela 3.4 - Nivelamento (ISM – Liderança <i>Lean</i> e Liderança 4.0).....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EUA	Estados Unidos da América
HRD	<i>Human Resource Development</i>
ISM	<i>Interpretive Structural Modeling</i>
LPS	<i>Lean Production Systems</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
MICMAC	<i>Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification</i>
PC	Poder de condução
PD	Poder de dependência
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
RBS	Revisão Bibliográfica Sistemática
SMEs	<i>Small and Medium-sized Enterprises</i>
SSIM	<i>Structural Self-Interaction Matrix</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	14
1.1 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	14
1.2 RELEVÂNCIA DA PESQUISA	16
1.3 OBJETIVOS DE PESQUISA	17
1.4 RELEASE METODOLÓGICO	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
CAPÍTULO 2 COMPETÊNCIAS DA LIDERANÇA LEAN: ANÁLISE COM MÚLTIPLOS MÉTODOS.....	21
2.1 INTRODUÇÃO.....	21
2.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.2.1 Filosofia <i>Lean</i>	22
2.2.2 Liderança <i>Lean</i>	24
2.3 MÉTODOS DE PESQUISA	26
2.3.1 Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS): Levantamento da lista inicial de competências do líder <i>Lean</i>.....	26
2.3.2 Validação das Competências do Líder <i>Lean</i> por Especialistas	31
2.3.3 Coleta de Dados para o ISM.....	32
2.3.4 <i>Interpretive Structural Modeling</i> (ISM): Método Tradicional	33
2.3.5 <i>Interpretive Structural Modeling</i> (ISM): Método Adaptado.....	36
2.3.6 <i>Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification</i> (MICMAC)	36
2.4 RESULTADOS	37
2.4.1 Lista inicial de competências da liderança <i>Lean</i>.....	37
2.4.2 Lista final de competências da liderança <i>Lean</i>	39
2.4.3 Resultados do ISM Tradicional.....	45
2.4.3.1 <i>Structural Self-Interaction Matrix</i> (SSIM)	45
2.4.3.2 <i>Reachability</i> Matriz	47
2.4.3.3 Divisão em Níveis.....	50
2.4.3.4 Modelo ISM.....	52
2.4.4 Resultados do ISM Adaptado.....	54
2.4.4.1 Matriz de Concordância.....	54
2.4.4.2 <i>Reachability</i> Matriz: 70% de concordância.....	55
2.4.4.3 Divisão em Níveis.....	58

2.4.4.4 Modelo ISM.....	59
2.4.5 Resultados da Análise MICMAC	61
2.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	61
2.5.1 Discussão da Abordagem ISM	62
2.5.2 Discussão da Análise MICMAC	64
2.6 CONCLUSÃO.....	66
2.6.1 Contribuição Teórica e Implicações Práticas	66
2.6.2 Limitações e Pesquisas Futuras.....	67
CAPÍTULO 3 RELAÇÃO ENTRE COMPETÊNCIAS DA LIDERANÇA <i>LEAN</i> E DA LIDERANÇA NA INDÚSTRIA 4.0: COMBINAÇÃO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA E <i>INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELING (ISM)</i>.....	68
3.1 INTRODUÇÃO.....	68
3.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	69
3.2.1 Indústria 4.0	69
3.2.2 Liderança <i>Lean</i> e Liderança na Indústria 4.0.....	71
3.3 MÉTODOS DE PESQUISA	72
3.3.1 Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS).....	72
3.3.1.1 RBS Competências da Liderança <i>Lean</i>	73
3.3.1.2 RBS Competências da Liderança na Indústria 4.0	73
3.3.2 Validação das Competências por Especialistas	74
3.3.3 Coleta de Dados	75
3.3.4 <i>Interpretive Structural Modeling (ISM)</i>.....	76
3.3.5 <i>Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC)</i>	76
3.4 RESULTADOS	77
3.4.1 Resultados da RBS	77
3.4.1.1 Principais Competências da Liderança <i>Lean</i>	77
3.4.1.2 Principais Competências da Liderança na Indústria 4.0	80
3.4.2 Resultados do ISM.....	83
3.4.2.1 <i>Structural Self-Interaction Matrix (SSIM)</i>	83
3.4.2.2 <i>Reachability</i> Matriz	85
3.4.2.3 Divisão em Níveis.....	88
3.4.2.4 Modelo ISM.....	90
3.4.3 Resultados da Análise MICMAC	92

3.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	92
3.5.1 Discussão da Abordagem ISM	93
3.5.2 Discussão da Análise MICMAC	95
3.6 CONCLUSÃO	98
3.6.1 Contribuição Teórica e Implicações Práticas	98
3.6.2 Limitações e Pesquisas Futuras	99
CAPÍTULO 4 CONCLUSÕES	101
4.1 QUALIDADE DA PESQUISA	101
4.2 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS	102
4.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS	103
REFERÊNCIAS	105
APÊNDICE A - ARTIGOS SELECIONADOS NA RBS DAS COMPETÊNCIAS DO LÍDER LEAN	113
APÊNDICE B - ARTIGOS SELECIONADOS NA RBS DAS COMPETÊNCIAS DO LÍDER ATUANTE NA INDÚSTRIA 4.0	121

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo expõe de forma geral o que será abordado ao longo da dissertação, encontra-se a apresentação do trabalho, a relevância da pesquisa, os objetivos, o release metodológico e a estrutura do trabalho.

1.1 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

As competências da liderança foram adaptadas de acordo com o momento histórico, avanços nas abordagens de gestão e inovações tecnológicas. Entre os desafios da Indústria 4.0 está a readaptação da liderança a esse novo contexto histórico. Essa nova era é marcada por tecnologias emergentes que irão mudar completamente a forma de projetar, produzir e entregar os bens e serviços. Indústria 4.0 é um termo amplamente aceito, usado para se referir à quarta revolução industrial, apesar de ainda não existir uma definição consolidada. A literatura focada nas temáticas organizacionais e gerenciais da Indústria 4.0 é escassa, devido à relativa novidade do tópico. A escassez de artigos publicados evidencia a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que abordem temáticas voltadas para a liderança na era da Indústria 4.0 (AGOSTINI; FILIPPINI, 2018; OBERER; ERKOLLAR, 2018).

Uma vez que, a liderança tem se transformado e evoluído de acordo com o momento histórico e com a evolução dos processos produtivos, a mentalidade dos líderes que atuavam na produção em massa das fabricas da Ford é diferente daqueles que atuavam no desenvolvimento do Toyota Production System (TPS) (LIKER; CONVIS, 2012). Os líderes que comandavam seus seguidores baseados em estratégias de punições e recompensas foram substituídos por aqueles com mentalidade transformacional. Ficou evidente a necessidade de líderes com as competências de ampliar os interesses de seus funcionários, gerar consciência dos objetivos do grupo e ter pensamento voltado para a equipe. O líder transformador deve ser carismático para seus seguidores, inspirá-los, atender às necessidades emocionais de cada funcionário e os estimular intelectualmente (BASS, 1990).

O *Lean Manufacturing* (LM) é uma abordagem de gestão que tem como princípio o desenvolvimento das pessoas. De forma similar as demais abordagens, também preza pelo alcance dos objetivos em termos de qualidade, custo, entrega, segurança e produtividade. A diferença é que no *Lean* os funcionários são constantemente treinados e orientados a atingir esses objetivos através do desenvolvimento de competências e engajamento da equipe. Na mentalidade da Toyota, o desenvolvimento de pessoas não está restrito a poucos gerentes, é a principal missão de todos os líderes em todos os níveis (LIKER; BALLÉ, 2013).

Para estabelecer a produção enxuta é necessário que todos os desperdícios sejam eliminados. Ou seja, as atividades que não agregam valor a um produto devem ser identificadas e eliminadas. O desperdício é visto como um inimigo singular que limita o desempenho dos negócios e ameaça a prosperidade. Os principais tipos de desperdícios incluem superprodução, tempo disponível, transporte, processamento em si, estoque disponível, movimentação e produtos defeituosos. A eliminação completa desses desperdícios pode aumentar muito a eficiência da operação. Sendo assim, deve-se produzir apenas a quantidade necessária, liberando a força de trabalho extra e realocando em atividades que de fato agreguem valor. Líderes e operários devem mover esforços mútuos para garantir a qualidade e foco na melhoria contínua (OHNO, 1997; EMILIANI, 1998).

Da mesma forma que a produção em massa e o *Lean*, a quarta revolução industrial exigirá a adaptação dos líderes que pretendem atuar nesse novo contexto. A digitalização leva a transformação da produção, da logística, da comunicação e do gerenciamento de recursos humanos. As organizações precisam adaptar seus recursos para lidar com novos desafios. Para isso, as organizações precisam desenvolver uma cultura digital robusta e garantir que uma liderança clara conduza a mudança (OBERER; ERKOLLAR, 2018).

Segundo Schwab, (2018), a Indústria 4.0 é composta por tecnologias emergentes que não representam meros avanços incrementais nas tecnologias digitais atuais. Essas tecnologias são realmente disruptivas, revolucionam as formas existentes de detecção, cálculo, organização, atuação e entrega. As tecnologias emergentes representam formas inteiramente novas de criar valor para organizações e cidadãos. Ao longo do tempo, irão transformar todos os sistemas conhecidos, desde a maneira como são produzidos e transportados os bens e serviços até os meios de comunicação e interação com mundo ao redor. O ambiente totalmente automatizado exige novamente a transformação da mentalidade da liderança, Oberer e Erkollar (2018) afirmam que é necessário desenvolver uma cultura de liderança 4.0 nas organizações. O comandante dessa nova era será denominado líder digital. Essas transformações deixam evidente oportunidades de pesquisa para descobrir quais devem ser as principais competências desenvolvidas pelo líder desse novo cenário.

No presente estudo, considerou-se que competências são definidas como uma capacidade ou habilidade. São descritas como um conjunto de comportamentos diferentes (porém relacionados) e organizados em torno das intenções (BOYATZIS, 2008). Além disso, considerou-se que um líder não é apenas aquele que tem um cargo formal de gerente ou supervisor. Considerou-se como líder, o indivíduo que tem a responsabilidade de tomar decisão e que tem como missão liderar, organizar, ensinar e dar suporte aos membros pertencentes ao

seu time (LIKER; CONVIS, 2012). Sendo assim, o presente estudo irá abordar a relação entre as competências da liderança em um ambiente de integração da Indústria 4.0 ao *Lean*. Ou seja, pretende-se identificar se as competências do líder *Lean* comportam-se como um pré-requisito para Indústria 4.0 ou se as competências desenvolvidas pelo líder atuante em ambientes altamente tecnológicos é que irão facilitar a jornada *Lean*.

1.2 RELEVÂNCIA DA PESQUISA

As primeiras publicações que abordam o *Lean*, ainda que de forma implícita demonstrem a importância da liderança, possuem como foco as ferramentas que levam à diminuição de desperdício e ao aumento do desempenho operacional (SCHONBERGER, 1982; WOMACK *et al.*, 1992; SUGIMORI *et al.*, 1997; MONDEN, 1998). A liderança como foco principal passou a ser abordada quando entendeu-se que o *Lean* vai além de um conjunto de ferramentas e deve ser tratado como uma filosofia que tem como base a mudança no comportamento humano (EMILIANI, 1998; EMILIANI, 2003; LIKER, 2004; LIKER; CONVIS, 2012).

Da mesma forma que a literatura sobre a liderança *Lean* veio após a literatura sobre as ferramentas *Lean*, as pesquisas sobre a liderança na Indústria 4.0 levará algum tempo para se consolidar. Segundo Schwab (2018), o desenvolvimento de tecnologias avançadas com armazenamento computacional massivo e poder cognitivo transformará a indústria e a sociedade em todos os níveis. As tecnologias emergentes criarão oportunidades antes inimagináveis na área da saúde, educação, agricultura, manufatura e serviços. Ainda que as grandes mudanças no ambiente industrial deixem evidente a necessidade de transformação nos comportamentos da liderança, as pesquisas publicadas ainda abordam em sua maioria temas voltados para as tecnologias e a implantação da Indústria 4.0 (OLIVAN *et al.*, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019; BRKIC *et al.*, 2019; SONG; LIU, 2019).

O estado da arte, a respeito da Indústria 4.0, encontra-se em desenvolvimento tecnológico. São escassos os trabalhos que abordam a integração da Indústria 4.0 com abordagens de gestão, como o *Lean*. Estudos anteriores relatam o impacto que algumas tecnologias terão em ambientes *Lean* (KOLBERG; ZÜHLKE, 2015; KOLBERG *et al.*, 2016; SARTAL *et al.*, 2017), outros já mostram uma relação positiva entre as práticas adotadas no *Lean* e na Indústria 4.0 (SANDERS *et al.*, 2016; SANDERS *et al.*, 2017; BUER *et al.*, 2018; ROSSIN *et al.*, 2019). Sendo assim, o presente estudo pretende dar continuidade a esse campo de pesquisa e apresentar a relação entre as competências necessárias ao líder *Lean* e o líder atuante na Indústria 4.0. Diante de tais argumentos pretende-se responder a seguinte questão:

qual é relação existente entre as competências da liderança em ambientes de integração da Indústria 4.0 ao *Lean*?

1.3 OBJETIVOS DE PESQUISA

O objetivo principal deste trabalho é estabelecer as relações entre as competências da liderança nos ambientes produtivos de *Lean Manufacturing* e Indústria 4.0. Para atingi-lo, três objetivos específicos foram determinados:

Objetivo específico 1: Levantar as principais competências que devem ser desenvolvidas por líderes que atuam em sistemas produtivos *Lean*.

Objetivo específico 2: Levantar as principais competências que devem ser desenvolvidas por líderes que atuam em sistemas produtivos de tecnologias avançadas provenientes da Indústria 4.0.

Objetivo específico 3: Analisar a relação existente entre as competências do líder *Lean* entre si. E analisar a relação existente entre as competências do líder *Lean* e do líder atuante na Indústria 4.0.

Para atingir os objetivos específicos 1 e 2 realizou-se uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS). O objetivo específico 4 foi atingido por meio de uma pesquisa empírica baseada na opinião de especialistas, abordagem *Interpretive Structural Modeling* (ISM) e análise *Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification* (MICMAC). O atingimento dos três objetivos específicos propiciou a elaboração de um modelo conceitual com a hierarquia das competências da liderança. Além disso, pode-se investigar o poder de condução e de dependência de cada uma das competências. Por fim, pesquisas futuras puderam ser propostas.

1.4 RELEASE METODOLÓGICO

A escolha dos métodos de pesquisa utilizados nessa dissertação esteve associada ao processo de desenvolvimento da pesquisa científica e o detalhamento de cada um dos métodos escolhido está ao longo dos próximos capítulos que são organizados na forma de artigos (sendo um artigo apresentado no capítulo 2 e o outro artigo apresentado no capítulo 3). Foi escolhido o formato de artigos para agilizar o processo de publicação dos conteúdos e resultados obtidos nesse trabalho. Em ambos artigos foram utilizados os mesmos métodos de pesquisa, o que pode ter causado certa repetitividade ao texto da dissertação. O fluxo metodológico da pesquisa consta na Figura 1.1.

Este trabalho pode ser classificado como uma abordagem de pesquisa mista (*mixed methods research*), que segundo Bryman (2012), desde 2001 tem se tornado muito popular entre os pesquisadores do campo de estudo das ciências sociais. Esse termo é utilizado para representar pesquisas que integrem estratégias quantitativas e qualitativas em um único projeto.

A pesquisa qualitativa dessa dissertação foi realizada por meio do método de revisão bibliográfica sistemática (RBS). A pesquisa qualitativa pode ser entendida como uma estratégia que geralmente enfatiza as palavras ao invés de quantificação na coleta e análise de dados. A abordagem indutiva e a geração de teoria são predominantes para essa estratégia. A visão da realidade social, das formas de interpretação do indivíduo, são incorporadas como uma propriedade emergente e em constante mudança (BRYMAN, 2012). Nas pesquisas sociais, o processo de revisão de literatura é uma ferramenta fundamental. O objetivo é permitir que o pesquisador mapeie e avalie o estado da arte e especifique uma questão de pesquisa para a evolução do conhecimento existente (TRANFIELD *et al.*, 2003).

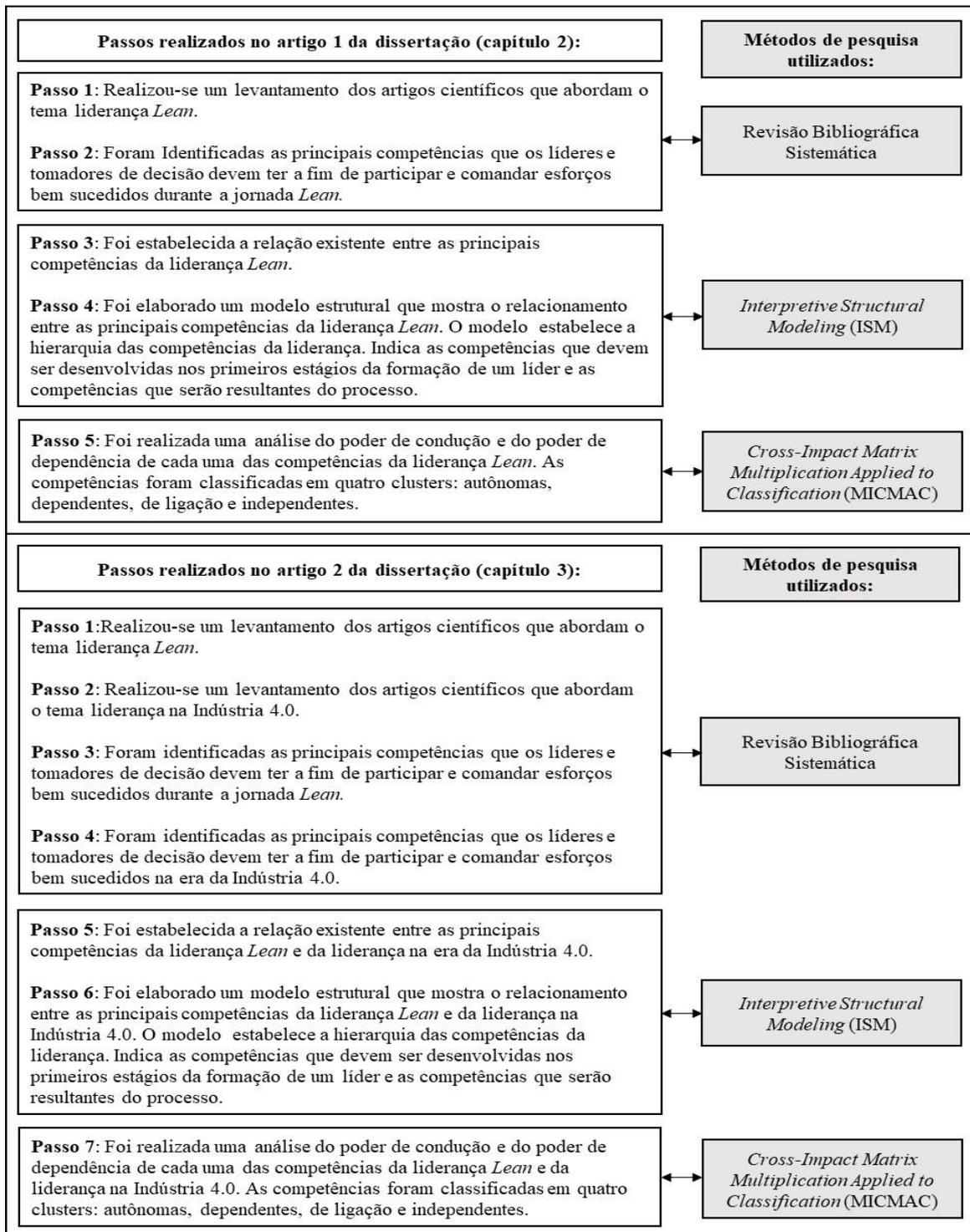
A pesquisa quantitativa dessa dissertação foi realizada por meio da abordagem ISM (*Interpretive Structural Modeling*) e análise MICMAC (*Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification*). A pesquisa quantitativa pode ser entendida como uma estratégia que enfatiza a quantificação na coleta e análise de dados. Sendo assim, implica em uma abordagem dedutiva da relação entre teoria e pesquisa, na qual a ênfase é o teste de teorias. Incorpora as práticas e normas do modelo científico natural e do positivismo em particular. A visão da realidade social é tida como externa e objetiva (BRYMAN, 2012).

A pesquisa empírica realizada nessa dissertação utilizou a abordagem ISM para a coleta e análise dos dados. O ISM é uma metodologia bem estabelecida para a construção e análise dos fundamentos das inter-relações entre os elementos em sistemas complexos. Sendo assim, ajuda a impor ordem e direção na complexidade das relações de modo que as influências possam ser analisadas (MANDAL; DESHMUKH, 1994; SAMANTRA *et al.*, 2016). Além disso, utilizou-se a análise MICMAC para estudar o poder de condução e dependência das variáveis, assim determinar as que vão orientar o sistema em várias categorias. As variáveis foram classificadas em quatro clusters: autônomas, dependentes, de ligação e independentes (ATTRI *et al.*, 2013).

A coleta de dados para a pesquisa empírica e a validação dos resultados da RBS tiveram como base a opinião de especialistas. Para a validação das competências considerou-se a opinião de 4 especialistas. Para elaborar o ISM e o MICMAC considerou-se a opinião de 23 especialistas. Segundo Bogner *et al.* (2009), uma conversa com especialistas na fase exploratória de um projeto é um método mais eficiente e concentrado de coletar dados do que,

por exemplo, a observação participativa ou pesquisas quantitativas sistemáticas. A realização de entrevistas com especialistas pode servir para encurtar os demorados processos de coleta de dados. Isso ocorre principalmente quando os especialistas são vistos como referência para o conhecimento prático e são entrevistados como substitutos de um círculo amplo de participantes.

Figura 1.1- Fluxo metodológico da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A organização desta dissertação seguiu a lógica do desenvolvimento do conhecimento, de forma que os métodos utilizados serão melhor abordados no decorrer dos capítulos, os quais foram organizados em formato de artigos. Os artigos que compõem essa dissertação possuem exatamente os mesmos métodos de pesquisa, o que pode causar repetitividade ao texto. No primeiro capítulo consta a introdução, para esclarecer quais serão os assuntos e métodos abordados na pesquisa. No segundo capítulo será apresentado o primeiro artigo, que consta a revisão bibliográfica sistemática sobre as competências da liderança *Lean* e a pesquisa empírica que foi desenvolvida utilizando a abordagem ISM tradicional e também uma proposta de adaptação do ISM. Além disso, a análise MICMAC para as competências do líder *Lean* é apresentada. No terceiro capítulo será apresentado o segundo artigo, que consta a revisão da literatura sobre as competências da liderança na era da Indústria 4.0 e a pesquisa empírica que foi desenvolvida. Nesse capítulo também é utilizada a abordagem ISM e análise MICMAC para estabelecer a relação entre as competências do líder *Lean* e do líder atuante na Indústria 4.0. No quarto capítulo constam as conclusões, qualidade da pesquisa, implicações práticas, limitações da pesquisa e sugestões para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 2 COMPETÊNCIAS DA LIDERANÇA LEAN: ANÁLISE COM MÚLTIPLOS MÉTODOS

Neste capítulo será apresentado o primeiro artigo que compõe essa dissertação. Nesse artigo será apresentada a revisão bibliográfica sistemática (RBS) que aborda as competências a serem desenvolvidas por líderes que atuam em sistemas produtivos orientados pela filosofia *Lean*. Realizou-se a análise de conteúdo por meio do *software NVivo 12 Plus for Windows*, que suporta métodos qualitativos e variados de pesquisa. Além disso, será apresentada a pesquisa empírica realizada por meio da abordagem ISM tradicional e também uma proposta de adaptação da abordagem ISM. Para complementar a investigação sobre as relações entre as competências do líder *Lean*, realizou-se a análise MICMAC.

2.1 INTRODUÇÃO

A necessidade da criação de um sistema completamente novo de produção foi percebida por Eijit Toyoda nos anos de 1950 após uma visita realizada à fábrica Rouge da Ford em Detroit. Toyoda percebeu que a produção em massa não funcionaria no Japão e com o auxílio do gênio da produção, Taiichi Ohno, surgiu o *Toyota Production System (TPS)*. A partir da década de 1980 ocorreu a difusão do *Lean Manufacturing (LM)* no mundo. Pois, muitas organizações do ocidente também aderiram as técnicas que visam a eliminação de desperdícios e melhoria contínua (WOMACK *et al.*, 1992).

Na literatura pode-se encontrar pesquisas referentes a implantação do *Lean* (GOLLAN *et al.*, 2014a; GOLLAN *et al.*, 2014b) e que apontam a liderança como uma característica de grande importância para o sucesso e sustentabilidade da filosofia nas organizações (FOUND *et al.*, 2009; HILTON; SOHAL, 2012; AIJ *et al.*, 2013; LODGAARD *et al.*, 2016; MOEUF *et al.*, 2016; RANE *et al.*, 2016; PATRI; SURESH, 2017; ALEFARI *et al.*, 2017). Sendo assim, diversos trabalhos que propõe modelos de liderança adequados para comandar as transformações vigentes nos sistemas de produção orientados pela filosofia *Lean* passaram a ser publicados (ZARINAH *et al.*, 2017; AIJ; RAPSANIOTIS, 2017; TORTORELLA *et al.*, 2018).

Ainda que diversas pesquisas apontem comportamentos, competências e atributos necessários aos líderes que comandam a implantação do *Lean* (FOUND *et al.*, 2009; GELEI *et al.*, 2014; SEIDEL *et al.*, 2017; AIJ; TEUNISSEN, 2017; TORTORELLA; FOGLIATTO, 2017; CAMUFFO; GERLI, 2018) pode-se notar que esses conceitos encontram-se dispersos. A partir disso, o presente estudo pretende suprir essa lacuna na literatura por meio de uma

revisão bibliográfica sistemática com análise de conteúdo realizada pelo *software* NVivo. Considerou-se que competências são definidas como uma capacidade ou habilidade. São descritas como um conjunto de comportamentos diferentes (porém relacionados) e organizados em torno das intenções (BOYATZIS, 2008). Além disso, considerou-se que um líder não é apenas aquele que tem um cargo formal de gerente ou supervisor. Considerou-se como líder o indivíduo que tem a responsabilidade de tomar decisão e que tem como missão liderar, organizar, ensinar e dar suporte aos membros pertencentes ao seu time (LIKER; CONVIS, 2012).

A presente pesquisa busca identificar de que forma os líderes têm atuado nos sistemas produtivos orientados pela filosofia *Lean*. Assim, apresentar um quadro com as competências necessárias à liderança *Lean*, além de estabelecer a relação entre essas competências por meio da abordagem *Interpretive Structural Modeling* (ISM) e análise *Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification* (MICMAC). Diante de tais argumentos, pretende-se responder as seguintes questões de pesquisa:

1. Quais são as principais competências que os líderes e tomadores de decisão devem ter a fim de participar e comandar esforços bem sucedidos durante a jornada *Lean*?
2. Qual é a relação existente entre as principais competências que os líderes e tomadores de decisão devem ter a fim de participar e comandar esforços bem sucedidos durante a jornada *Lean* ?

Para o alcance do objetivo proposto o artigo foi estruturado da seguinte forma: na seção 2.2 realizou-se a síntese do marco teórico; na seção 2.3 os métodos de pesquisa; na seção 2.4 os resultados; na seção 2.5 a discussão dos resultados; e na seção 2.6 as conclusões e sugestões para pesquisas futuras.

2.2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresentado nessa seção foi dividido em filosofia e liderança *Lean*.

2.2.1 Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* está relacionada ao engajamento dos funcionários em aprender a melhoria contínua ao seguir o exemplo de seus líderes. A filosofia *Lean* é a conscientização da importância da melhoria contínua na organização como um todo. Para isso, devem ser estabelecidos padrões, deixando explícita a forma com que as atividades devem ser realizadas. As não conformidades identificadas devem ser registradas, para que as melhorias sejam implementadas. Os funcionários devem ser motivados a participar de equipes de resolução de problemas. Além disso, devem compartilhar informações e aprendizados com especialistas para

encontrar soluções viáveis. Para o *kaizen* é fundamental compartilhar um método de análise comum para estudar problemas típicos e encontrar formas de melhorar o processo. Por fim, é necessário que os funcionários estejam aptos a fazer sugestões e que possam implementá-las sozinhos (LIKER; BALLÉ, 2013).

Segundo Liker e Hoseus (2010) existem muitas características distintivas da cultura Toyota. Mas, a característica principal é que as pessoas da Toyota confiam umas nas outras em um grau incomum para uma grande corporação. Além disso, assume-se que todos são responsáveis pela melhoria contínua através do *Plan-Do-Check-Act* (PDCA). O PDCA foi além de uma ferramenta e tornou-se parte integrante da cultura, provavelmente uma das coisas mais difíceis de ensinar. Segundo Hartwell e Roth (2010) é necessário desenvolver a capacidade de aprendizagem coletiva como um suporte ao *Lean*. Pois, o ciclo de estabelecer expectativas, tentar novas abordagens, coletar dados, fazer mudanças, avaliar os resultados em relação às expectativas e ajustar abordagens é um processo de aprendizado organizacional.

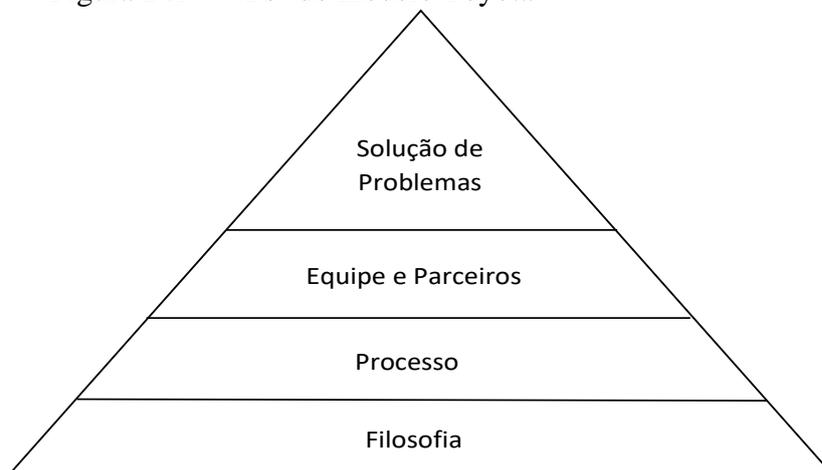
A cultura organizacional e a liderança são reconhecidas como aspectos críticos para a implementação do *Lean*. A Toyota e outras empresas que adotaram a filosofia com sucesso foram consideradas fortes em áreas como liderança, capacitação, fornecedores, relações com clientes, relações departamentais e trabalho em equipe. Um ambiente propício deve ser criado dentro de uma organização, empregando pessoas certas com visão clara, a fim de alcançar os resultados esperados do *Lean*. A liderança e a cultura *Lean* são considerados fatores importantes e precisam ser desenvolvidos de maneira apropriada (AL-NAJEM *et al.*, 2012).

O *Lean* é o que define a administração da organização e Liker (2004) cita que pode ser implantado em qualquer companhia para melhorar os processos. Esses processos podem ser de vendas, marketing, desenvolvimento de produtos, administração, logística ou qualquer outro que julgar necessário. Para auxiliar a liderança *Lean* na implantação do pensamento enxuto, foi elaborado o "4Ps" do modelo Toyota: solução de problemas, equipe e parceiros, processo e filosofia (Figura 2.1).

A solução de problemas envolve a aprendizagem organizacional contínua por meio do *Kaizen*, tomar decisões lentamente através de consenso, considerar completamente todas as opções e implementar as soluções com rapidez. Quanto aos funcionários e parceiros, devem ser respeitados, desafiados sempre que necessário e desenvolvidos constantemente. Os líderes devem ser treinados para vivenciar a filosofia. Para os processos, o foco deve ser eliminar todos os desperdícios. Com esse intuito, deve-se utilizar o sistema puxado para evitar a superprodução, praticar a melhoria contínua e realizar a gestão a vista. Quanto a filosofia, deve haver a conscientização da melhoria contínua para todos os envolvidos na organização. Além

disso, o pensamento deve ser a longo prazo mesmo em detrimento a metas financeiras de curto prazo. Pois, a filosofia *Lean* exige ações de melhorias incrementais em que os resultados são obtidos ao longo do tempo quando se caminha em direção a maturidade da filosofia (LIKER, 2004).

Figura 2 .1 - "4Ps" do modelo Toyota



Fonte: Adaptado de Liker (2004).

Segundo Womack, Jones e Roos (1992) uma fábrica genuinamente *Lean* possui duas características organizacionais fundamentais. A primeira característica é estabelecer uma liderança que atribua o máximo de tarefas e responsabilidades para os funcionários que realmente agregam valor ao produto. A segunda característica é possuir um sistema de detecção de defeitos que rapidamente relaciona cada problema, uma vez descoberto, a sua derradeira causa. Sendo assim, nota-se a grande importância do papel do líder para a filosofia *Lean*, o que será discutido com maior ênfase na próxima seção e no decorrer do estudo.

2.2.2 Liderança *Lean*

No *Lean*, a função dos líderes não pode ser limitada a realização de tarefas e conjunto de boas habilidades pessoais. Pois, os administradores são os representantes do Modelo Toyota. Os líderes devem exemplificar a filosofia em tudo que fazem, nas decisões que tomam e como chegam a elas. Os líderes devem ser professores da filosofia *Lean* além de compreender o trabalho em alto nível de detalhamento. Sendo assim, o que se espera de um líder *Lean* é que compreenda completamente o trabalho, viva a filosofia e a ensine aos outros (LIKER; MEIER, 2007).

Segundo Imai (1996) a liderança tem como papel garantir a qualidade nos processos da organização. Para isso, é necessário o estabelecimento e implantação de políticas, construção de sistemas multifuncionais, capacitação de funcionários e implantar sistemas de garantia de qualidade.

Na pesquisa realizada por Burns (1978) identificou-se a existência de dois estilos de liderança, a transacional e a transformadora. A maior parte das relações entre líderes e seus seguidores acontece de forma transacional, em que ocorre a cooperação a partir de recompensas. Os líderes transformacionais reconhecem e exploram as necessidades de seus seguidores, buscando motivá-los. Desta forma, na liderança transformadora ocorre uma relação de mútuo estímulo e progresso entre líderes e seguidores.

Ao implementar a transformação *Lean*, é necessário que a gerência tenha a consciência de que está adotando pela primeira vez um sistema de gestão baseado em princípios. Cujo objetivo do *Lean* é mudar a maneira como todas as atividades de trabalho são realizadas, não apenas aquelas em operação. Sendo assim, as práticas da gerência devem sofrer alterações para permitir a concretização das mudanças (GOODRIDGE *et al.*, 2015; HÅKANSSON *et al.*, 2017). Pode acontecer da liderança se perder na transformação, perdendo assim recursos valiosos como o tempo, esforço humano e dinheiro. Então, para eliminar os desperdícios e atingir os resultados esperados, os líderes devem estar dispostos a investir seu tempo e esforço para aprender a verdadeira natureza e a intenção da filosofia *Lean* (EMILIANI; STEC, 2005).

A falta de competências da liderança, pode ser uma das razões pelas quais as empresas tendem a lidar com a transformação *Lean* como uma caixa de ferramentas. O correto seria adotar o *Lean* como um sistema corporativo que cobre todas as operações e envolve padrões culturais e de comportamento (HALLING; RENSTRÖM, 2014). A gerência tem dificuldade em reconhecer as suas fraquezas, pois são extremamente confiantes e confundem o conhecimento superficial com o conhecimento profundo que vem da prática diária (EMILIANI, M. L.; EMILIANI, M., 2013).

As limitações da liderança é uma barreira percebida por diferentes níveis hierárquicos da organização (LODGAARD *et al.*, 2016), além das pesquisas ressaltarem a falta de experiência dos líderes em pequenas e médias empresas (SME) (MOEUF *et al.*, 2016). O estudo realizado por Marodin e Saurin (2015a) demonstra que 14% dos riscos envolvidos na implantação do *Lean* estão associados ao suporte da alta e média gerência. O restante dos riscos são associados a gestão do processo e ao envolvimento do chão de fábrica. Além disso, o suporte da gerência é classificado como um risco independente que deve ser priorizado pois gera impacto aos demais (MARODIN; SAURIN, 2015b).

Segundo Bhasin (2012) o pensamento enxuto baseado no modelo Toyota envolve uma abordagem mais profunda e difundida da transformação cultural do que a maioria das organizações previa. Além disso, a prática mostra que muitas implementações do *Lean* não atendem às expectativas no longo prazo. Pois, no início, as empresas estão focadas

principalmente na eliminação de resíduos e esperam resultados rápidos. No entanto, a longo prazo, nem sempre conseguem criar um pensamento *Lean* e o processo de melhoria contínua (TRENKNER, 2016). Desta forma, os líderes tendem a focar apenas em um dos 4Ps da Toyota (processos). Mas, para sustentabilidade da metodologia os demais tem igual importância e descrevem a cooperação de funcionários e líderes em busca da perfeição (DOMBROWSKI; MIELKE, 2013; DOMBROWSKI; MIELKE, 2014).

2.3 MÉTODOS DE PESQUISA

Nessa seção, serão apresentados os métodos de pesquisa utilizados no presente estudo. A sequência dos métodos seguiu a lógica da construção do conhecimento, primeiro será apresentada a RBS, em seguida a validação por especialistas, a coleta de dados, a abordagem ISM, por fim, a análise MICMAC.

2.3.1 Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS): Levantamento da lista inicial de competências do líder *Lean*

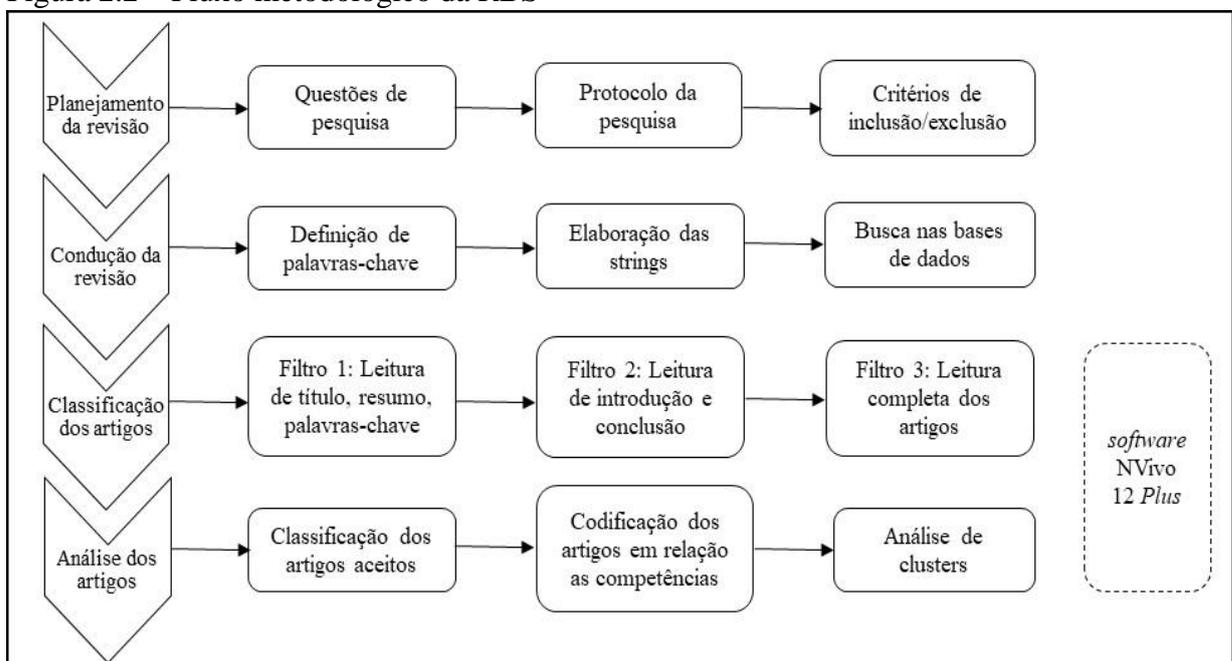
Segundo Rowley e Slack (2004), para a execução de uma revisão da literatura, primeiro é necessário pesquisar diversos documentos e estabelecer entre eles as similaridades. Isso proporcionará uma orientação a respeito do que deverá ser incluído na revisão bibliográfica. Então, devem ser realizadas anotações sobre os temas e também a respeito das referências que serão utilizadas no estudo. A revisão da literatura deve ser estruturada ao identificar os temas principais e organizar os conceitos e documentos de acordo com os temas da pesquisa. Desta forma, pode-se escrever a revisão da literatura, separando os assuntos relevantes em diferentes seções. Por fim, deve ser feita a bibliografia do estudo, em que todos os artigos utilizados na revisão da literatura devem ser citados e referenciados.

O presente estudo seguiu, de forma adaptada, os mesmos passos propostos por Godinho e Saes (2013), para a execução de uma revisão bibliográfica sistemática:

1. Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre as competências da liderança *Lean*;
2. Propor um método para classificar e codificar todos os artigos que serão utilizados na revisão da literatura, a partir da definição de alguns parâmetros, como método de pesquisa, contribuição para o campo de pesquisa em questão e discussão das competências da liderança *Lean*;
3. Classificação dos artigos de acordo com o método proposto anteriormente;
4. Apresentar as discussões a respeito da classificação realizada;
5. Realizar as análises e sugestões para pesquisas futuras.

Além dos passos apresentados anteriormente, a RBS foi estruturada seguindo os estágios da pesquisa propostos pela literatura (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; DENYER; TRANFIELD, 2009) para possibilitar a replicação da mesma. No primeiro estágio realizou-se o planejamento da revisão (elaboração das questões de pesquisa, critérios de inclusão/exclusão e protocolo); no segundo a condução da revisão (definição de palavras-chave e *strings*, seleção dos artigos nos bancos de dados); no terceiro estágio realizou-se a classificação e análise dos artigos. A análise de conteúdo foi realizada com o auxílio do *software NVivo 12 Plus for Windows*. O fluxo metodológico da sistemática encontra-se na Figura 2.2.

Figura 2.2 – Fluxo metodológico da RBS



Fonte: Adaptado de Denyer e Tranfield, 2009.

A revisão da literatura foi conduzida com o objetivo de levantar as principais competências que devem ser desenvolvidas pelo líder *Lean*. Para isso, realizou-se a busca por meio das bases de dados *Scopus*, *Web of science* e *Engineering Village*. Para orientar a identificação das palavras-chave e construção das *strings* de busca, foi elaborada uma questão de pesquisa (Quadro 2.1).

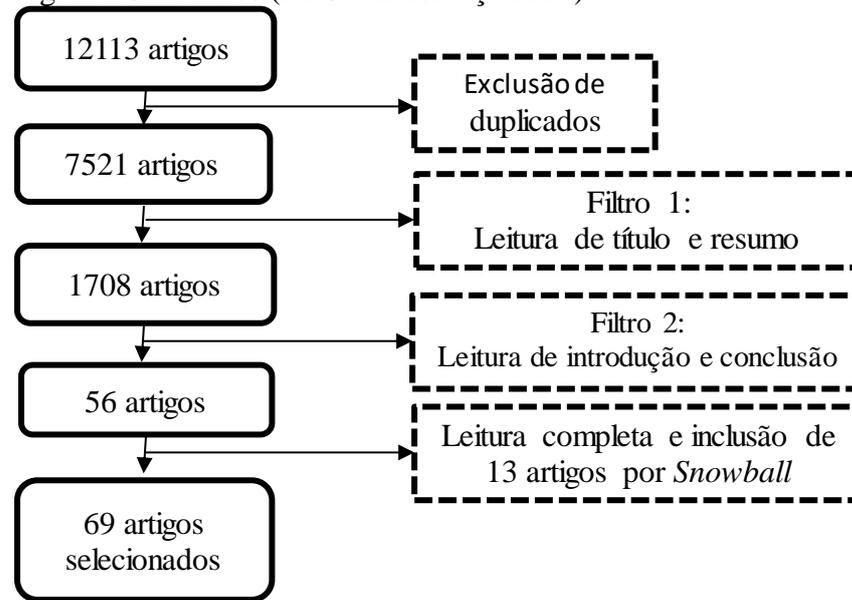
Como resultado da pesquisa, referente as *strings* em cada uma das bases de dados, obteve-se um total de 12113 artigos que possuem no título ou abstract as palavras-chave que foram utilizadas na busca. Desta forma, os artigos duplicados foram excluídos e ficaram 7521 artigos para o primeiro filtro (leitura de título e *abstract*), dos quais 48% extraídos do *Engineering Village*, 28% do *Scopus* e 24% do *Web of Science*. Assim, para o segundo filtro (verificar qualidade, acessibilidade ao trabalho e leitura de introdução e conclusão) restaram 1708 artigos, dos quais foram selecionados 56 para a leitura completa e por *Snowball* (técnica

em que as referências utilizadas pelos artigos selecionados são estudadas e as que contribuem para a pesquisa podem ser incluídos na RBS) foram adicionados 13 artigos, finalizando com 69 para a classificação final (Figura 2.3).

Quadro 2.1 - *Strings* (RBS – Liderança *Lean*)

Questão da revisão	Constructos	Palavras-chave	String
1. Quais são as principais competências que os líderes e tomadores de decisão devem ter a fim de participar e comandar esforços bem sucedidos durante a jornada <i>Lean</i> ?	Competências da liderança	Lean methodology, Lean culture, Lean Manufacturing, Lean Production, Toyota Production Systems, Lean thinking , human, managers, leadership, leader behavior, Leadership model, Leadership style, competence, skills, ability, attribute, management involvement, practices, resources, Lean barrier, difficulties, deployment issues, problems, Leadership challenges.	("Lean Manufacturing" OR "lean culture" OR "Lean Production" OR "Toyota Production Systems" OR "lean thinking" OR "Lean implementation") AND ("human" OR "managers" OR "leadership" OR " leader behavior") AND ("lean barrier" OR "difficulties" OR "deployment issues" OR "issues" OR "problems" OR "Leadership challenges" OR "challenges"))
			("Lean Manufacturing" OR "lean Production" OR "Toyota Production System" OR "lean culture") AND ("human" OR "managers" OR "leadership" OR "leader behavior" OR "management involvement") OR ("lean methodology" OR "Lean Manufacturing Practices" OR "waste minimization" OR "implementation steps" OR "lean tools" OR "steps" OR "lean waste" OR "lean production principles" OR "resources"))
			("Lean methodology" OR "Lean culture" OR "Lean Manufacturing" OR "Lean Production" OR "Toyota Production Systems" OR "Lean thinking") OR ("Lean Leadership Competencies" OR "Lean Leadership fundamental principles" OR "Lean leadership attributes" OR "lean leaders" OR "leadership attributes" OR "multi-level leadership") AND ("competencies" OR "skills" OR "ability" OR "attribute" OR "management involvement" OR "practices" OR "resources" OR "Lean barrier" OR "difficulties" OR "deployment issues" OR "problems"))

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2.3 – Filtros (RBS – Liderança *Lean*)

Fonte: Elaborado pelos autores

Para a leitura completa dos artigos, codificação e análise dos dados foi utilizado o *software* NVivo. Para a seleção dos estudos que fizeram parte da presente revisão foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão que podem ser observados no Quadro 2.2. Nota-se, que para o levantamento das competências dos líderes *Lean*, apenas a literatura que obtém a filosofia *Lean* como tema principal foi analisada. Ou seja, a literatura que aborda as competências gerais para líderes de diferentes perfis não faz parte da RBS.

Na última década ocorreu uma revolução na facilidade de acessar dados digitais, de mídias sociais a bibliotecas digitalizadas, big data, entre outros. O principal desafio é reunir e analisar todos os dados de forma significativa e confiável. Como os dados constam em diferentes formatos, encontrar conexões pode ser extremamente difícil e demorado sem as ferramentas certas. O NVivo permite organizar, armazenar, recuperar os dados de forma eficiente, otimizar o tempo e fazer um *backup* rigoroso das descobertas com evidências. É possível importar dados de praticamente qualquer fonte (texto, áudio, vídeo, e-mails, imagens, planilhas, pesquisas on-line, conteúdo da web, entre outros). Com ferramentas avançadas de gerenciamento de dados, consulta e visualização, o NVivo permite estabelecer relações complexas a partir dos dados e proporciona maior confiabilidade a pesquisa (NVIVO, 2019).

Quadro 2.2 - Critérios de inclusão e exclusão (RBS – Liderança *Lean*)

Filtro	Critério	Inclusão	Exclusão
1	Foco	Artigos que possuem como foco principal a filosofia <i>Lean</i> independente do local de implantação.	Artigos que não se referem a filosofia <i>Lean</i> ; artigos que apenas implementam uma ferramenta de otimização de processo mas não se referem ao <i>Lean</i> diretamente; Artigos que abordam a liderança de forma geral.
	Filosofia <i>Lean</i> / Liderança <i>Lean</i>	Tratar da implantação da filosofia <i>Lean</i> em algum setor da organização, relatar as facilidades e dificuldades de sua implantação, descrever a influência da gerência e dos tomadores de decisão ao optarem por essa filosofia ou obter como foco a gestão de pessoas perante a metodologia <i>Lean</i> .	Artigos que apenas citam o <i>Lean</i> , mas não o tem como foco ou o retratam de forma superficial sem explicar a forma de implantação, as vantagens e desvantagens ou a influência da gerência ao optar por essa filosofia.
2	Acesso	Possuir acesso ao trabalho, estar redigido em inglês.	Não possuir acesso ao trabalho; não estar redigido em inglês.
	Qualidade	Periódico científico, congressos internacionais.	Livros e sites
	Marco teórico	Conceitos do <i>Lean</i> e implantação com descrição das dificuldades ou sucesso ao aderir à filosofia; conceitos sobre lideranças transformadora ou estilos de liderança que tenham relação com os líderes <i>Lean</i> .	Conceitos do <i>Lean</i> relacionados a ergonomia, meio ambiente, psicologia, informática e análise de performance. Conceitos gerais de liderança que não tem relação direta com os líderes <i>Lean</i> .
	Unidade de análise	Artigos que abordem filosofia <i>Lean</i> e a liderança <i>Lean</i> .	Artigos que abordam apenas os ganhos econômicos com a implantação; possuem foco nos ganhos com design e na logística após aderir à metodologia; ou realizam comparações entre duas ou mais ferramentas de otimização de processos. Além disso, trabalhos que não abordam a influência da gerência e a sua relação com o <i>Lean</i> .

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a identificação dos artigos que contribuem para o tema a ser pesquisado, foi realizada a classificação dos 69 artigos de acordo com a contribuição para o campo de pesquisa em questão, metodologia e se o artigo possui a liderança *Lean* como temática principal. Os artigos selecionados foram codificados de acordo com a quadro apresentado no Apêndice A, o qual fornece também informações como o autor e ano de publicação.

A partir da revisão dos 69 artigos selecionados foi possível identificar 26 competências da liderança *Lean* que se repetem na literatura e são essenciais para a implementação bem sucedida do *Lean*. Com o auxílio do *software* NVivo realizou-se uma análise de cluster. A partir dessa análise e da validação por especialistas, as competências foram reduzidas para 18 devido à alta similaridade semântica entre algumas. Os detalhes dessa análise e o quadro com as principais competências do líder *Lean* serão apresentados nas seções 2.4.1 e 2.4.2.

Segundo Malhotra (2012), a análise de clusters é uma técnica estatística de interdependência. Essa técnica permite agrupar observações em grupos homogêneos internamente e heterogêneo entre si, a partir do grau de similaridade e utilizando variáveis predeterminadas. A similaridade das variáveis foi estabelecida a partir do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson entre as 26 competências identificadas na literatura. Os trechos dos 69 artigos da RBS que exemplificavam a importância de determinada competência foram agregados aos códigos, permitindo a análise semântica entre cada uma das 26 competências.

2.3.2 Validação das Competências do Líder *Lean* por Especialistas

O método de pesquisa utilizado inclui a participação de especialistas durante duas etapas da pesquisa. Primeiro para consolidar e refinar a lista de competências proveniente da RBS por meio de uma perspectiva empírica e em segundo para participar da coleta de dados. As iterações, que foram realizadas como estratégia para o refinamento da lista de competências dos líderes *Lean*, foram inspiradas nos procedimentos metodológicos discutidos em trabalhos como Lewis (1998), Cardoso *et al.* (2012) e Silveira *et al.* (2017). Desta forma, dois requisitos de pesquisa foram definidos para gerar um conjunto significativo e claro de diretrizes: a seleção adequada de especialistas experientes e um procedimento sistemático para coletar, analisar e sintetizar os dados provenientes da RBS das competências do líder *Lean*.

Para a fase de refinamento foram consultados 4 especialistas acadêmicos com ampla experiência com a filosofia *Lean*. Com dois especialistas houve diversas reuniões presenciais para debater as possíveis melhorias da lista de competências. Com os outros especialistas houve reuniões por vídeo e troca de informações por e-mails, pois a pesquisa foi desenvolvida no Brasil e os especialistas convidados estão em outros países, o que impossibilitou que fossem realizadas reuniões presenciais. Após cada uma das iterações, o material era atualizado de acordo com o refinamento promovido pelos especialistas. As reuniões duraram, em média, duas horas. Os dados coletados foram registrados, e a lista foi consolidada após cada reunião, enquanto as informações ainda estavam frescas para o pesquisador. Sendo assim, o processo de refinamento e iterações seguiu os seguintes passos (adaptado de Silveira *et al.*, 2017):

1. O especialista verifica a versão original da lista de competências proveniente da RBS;
2. O especialista verifica a análise de cluster dos códigos por similaridade de palavras;
3. O especialista analisa a última versão da lista de competências, conforme refinada pelo especialista anterior;
4. O especialista propõe as melhorias e valida a lista de competências.

Por fim, obteve-se a lista final das competências necessárias aos líderes *Lean*, a qual será apresentada na seção 2.4.1 (resultados da RBS).

2.3.3 Coleta de Dados para o ISM

O modelo do ISM é normalmente construído com base na opinião e domínio de especialistas sobre o assunto abordado. O número ótimo de experts depende das características do estudo em questão. Para utilizar a técnica ISM, o mais importante é que haja heterogeneidade entre o grupo de participantes. Ou seja, é necessário que exista uma variedade de cargos ocupados por esses experts, que possuam diferentes formações, experiências e que exista um balanceamento entre especialistas com conhecimento acadêmico e conhecimento da prática (CLAYTON, 1997; BENITEZ *et al.*, 2017). Existem estudos que utilizaram 103 especialistas (JAIN *et al.*, 2017), 25 especialistas (VINODH; RAMESH; ARUN, 2016), 15 especialistas (BENITEZ *et al.*, 2017), 14 especialistas (KAMBLE *et al.*, 2018) e 8 especialistas (CHERRAFI *et al.*, 2017); sendo assim, observa-se que não há um número exato de especialistas definido pela literatura para a aplicação do ISM.

No presente estudo, 62 especialistas foram convidados à participar da pesquisa. Por fim, 23 experts aceitaram participar e responderam corretamente ao questionário. O grupo de experts participantes possui diferentes formações acadêmicas, experiências, sendo que 13 experts são pesquisadores com vasto conhecimento acadêmico e 10 são experts que vivenciam o *Lean* na prática implantando e gerenciando em diversas organizações. O perfil dos experts consta no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Perfil dos especialistas (ISM – Liderança *Lean*)

Posição	Quant.	Formação Acadêmica	Quant.	Experiência com <i>Lean</i>	Quant.
Pesquisador	13	Doutorado em Engenharia de Produção/Mecânica	13	1-5 anos	3
Diretor de operações	3	Pós-graduação	5	6-10 anos	6
Gerente de operações	3	Graduação em Engenharia	5	11-15 anos	8
Gerente de chão de fábrica	4			16-20 anos	6

Fonte: Elaborado pelos autores

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário composto por 3 seções e os especialistas demoraram em média 1 hora e 30 minutos para responder. A coleta de dados ocorreu durante 6 meses, de Junho à Novembro de 2019. Antes do envio do questionário houve reuniões com os especialistas (presenciais, por telefone ou vídeo) para explicar a pesquisa e instruir como o questionário deveria ser preenchido.

Na primeira seção do questionário há questões sobre o perfil dos *experts*, que foi resumido no Quadro 2.3. A segunda seção do questionário contém os dados necessários para a construção da *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM). A terceira seção contém questões para a validação da pesquisa. Na terceira seção os especialistas responderam se concordavam com as competências identificadas pela literatura e se conseguiam identificar alguma competência faltante. Os 23 especialistas concordaram com as competências levantadas na RBS. Alguns *experts* sugeriram algumas competências, porém já estavam incluídas nas descrições das competências utilizadas no estudo. Apenas um especialista sugeriu a criatividade como uma competência do líder *Lean*, porém a literatura mostra que para o líder *Lean* o principal é estimular a criatividade de seus seguidores como consta na competência LC6.

2.3.4 Interpretive Structural Modeling (ISM): Método Tradicional

Para modelar as relações e identificar o poder de condução/dependência (*driving and dependence power*) entre as competências dos líderes *Lean* foi utilizada a abordagem ISM. Desde que foi desenvolvida por Warfield (1974), essa técnica tem sido amplamente utilizada para auxiliar uma variedade de complexos problemas para hierarquia de variáveis e tomada de decisão. Mandal e Deshmukh (1994) para seleção de vendedores; Muruganantham *et al.* (2016) para analisar as barreiras na implantação da gestão de qualidade total; Cherrafi *et al.* (2017) para investigar as barreiras na implantação do *Green Lean*; Benitez *et al.* (2017) para estabelecer a relação entre práticas de cadeias de suprimento *Lean*, *Green*, resilientes e os impactos no ambiente; Jain *et al.* (2017) para estabelecer um modelo de hierarquia em cadeias de suprimento resilientes; e Kamble *et al.* (2018) para analisar as barreiras na adoção da Indústria 4.0.

Segundo Watson (1978), modelos estruturais são aqueles em que o processo de modelagem é focado nas tarefas de selecionar os componentes do modelo e deixar explícitas as interações entre eles. Difere dos dinâmicos, nos quais o foco está no uso de várias técnicas matemáticas e linguagens de simulação para prever o comportamento do sistema. Modelos estruturais tem como foco principal a estrutura do sistema e a forma das relações. Os dinâmicos são orientados por coeficientes, ou seja, necessitam de especificação numérica precisa.

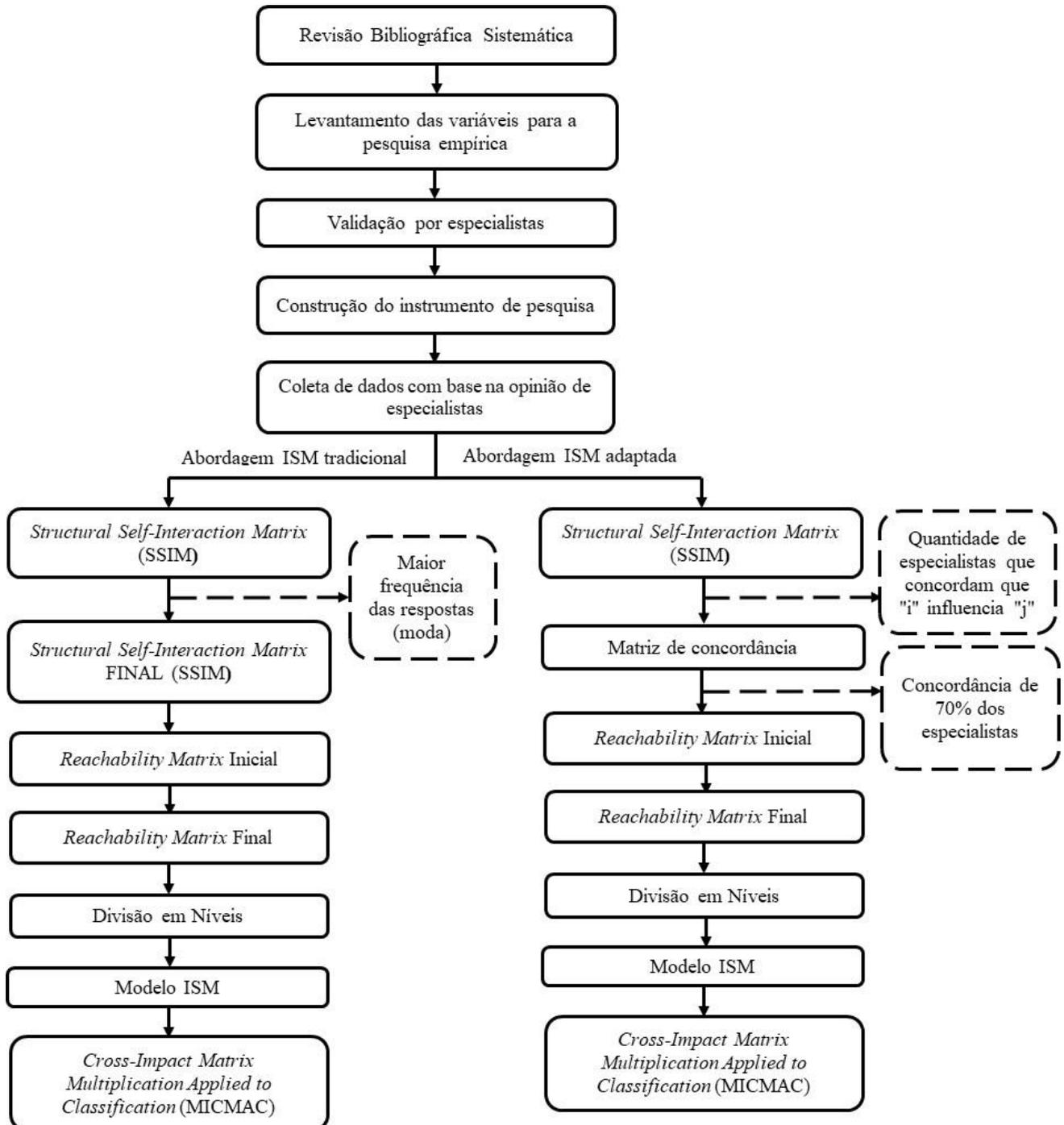
O ISM é um método auxiliado por computador para o desenvolvimento de representações gráficas da composição e estrutura do sistema. Nos modelos gráficos ou grafos direcionados (digrafos) os elementos ou componentes de um sistema são representados pelos “pontos” do gráfico. A presença de um segmento de linha direcionada indica a existência de

um relacionamento particular entre os elementos. É essa relação entre as variáveis que distingue um sistema de uma mera agregação de componentes (WATSON, 1978).

O ISM fornece um processo de aprendizagem estruturado e iterativo. Representa de forma agregada o conhecimento especializado sobre um conjunto de elementos que descrevem um sistema e como esses elementos estão inter-relacionados. O processo ISM transforma modelos mentais de sistemas pouco claros e mal articulados em modelos visíveis e bem definidos. O fluxo metodológico para a condução do ISM consta na Figura 2.4 (BENITEZ *et al.*, 2017; ATTRI *et al.*, 2013).

A complexidade do problema no presente estudo é estabelecer a hierarquia entre competências da liderança *Lean*. A literatura apresentada durante a RBS comprova a importância do desenvolvimento de competências específicas para os líderes *Lean* (FOUND *et al.*, 2009; GELEI *et al.*, 2014; SEIDEL *et al.*, 2017; AIJ; TEUNISSEN, 2017; TORTORELLA; FOGLIATTO, 2017; CAMUFFO; GERLI, 2018). A abordagem ISM proporcionará insights para entender a conexão entre as variáveis e assim estabelecer uma hierarquia. Os resultados da pesquisa poderão orientar os líderes a desenvolverem as competências de forma sustentável à longo prazo.

Figura 2.4 – Fluxo metodológico do ISM.



Fonte: Elaborado pelos autores

2.3.5 *Interpretive Structural Modeling (ISM): Método Adaptado*

Quando o modelo ISM é desenvolvido, a relação entre duas variáveis é representada por “0” e “1”. A existência da relação é representada por “1” e a não existência por “0”. Porém a relação entre as competências da liderança pode não ser igual em todos os cenários. Entre algumas competências pode haver uma relação forte e entre outras pode haver uma relação fraca. No ISM tradicional, os dois casos são representados por “1”. Com o objetivo de superar essa fraqueza da abordagem ISM, o presente estudo propõe uma adaptação ao método (KAMBLE *et. al.*, 2018).

Competências da liderança *Lean* é uma temática com 18 variáveis que se relacionam entre si gerando uma matriz *Reachability* final muito transitiva (como será apresentado na seção 2.4.2). Ou seja, diversas células da matriz foram preenchidas por inferência. Com o intuito de corrigir a fraqueza do ISM que não estabelece pesos diferentes para a força das relações, para elaborar a matriz *Reachability* inicial (no ISM adaptado) considerou-se a relação entre duas variáveis como “1” apenas quando houver uma relação forte entre elas. A força da relação no presente estudo se dará considerando a quantidade de especialistas que concordam com a existência da relação entre o par de variáveis. Sendo assim, se 70% dos especialistas (ou mais) concordam com a existência da relação, ela será representada por “1”. Se não houver a concordância de 70% dos especialistas, a relação entre o par de variáveis será representada por “0”. Os resultados obtidos pelo ISM adaptado serão apresentados na seção 2.4.3.

2.3.6 *Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC)*

O objetivo da análise MICMAC é investigar o poder de condução (*drive power*) e o poder de dependência das competências da liderança, para identificar as que irão orientar o sistema em várias categorias (ATTRI *et al.*, 2013). Essas informações são obtidas a partir da matriz *Reachability*. No presente estudo a análise MICMAC foi realizada a partir dos dados obtidos pela abordagem ISM adaptada e todos os resultados serão apresentados na próxima seção. Dessa forma, as competências da liderança *Lean* analisadas pelo método MICMAC foram classificadas em 4 clusters:

1. Competências autônomas: Possuem fraco poder de condução e fraco poder de dependência. São relativamente desconectadas do sistema e possuem poucos links.
2. Competências dependentes: Possuem fraco poder de condução e forte poder de dependência. Qualquer ação sobre outras competências irá causar efeitos nas dependentes, mas o inverso não é verdadeiro.

3. Competências de ligação: Possuem forte poder condução e forte poder de dependência. São competências instáveis, pois afetam e são afetadas por outras competências.
4. Competências independentes: Possuem forte poder de condução e fraco poder de dependência. Qualquer ação nessas competências pode gerar efeito nas demais. No entanto, elas normalmente não são afetadas por qualquer ação em outras competências.

2.4 RESULTADOS

Nessa seção serão apresentados todos os resultados obtidos no presente estudo, tanto os provenientes da revisão sistemática da literatura, como os provenientes da abordagem ISM e análise MICMAC.

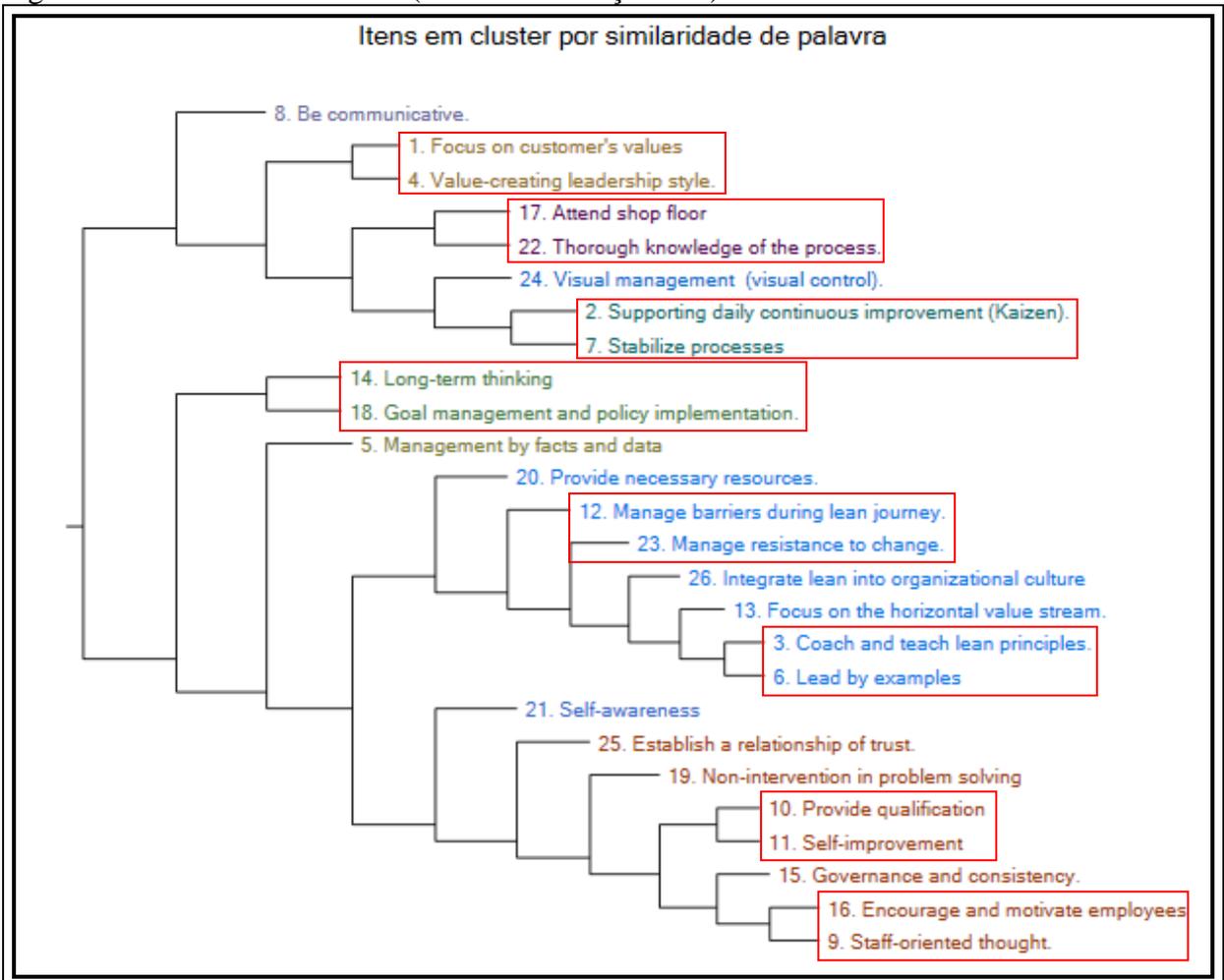
2.4.1 Lista inicial de competências da liderança *Lean*

A análise dos 69 artigos que constam no Apêndice A, possibilitou a elaboração de uma lista das principais competências gerenciais que devem ser desenvolvidas por líderes *Lean*. A partir da literatura, encontrou-se 26 competências (Figura 2.5), que foram submetidas a uma análise de cluster por similaridade de palavras (*software* NVivo), ficando evidente a alta similaridade entre algumas das variáveis. Os trechos dos 69 artigos da RBS foram codificados e vinculados as competências do líder *Lean*. Todos esses trechos foram analisados pelo *software* NVivo, que gerou um gráfico de clusters por similaridade de palavras. A pesquisa empírica do presente artigo estabelece a relação entre as competências dos líderes *Lean*. A análise de cluster por similaridade de palavras foi realizada com o objetivo de evitar que na pesquisa empírica houvesse redundância nas variáveis, pois a comparação entre dois conceitos similares poderia gerar inconsistência no modelo ISM final.

Sendo assim, para garantir a assertividade da matriz na abordagem ISM, evitar confusão de conceitos por parte dos respondentes e para estabelecer a relação apenas entre competências que não tenham alto grau de similaridade entre si, realizou-se a análise de cluster e a junção das variáveis com alta similaridade (as quais aparecem circuladas na Figura 2.5). Além da análise realizada pelo *software* NVivo, especialistas em *Lean* comprovaram a existência de semelhança entre os conceitos e aprovaram a junção das variáveis. A validação realizada pelos especialistas foi descrita na seção 2.3.2.

O *software* NVivo identificou com alta similaridade as competências “foco no que agrega valor aos clientes” e “estabelecer um estilo de liderança que agregue valor”, após

discussão com especialistas essas duas competências foram agregadas e transformaram-se na competência LC1 “Estabelecer um estilo de liderança com foco total nos fluxos que agregam valor aos clientes”; o mesmo processo ocorreu com as competências “estar sempre presente no chão de fábrica” e “obter um conhecimento aprofundado sobre o processo” que foram agregadas e transformaram-se na competência LC12 “estar sempre presente no chão de fábrica”; da mesma forma, foram agregadas as competências “dar suporte diariamente a melhoria contínua” e “estabilizar o processo” transformando-se na competência LC2 “estimular diariamente os esforços de melhoria contínua visando a estabilidade dos processos”; as competências “ter pensamento a longo prazo” e “estabelecer metas e implantar políticas” transformaram-se na competência LC10 “definir, implantar e controlar políticas e metas com foco no longo prazo”; foram agregadas as competências “gerenciar as barreiras durante a jornada *Lean*” e “gerenciar a resistência a mudança” que transformaram-se na competência LC8 “eliminar ou mitigar as barreiras na jornada *Lean*”; foram agregadas as competências “ensinar os princípios do *Lean*” e “liderar por meio de exemplos” que transformaram-se na competência LC3 “formar e preparar os trabalhadores na filosofia *Lean* ao incorpora-la em sua rotina e ações”; foram agregadas as competências “prover qualificação” e “desenvolvimento pessoal” que transformaram-se na competência LC7 “promover o desenvolvimento pessoal nos princípios do *Lean*”; por fim, foram agregadas as competências “encorajar e motivar os funcionários” e “ter pensamento voltado para a equipe” que transformaram-se na competência LC6 “incentivar e motivar os trabalhadores em prol dos princípios *Lean*”. Na próxima seção, serão discutidas as 18 variáveis resultantes da análise e que serão utilizadas para a aplicação do *Interpretive Structural Modeling* (ISM).

Figura 2.5 – Análise de clusters (RBS – Liderança *Lean*)

Fonte: Elaborado pelos autores

2.4.2 Lista final de competências da liderança *Lean*

Para a RBS desenvolvida na presente pesquisa, competência foi considerada uma capacidade ou habilidade (BOYATZIS, 2008). É descrita como um conjunto de comportamentos diferentes (porém relacionados) e organizados em torno das intenções. Ou seja, o comportamento é a forma com que as intenções são manifestadas. Uma característica importante das competências é que elas podem ser desenvolvidas. Para o desenvolvimento de competências o conhecimento técnico e conceitual é um pré-requisito importante (HERTLE *et al.*, 2016). Sendo assim, uma competência requer ações e intenções, que podem ser inferidas a partir dos comportamentos observáveis (SEIDEL *et al.*, 2017).

A RBS, após a análise de clusters e opinião de especialistas, constatou a existência de 18 competências da liderança *Lean* que se repetem na literatura e que são essenciais para a implementação bem sucedida da filosofia *Lean*. As competências foram codificadas e constam no Quadro 2.4; que contém também outras informações como definição das competências, as

referências que as citaram e a frequência com que aparecem na literatura analisada. Esse quadro é o principal diferencial da presente RBS em relação aos demais trabalhos que foram publicados anteriormente. Conforme será relatado a seguir, diversos estudos foram realizados abordando os fatores críticos de sucesso para o *Lean*, as práticas, comportamentos, crenças, competências e atributos necessários aos líderes *Lean*. Porém, os conceitos encontram-se dispersos na literatura e a presente RBS busca suprir essa lacuna ao elaborar uma lista concisa e clara que poderá auxiliar o processo de formação de um líder *Lean*.

Quadro 2.4 – Principais competências da liderança *Lean*.

Continua

Código	Competências do líder <i>Lean</i>	Definição	Referências utilizadas na RBS	Quantidade de artigos/ Frequência de citação
LC1	Estabelecer um estilo de liderança com foco total nos fluxos que agregam valor aos clientes.	O líder deve gerenciar com foco no fluxo de valor e não em operações isoladas. Ele deve ser capaz de “traduzir” a visão dos clientes aos seus seguidores e a partir desta direcionar os esforços de implantação de práticas enxutas (métodos, conceitos, ferramentas, valores) que garantam a agregação de valor a estes clientes.	1;2;3;4;5;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;20;21;22;26;27;29;31;34;35;36;39;41;45;47;48;49;50;51;52;55;57;59;60;61;62;63;64;65;69	45/131
LC2	Estimular diariamente os esforços de melhoria contínua visando a estabilidade dos processos.	O líder deve empreender esforços contínuos para a perfeição. Ele deve estimular o uso das práticas <i>Lean</i> para estabilizar, padronizar, diminuir a variabilidade do processo, nivelar a produção e possibilitar o layout em células.	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;46;47;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69	66/239
LC3	Formar e preparar os trabalhadores na filosofia <i>Lean</i> ao incorporá-la em sua rotina e ações.	O líder deve formar e preparar as pessoas para entender e aplicar a filosofia <i>Lean</i> , como algo que vai além das ferramentas. Ele também deve incorporar e externalizar os princípios do <i>Lean</i> na sua própria rotina visando inspirar seus seguidores a também incorporar tais valores ou princípios. Ele deve ser exemplo de comportamento ao vivenciar os princípios e valores que perfazem a cultura <i>Lean</i> .	1;2;3;4;5;6;8;10;11;13;14;15;18;19;20;21;22;25;27;28;30;31;32;34;38;39;41;42;44;46;47;48;50;51;52;53;54;55;56;59;60;61;62;63;64;65;69	47/166
LC4	Gerenciar com base em fatos e dados confiáveis	O líder deve tomar decisões após analisar todos os dados e fatos relacionados ao problema ou as situações que necessitem a sua aprovação. Assim, as decisões serão mais consistentes e assertivas.	1;2;3;6;11;13;17;18;20;21;24;39;41;42;47;49;52;55;68;69	20/32

Continuação

Código	Competências do líder <i>Lean</i>	Definição	Referências utilizadas na RBS	Quantidade de artigos/ Frequência de citação
LC5	Comunicar-se de forma eficaz.	O líder deve ser capaz de comunicar-se de forma clara, concisa e objetiva com seus seguidores e demais atores da organização.	1;4;5;6;7;8;10;11;13;14;15;17;18;19;21;22;23;24;25;29;30;31;33;34;36;37;40;41;43;44;45;47;48;49;50;52;53;54;55;56;57;58;60;61;62;63;64;65;66;67;69	51/119
LC6	Incentivar e motivar os trabalhadores em prol dos princípios <i>Lean</i> .	O líder deve manter os interesses do grupo acima dos individuais, agir de forma cooperativa, proporcionar feedback, compartilhar informações e formar equipes multifuncionais. Ele deve incentivar ações inovadoras, desafiadoras, estimular a criatividade, engajamento e comprometimento com o trabalho e a transformação <i>Lean</i> .	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;40;41;42;45;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69	64/285
LC7	Promover o desenvolvimento pessoal nos princípios do <i>Lean</i>	O líder deve evoluir de forma profissional e pessoal. Atingir alto nível de compreensão do <i>Lean</i> e habilidade de resolução de problemas (<i>Jishuken</i>). O líder deve implementar diretrizes visando o desenvolvimento, a valorização e o estímulo intelectual das pessoas. Ele deve treinar e capacitar os trabalhadores de todos os níveis da organização, com o auxílio de um mentor (<i>Sensei</i>) quando necessário.	1;2;3;4;5;6;7;8;10;11;12;13;15;16;17;18;19;20;21;22;24;25;26;27;28;29;30;31;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;69	63/254
LC8	Eliminar ou mitigar as barreiras na jornada <i>Lean</i>	O líder deve gerenciar barreiras durante a jornada <i>Lean</i> e ser flexível para se adaptar as adversidades. Além disso, deve engajar os funcionários a transformação <i>Lean</i> . Assegurar que o processo não irá gerar demissões para diminuir a resistência a mudança.	1;3;4;5;8;10;11;12;13;15;16;17;18;19;20;21;22;23;25;27;29;31;33;34;35;36;37;39;40;41;47;48;49;50;51;52;54;55;57;58;59;60;61;62;63;65;66;67;68;69	50/143
LC9	Expandir os princípios <i>Lean</i> em toda a cadeia de suprimentos	O líder deve praticar o <i>Lean</i> como um sistema inter-relacionado de princípios e práticas de forma coordenada e holística com o envolvimento de todos os funcionários. Focar no fluxo horizontal de valor e se possível na cadeia de suprimentos.	1;3;4;5;7;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;22;24;25;30;31;35;38;39;41;42;43;47;48;49;50;52;53;54;55;57;59;60;61;63;65;67;68	42/94
LC10	Definir, implantar e controlar políticas e metas com foco no longo prazo	O líder deve ser visionário e futurista para que as metas urgentes, de curto prazo, não prejudiquem as mais importantes, de longo prazo. O líder <i>Lean</i> deve promover um alinhamento entre as equipes, para que melhorias não tenham direções opostas.	1;2;3;4;5;6;8;9;10;11;12;13;15;16;18;19;20;21;22;24;25;27;30;31;38;39;41;42;43;47;48;49;50;52;54;55;57;58;59;61;62;63;64;65;66;67;68;69	48/133

Continuação

Código	Competências do líder <i>Lean</i>	Definição	Referências utilizadas na RBS	Quantidade de artigos/ Frequência de citação
LC11	Exercer uma governança proativa e consistente entre os <i>stakeholders</i>	O líder deve alinhar os interesses dos <i>stakeholders</i> com a filosofia <i>Lean</i> . Ele deve estabelecer uma “visão enxuta” da organização, considerando os aspectos relacionados à ética e a segurança dos trabalhadores, que possam ser estendidos à comunidade e ao meio ambiente.	1;3;4;5;6;8;11;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;26;27;35;39;40;41;42;46;47;50;51;52;53;59;60;61;64;65;67;68; 69	40/87
LC12	Estar sempre presente no chão de fábrica	O líder, mesmo que atuando estrategicamente na organização, não pode deixar de frequentar o chão de fábrica, pois é neste local que os problemas ou desperdícios ocorrem. Ele deve desenvolver um conhecimento profundo do processo (e dos trabalhadores) que atua para identificar os fluxos que de fato agregam valor ao cliente.	2;3;5;6;8;10;11;12;13;15;16;17;18;20;21;22;23;25;28;29;31;35;36;38;39;41;42;46;47;48;50;52;53;54; 59;60;61;62;63;66;69	41/85
LC13	Estimular a resolução de problemas pelos trabalhadores sem intervenção direta.	O líder deve estimular a proatividade dos trabalhadores na identificação de desperdícios nos processos. É importante, nesse contexto, que os trabalhadores, estejam preparados para identificar os problemas e propor soluções para eliminá-los ou mitigá-los. O líder deve, a princípio, não intervir diretamente na resolução dos problemas, mas atuar como um facilitador entre os trabalhadores, para que estes promovam as melhorias necessárias. Essa postura gera a aprendizagem organizacional necessária a resolução de problemas futuros.	2;3;4;5;6;7;10;15;16;21;23;27;25;28;30;31;32;37;38;40;41;46;49;50;53;60;62;63	28/62
LC14	Prover recursos necessários para a implantação de melhorias e mudanças.	A liderança, com o apoio da alta administração, deve prover os recursos (financeiros, tecnológicos, treinamentos) necessários para a implantação da metodologia <i>Lean</i> e solução de problemas. O líder deve direcionar esforços para que isso ocorra de maneira eficiente e eficaz.	2;4;5;11;13;15;17;18;19;20;21;22;25;26;30;34;35;36;39;43;47;49;50;53;54;55;57;59;61;62;63;65;66;67;68	35/61
LC15	Desenvolver autoconsciência.	O líder deve desenvolver inteligência emocional. Ele deve reconhecer suas limitações, ser honesto, humilde e aprender com os próprios erros.	3;4;6;11;13;14;15;16;21;42;47;48;52;64;69	15/28
LC16	Implantar a gestão à vista em todos os processos.	O líder deve implantar práticas visuais para esclarecer objetivos, dar feedback oportuno sobre o desempenho do processo e padronizá-lo. As informações devem estar disponíveis e fáceis de entender.	4;5;8;11;15;18;19;21;24;25;30;31;32;37;38;39;42;47;50;52;53;55;56;58;60;62;63;65	28/52

				Conclusão
Código	Competências do líder <i>Lean</i>	Definição	Referências utilizadas na RBS	Quantidade de artigos/ Frequência de citação
LC17	Promover confiança e autonomia entre os seus seguidores.	O líder deve proporcionar autonomia aos funcionários, delegar responsabilidades para que tenham liberdade e confiança de colocar em prática as melhorias planejadas e sintam-se donos do processo em que atuam	3;4;5;6;7;8;11;13;14;15;16;19;21;22;23;24;25;29;30;31;32;33;34;35;40;41;43;49;50;54;56;58;59;60;61;63;64;65;66;69	40/96
LC18	Propagar a cultura <i>Lean</i> em toda a organização.	O líder deve ser habilidoso e dedicado para mover-se em direção a filosofia <i>Lean</i> , sustenta-la e provocar mudanças na mentalidade e comportamento de todos os funcionários. Assim, integrar a cultura de aprendizado a organização.	2;3;4;5;6;8;10;11;15;16;17;18;19;20;21;24;25;26;27;30;31;32;33;34;35;37;39;40;41;50;52;53;54;56;57;58;59;60;61;65;66;67;68	43/96

Fonte: Elaborado pelos autores

A pesquisa realizada por Seidel *et al.* (2017) constatou que existem 16 competências necessárias a liderança *Lean* ao analisar 22 artigos e estabeleceu uma relação das mesmas com os 14 princípios do *Lean*. Além disso, comprovou por meio de um *survey* que o desenvolvimento dessas competências estão relacionadas com a maturidade da liderança e da organização. A RBS desenvolvida no presente estudo fortalece os resultados obtidos por Seidel *et al.* (2017) e complementa ao revisar 69 artigos com o auxílio de um *software* de análise de conteúdo e apresenta um quadro com a definição das competências, as referências que as citaram e a frequência com que aparecem na literatura analisada. Por exemplo, a competência LC1 “Estabelecer um estilo de liderança com foco total nos fluxos que agregam valor aos clientes” foi identificada em 45 artigos e houve 131 trechos que reforçaram a importância dessa competência (Quadro 2.4).

A pesquisa desenvolvida por Dombrowski e Mielke (2014) teve grande contribuição para o estado da arte em relação a liderança *Lean*. Estabeleceu 15 regras para a sustentabilidade da filosofia, em que na maioria delas, o líder é o agente principal. No estudo, fica evidente a necessidade do líder estabelecer uma evolução de sua carreira baseando-se na conhecimento que adquiriu nos processos em que atuou, sendo necessário conhece-los de forma completa e profunda. Além disso, é necessário que o líder não interfira de forma direta na resolução de problemas, pois deve estimular a criatividade e o desenvolvimento de seus colaboradores para solucioná-los. O líder deve estar em constante evolução, deve ter consciência de suas limitações e buscar por treinamentos para supri-las.

Para o levantamento de crenças, comportamentos e competências da liderança Emiliani (2003) realiza uma revisão da literatura que compara a liderança convencional e a liderança

Lean. De forma complementar Emiliani e Stec (2004) apresentam como mapeamento do fluxo de valor pode auxiliar na identificação dessas competências. Alefari *et al.* (2017) elaborou uma revisão que auxilia no entendimento do papel da alta gerência na implantação do *Lean*, porém não apresenta um quadro especificando as competências como o presente estudo. Dun *et al.* (2016) apresenta uma lista de comportamentos e valores, porém tem como foco apenas os líderes de nível intermediário e não apresenta um quadro com definições. Aij e Teunissen (2017) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre atributos da gerência mas tiveram como foco apenas o *Lean health-care*.

Van Der Merwe (2016) proporciona evidências empíricas que apoiam a crença adotada pela literatura de que a obtenção de uma cultura *Lean* depende dos comportamentos de liderança que podem ser amplamente descritos como: consciência, engajamento, consistência e responsabilidade. Gelei *et al.* (2014) estabelece diferenças entre os atributos da liderança que são inibidores (como autocrático, ditatorial, não delegar, desigual, não participativo, *Micromanager*, egocêntrico, chefe e impor regras) e os que contribuem para o *Lean* (como *confidence builder*, colaborativo, orientado para melhoria, inspirador, formal, comunicativo, consultivo, motivacional, orientado para performance e empolgante). Nota-se que a falta de um atributo contribuinte, torna-se a existência de um inibidor. Sendo assim, a análise de alguns estudos que relatam as dificuldades na implantação do *Lean* (presença de elementos inibidores) também foi realizada para elaborar o Quadro 2.4.

A literatura aborda diferentes fatores que influenciam a implantação do *Lean* na organização e pode-se notar que mesmo em diferentes cenários o comprometimento da liderança tem sido citado como fator prioritário ao sucesso da metodologia. Existem diversas citações também a presença do líder no chão de fábrica, ser um modelo a seguir (AIJ *et al.*, 2013), estabelecer metas específicas, treinamento (PATRI; SURESH, 2017), um método para avaliação de competências (NEEDY *et al.*, 2002; HERTLE *et al.*, 2016), apoio aos grupos de resolução de problemas (WYTON; PAYNE, 2014), comunicação (ALPENBERG; SCARBROUGH, 2016), competência dos especialistas (HILTON; SOHAL, 2012), saúde dos funcionários (BÄCKSTRÖM; INGELSSON, 2015), condição financeira e cultura organizacional (ACHANGA *et al.*, 2006).

Outra competência identificada na literatura sobre liderança *Lean*, é que o líder deve alinhar as estratégias organizacionais às práticas de recursos humanos para que haja consistência durante as transformações promovidas pela filosofia *Lean* (GOLLAN *et al.*, 2014a; ALAGARAJA, 2014; ALAGARAJA; EGAN, 2013; GOLLAN *et al.*, 2014b). Sendo assim, para as empresas que pretendem adotar o Modelo Toyota, é necessária uma abordagem

sistemática para a gestão de pessoas (GAO; LOW, 2015). O líder deve atuar nos pequenos problemas e não permitir que se acumulem, o foco deve ser mantido nas pessoas e o alcance dos resultados é a consequência (RANE *et al.*, 2016). Salvatierra, Funk e Alarcón (2016) apontam a carência de práticas padronizadas de gestão nas organizações, sendo detectada uma escassez de modelos ou programas de treinamento contínuo que permita integrar holisticamente a filosofia *Lean*.

2.4.3 Resultados do ISM Tradicional

2.4.3.1 *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM)

A matriz SSIM foi elaborada a partir da opinião de especialistas que estabeleceram a relação contextual entre as variáveis. Desta forma, especialistas da indústria e da academia foram consultados para identificar a natureza do relacionamento contextual entre os fatores (ATTRI *et al.*, 2013). O modelo ISM representa uma quantidade finita de n variáveis em um sistema representado por $S = (S_1, \dots, S_i, \dots, S_n)$. SSIM foi construída com base no relacionamento contextual entre o par de variáveis (S_i e S_j) (BENITEZ *et al.*, 2017). Isso significa que uma competência irá potencializar o desenvolvimento da outra competência da liderança. Assim, os especialistas foram convidados a preencher o relacionamento entre os pares de variáveis pertencentes a um sistema 18*18 SSIM de acordo com a simbologia a seguir:

V: A variável i potencializa a variável j .

A: A variável j potencializa a variável i .

X: As variáveis i e j são mutuamente interdependentes.

O: Não há relação entre as variáveis i e j .

A relação entre as 18 competências identificadas na revisão da literatura são importantes para a pesquisa. Pois, a intenção é descobrir quais variáveis são dependentes ou irão conduzir as demais. Então todas as direções foram consideradas para elaborar a matriz SSIM. A matriz SSIM final (Tabela 2.1) foi obtida considerando a maior frequência de respostas, ou seja a moda do que foi respondido pelos 23 especialistas.

Tabela 2.1 - *Structural Self-Interaction Matrix Final (SSIM tradicional – Liderança Lean)*

	LC18	LC17	LC16	LC15	LC14	LC13	LC12	LC11	LC10	LC9	LC8	LC7	LC6	LC5	LC4	LC3	LC2	LC1
LC1	V	V	X	A	A	V	A	X	V	V	V	A	V	A	A	X	V	
LC2	X	A	A	A	A	X	A	O	A	V	V	A	A	A	A	A		
LC3	X	X	A	A	A	V	A	V	A	V	V	X	X	A	A			
LC4	V	V	X	O	V	V	A	V	V	V	V	A	V	X				
LC5	V	V	X	A	O	V	A	V	O	V	V	V	V					
LC6	X	X	X	A	A	V	A	V	A	V	A	X						
LC7	X	A	V	A	A	V	A	A	A	V	X							
LC8	X	V	A	A	A	A	A	A	A	V								
LC9	X	A	A	A	A	A	A	A	A									
LC10	V	V	O	A	V	V	O	X										
LC11	X	V	O	A	V	V	A											
LC12	V	V	V	O	V	V												
LC13	V	X	A	A	A													
LC14	V	V	V	A														
LC15	V	V	O															
LC16	V	X																
LC17	X																	
LC18																		

Fonte: Elaborado pelos autores

2.4.3.2 *Reachability* Matriz

Para obter a matriz *Reachability* inicial (Tabela 2.2), a matriz SSIM final (Tabela 2.1) foi convertida em uma matriz binária (E). Assim, a nomenclatura (V, A, X e O) foi substituída por $e_{ij}=1$ se S_i potencializa S_j , caso contrário foi preenchido com 0 (BENITEZ *et al.*, 2017). Ou seja, a conversão dos valores foi feita de acordo com as regras a seguir (WATSON, 1978; ATTRI *et al.*, 2013; BENITEZ *et al.*, 2017):

- Se a entrada (i, j) no SSIM for V, a entrada (i, j) na matriz *Reachability* será 1 e a entrada (j,i) será 0.
- Se a entrada (i, j) no SSIM for A, a entrada (i, j) na matriz *Reachability* será 0 e a entrada (j,i) será 1.
- Se a entrada (i, j) no SSIM for X, a entrada (i, j) na matriz *Reachability* será 1 e a entrada (j,i) será 1.
- Se a entrada (i, j) no SSIM for O, a entrada (i, j) na matriz *Reachability* será 0 e a entrada (j,i) será 0.

Para a obtenção da matriz *Reachability* final (Tabela 2.3) foi aplicada a propriedade da transitividade. Um relacionamento transitivo é aquele em que se “ S_i ” influencia “ S_j ” e “ S_j ” influencia “ S_k ”, pode-se inferir que “ S_i ” irá influenciar indiretamente “ S_k ”. A propriedade de transitividade permite que algumas das células da matriz *Reachability* sejam preenchidas por inferência (WATSON, 1978; BENITEZ *et al.*, 2017). Desta forma, a influência indireta das variáveis é representada na matriz *Reachability* final por 1* (Tabela 2.3).

Tabela 2.2 - Matriz *Reachability* Inicial (ISM tradicional – Liderança *Lean*)

	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16	LC17	LC18
LC1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
LC2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
LC3	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1
LC4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
LC5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
LC6	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
LC7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
LC8	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
LC9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
LC10	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
LC11	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
LC12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
LC13	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
LC14	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
LC15	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
LC16	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
LC17	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
LC18	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1

Fonte: Elaborado pelos autore

Tabela 2.3 - Matriz *Reachability* Final (ISM tradicional – Liderança *Lean*)

	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16	LC17	LC18
LC1	1	1	1	1*	1*	1	1*	1	1	1	1	0	1	1*	0	1	1	1
LC2	0	1	1*	0	0	1*	1*	1	1	0	1*	0	1	0	0	0	1*	1
LC3	1	1	1	1*	0	1	1	1	1	1*	1	0	1	1*	0	1*	1	1
LC4	1	1	1	1	1	1	1*	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
LC5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1*	1	0	1	1*	0	1	1	1
LC6	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1	1*	1	0	1	1*	0	1	1	1
LC7	1	1	1	1	1*	1	1	1	1	1*	1*	0	1	1*	0	1	1*	1
LC8	1*	1*	1*	1*	0	1	1	1	1	0	1*	0	1*	0	0	1*	1	1
LC9	0	1*	1*	0	0	1*	1*	1*	1	0	1*	0	0	0	0	0	1*	1
LC10	1*	1	1	1*	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1*	1	1
LC11	1	1*	1*	1*	0	1*	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1*	1	1
LC12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1*	1	1	1	1	0	1	1	1
LC13	0	1	1*	0	0	1*	1*	1	1	0	1*	0	1	0	0	1*	1	1
LC14	1	1	1	1*	1*	1	1	1	1	1*	1*	0	1	1	0	1	1	1
LC15	1	1	1	1*	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
LC16	1	1	1	1	1	1	1*	1	1	1*	1*	0	1	1*	0	1	1	1
LC17	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1	0	1*	0	1	0	0	1	1	1
LC18	1*	1	1	1*	0	1	1	1	1	1*	1	0	1*	1*	0	1*	1	1

Fonte: Elaborado pelos autores

2.4.3.3 Divisão em Níveis

A partir da matriz *Reachability* final, os conjuntos “*reachability*” e “antecedentes” foram derivados para todas as variáveis do sistema. O conjunto *reachability* consiste na variável em si e no fator que ela irá impactar, enquanto o conjunto antecedente consiste na variável em si e no fator que irá impactá-la. Posteriormente, a intersecção desses conjuntos foi derivada para todas as variáveis e níveis diferentes são determinados. As variáveis para as quais os conjuntos *reachability* e intersecções são os mesmos $R(S_i)=I(S_i)$, ocuparam o nível superior na hierarquia do ISM. As variáveis de nível superior são aquelas que não levam outras variáveis acima de seu próprio nível na hierarquia. Depois que a variável de nível superior é identificada, ela é removida da consideração. Então, o mesmo processo foi repetido para descobrir os fatores do próximo nível. Este processo continuou até que o nível de cada variável foi encontrado. Esses níveis ajudam na construção do diagrama e do modelo ISM (ATTRI *et al.*, 2013; BENITEZ *et al.*, 2017)

As equações que representam essa etapa do ISM são:

$$R(S_i)=\{S_j \in S/ e_{ij}=1 \} \cup \{S_i \in S\} \quad (1)$$

$$A(S_i)=\{S_j \in S/ e_{ji}=1 \} \cup \{S_i \in S\} \quad (2)$$

A intersecção entre os elementos está representada pela equação 3:

$$I(S_i)=R(S_i) \cap A(S_i) \quad (3)$$

Na Tabela 2.4 constam os conjuntos “*reachability*”, “antecedentes” e “intersecção” identificados para cada uma das variáveis pertencentes ao sistema. As variáveis de nível I foram colocados no topo do modelo ISM, se $R(S_i)=I(S_i)$; então, foram separadas das variáveis restantes. Esse processo iterativo terminou quando a todas as variáveis foi atribuído um nível.

Tabela 2.4 – Nivelamento (ISM tradicional – Liderança *Lean*)

Variável	Conjunto <i>Reachable</i>	Conjunto antecedentes	Interseção	Nível
LC1	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC14; LC16; LC17; LC18	III
LC2	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC17; LC18	V
LC3	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	V
LC4	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC14; LC16; LC17; LC18	III
LC5	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC4; LC5; LC6; LC7; LC12; LC14; LC15; LC16; LC17	LC1; LC4; LC5; LC6; LC7; LC14; LC16; LC17	II
LC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	V
LC7	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	V
LC8	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18	V
LC9	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC17; LC18	V
LC10	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC18	LC1; LC3; LC4; LC6; LC7; LC10; LC11; LC14; LC16; LC18	III
LC11	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	V

Continua

Variável	Conjunto <i>Reachable</i>	Conjunto antecedentes	Interseção	Conclusão
				Nível
LC12	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC12	LC12	I
LC13	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18	IV
LC14	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC10; LC11; LC14; LC16; LC18	III
LC15	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC15	LC15	I
LC16	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	IV
LC17	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18	V
LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	V

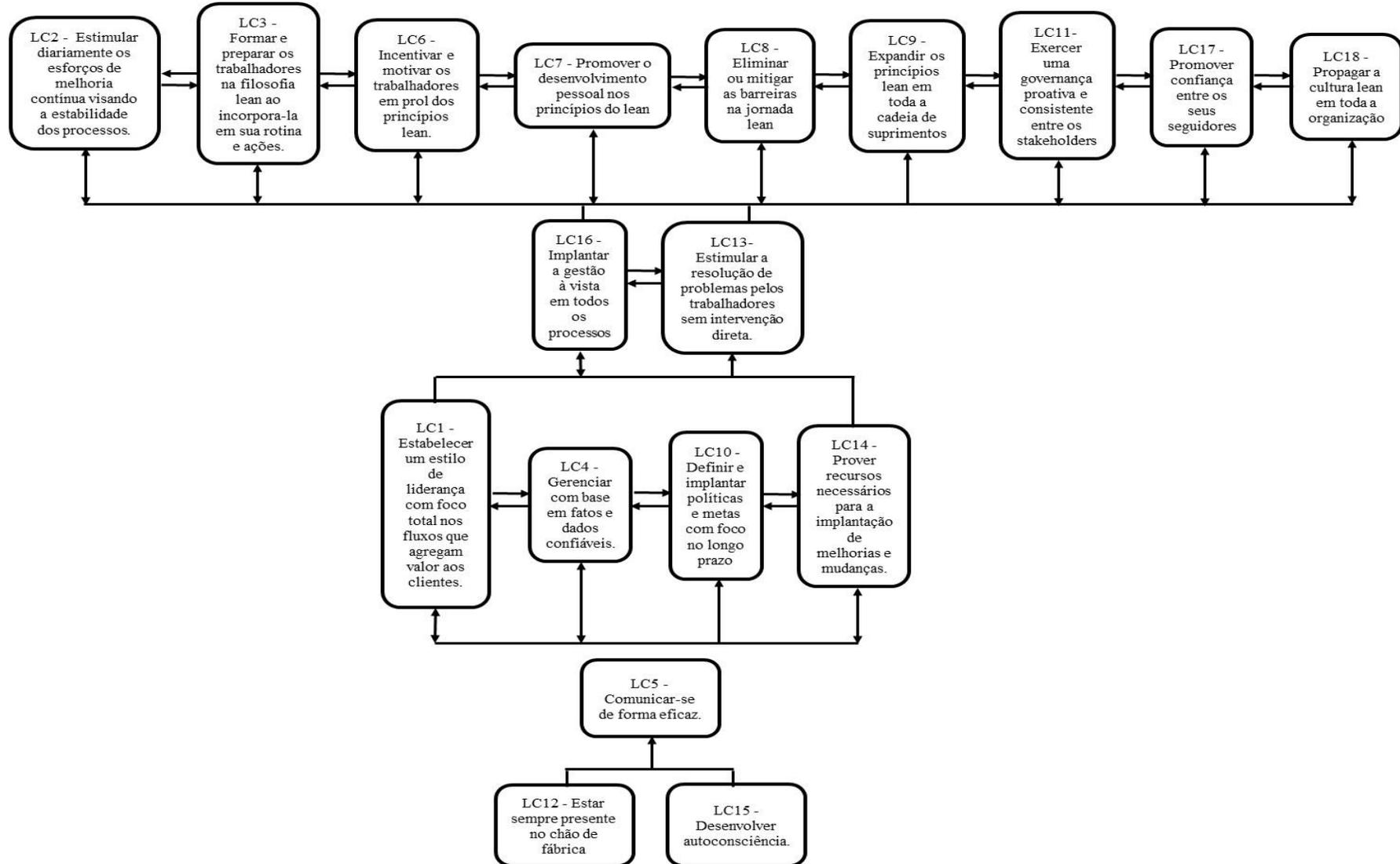
Fonte: Elaborado pelos autores

2.4.3.4 Modelo ISM

A partir da forma cônica da matriz *Reachability*, o dígrafo preliminar, incluindo os *links* transitivos, foi obtido. Depois de remover os links indiretos, um dígrafo final foi desenvolvido (Figura 2.6). O dígrafo é a representação visual das variáveis e sua interdependência. A variável de nível superior foi posicionada no topo do dígrafo e a segunda variável de nível foi colocada na segunda posição e assim por diante, até que a de nível inferior foi colocada na posição mais baixa do dígrafo (ATTRI *et al.*, 2013).

O modelo ISM para as 18 competências da liderança *Lean* representado na Figura 2.6 foi construído seguindo todos os passos da abordagem ISM tradicional. Porém, durante a validação do modelo por especialistas, observou-se que a hierarquia apresentada poderia ser melhorada. Como competências da liderança *Lean*, é um tema com variáveis altamente relacionadas resultando em alta transitividade, optou-se por reconstruir o modelo baseando-se em uma maior concordância entre os especialistas. Para isso, realizou-se uma adaptação da abordagem ISM e os resultados obtidos serão apresentados na próxima seção, posteriormente será apresentada a discussão dos resultados

Figura 2.6 – Modelo estrutural (ISM tradicional – liderança *Lean*). Fonte: Elaborado pelos autores



2.4.4 Resultados do ISM Adaptado

2.4.4.1 Matriz de Concordância

Durante a coleta de dados, os 23 especialistas que responderam ao questionário, completaram de forma individual uma matriz SSIM seguindo as regras descritas na seção 2.4.2.1. Desta forma, opinaram sobre a existência da relação entre pares de variáveis. A matriz de concordância (Tabela 2.5) mostra a quantidade de especialistas que concordam que a variável “*i*” (linha) potencializa a variável “*j*” (coluna). Por exemplo, 14 especialistas concordam que a variável LC2 irá potencializar a variável LC1; e 15 especialistas concordam que a variável LC1 irá potencializar a variável LC2. A mesma lógica é válida para todas as células da matriz de concordância.

Tabela 2.5 – Matriz de Concordância (ISM adaptado – Liderança *Lean*)

	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16	LC17	LC18
LC1	1	15	14	7	4	14	7	18	19	16	15	10	12	14	6	17	14	21
LC2	14	1	13	7	4	12	11	20	17	8	11	12	20	12	9	11	13	19
LC3	18	20	1	9	8	23	21	17	20	12	15	11	20	11	11	12	17	22
LC4	20	22	16	1	16	15	8	18	19	15	19	7	15	15	12	18	19	18
LC5	19	21	18	15	1	22	17	20	18	12	20	11	22	10	13	16	23	21
LC6	14	21	19	11	7	1	16	13	20	10	14	9	19	10	11	15	19	20
LC7	20	20	21	13	9	22	1	19	22	13	11	11	21	12	12	17	12	22
LC8	14	12	14	7	5	19	18	1	20	11	11	12	13	13	7	13	19	18
LC9	13	11	12	10	1	12	11	13	1	12	11	7	12	12	7	12	11	19
LC10	14	18	16	11	6	17	16	19	18	1	19	6	18	20	6	13	14	19
LC11	17	12	12	10	9	13	14	19	20	16	1	10	15	17	9	9	18	20
LC12	18	21	20	14	17	20	20	20	17	10	17	1	16	18	11	16	23	20
LC13	11	21	12	9	7	13	12	19	19	7	9	7	1	11	11	13	16	19
LC14	16	21	17	7	6	18	20	19	20	8	9	9	20	1	6	19	18	19
LC15	12	15	15	8	18	17	17	18	17	15	15	10	19	12	1	12	18	16
LC16	18	23	18	17	17	18	14	17	19	10	13	13	18	10	8	1	18	21
LC17	13	20	15	9	7	18	18	13	20	13	10	8	16	12	12	16	1	20
LC18	12	17	13	12	10	20	15	19	20	12	13	13	12	12	12	12	19	1

Fonte: Elaborado pelos autores

2.4.4.2 *Reachability* Matriz: 70% de concordância

Na abordagem ISM tradicional, a matriz *Reachability* inicial é construída ao converter as siglas “V”, “A”, “X”, “O” em “0” e “1” para a matriz binária que reflete a existência ou não da relação entre o par de variáveis. No método adaptado apenas as relações fortes entre as variáveis foram representadas por “1”. As relações consideradas fracas foram representadas por “0” na matriz *Reachability* inicial (Tabela 2.6). O presente estudo considerou que as relações fortes são aquelas em que 70% dos especialistas ou mais concordam com a existência da relação. Sendo assim, apenas os valores acima de 16 da matriz de concordância (Tabela 2.5) foram substituídos por “1” ao elaborar a matriz *Reachability* inicial (Tabela 2.6). Sendo assim, os valores iguais a 15 (ou menores) da matriz de concordância foram convertidos para “0” na matriz *Reachability* inicial.

Para a obtenção da matriz *Reachability* final, foi aplicada a propriedade da transitividade. Um relacionamento transitivo é aquele em que se “ S_i ” influencia “ S_j ” e “ S_j ” influencia “ S_k ”, pode-se inferir que “ S_i ” irá influenciar indiretamente “ S_k ”. A propriedade de transitividade permite que algumas das células sejam preenchidas por inferência (WATSON, 1978; BENITEZ *et al.*, 2017). Desta forma, a influência indireta das variáveis é representada na matriz *Reachability* final por 1* (Tabela 2.7). Realizou-se também o cálculo do poder de condução (PC) e de dependência (PD) para todos os elementos do sistema.

Tabela 2.6 - Matriz *Reachability* Inicial (ISM adaptado – Liderança *Lean*)

	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16	LC17	LC18
LC1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
LC2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
LC3	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
LC4	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
LC5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
LC6	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
LC7	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
LC8	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
LC9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
LC10	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1
LC11	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
LC12	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
LC13	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
LC14	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
LC15	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
LC16	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
LC17	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
LC18	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2.7 - Matriz *Reachability* Final (ISM adaptado – Liderança *Lean*)

	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16	LC17	LC18	PC
LC1	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1	1	1	1*	0	1*	1*	0	1	1*	1	16
LC2	0	1	0	0	0	1*	1*	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1*	1	8
LC3	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1*	0	0	1	0	0	1*	1	1	12
LC4	1	1	1	1	1	1*	1*	1	1	1*	1	0	1*	1*	0	1	1	1	16
LC5	1	1	1	1*	1	1	1	1	1	1*	1	0	1	1*	0	1	1	1	16
LC6	1*	1	1	0	0	1	1	1*	1	0	0	0	1	0	0	1*	1	1	11
LC7	1	1	1	1*	1*	1	1	1	1	1*	0	0	1	0	0	1	1*	1	14
LC8	1*	1*	1*	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1*	0	0	1*	1	1	11
LC9	0	1*	0	0	0	1*	0	1*	1	0	0	0	0	0	0	0	1*	1	6
LC10	1*	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1*	1*	1	14
LC11	1	1*	1*	0	0	1*	1*	1	1	1	1	0	1*	1	0	1*	1	1	14
LC12	1	1	1	1*	1	1	1	1	1	1*	1	1	1	1	0	1	1	1	17
LC13	0	1	0	0	0	1*	1*	1	1	0	0	0	1	0	0	1*	1	1	9
LC14	1	1	1	1*	1*	1	1	1	1	1*	0	0	1	1	0	1	1	1	15
LC15	1*	1*	1*	0	1	1	1	1	1	0	1*	0	1	0	1	1*	1	1	14
LC16	1	1	1	1	1	1	1*	1	1	1*	1*	0	1	0	0	1	1	1	15
LC17	1*	1	1*	1*	1*	1	1	1*	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	13
LC18	0	1	1*	0	0	1	1*	1	1	0	0	0	1*	0	0	1*	1	1	10
PD	14	18	15	8	9	18	17	18	18	10	8	1	17	7	1	16	18	18	

Fonte: Elaborado pelos autores

2.4.4.3 Divisão em Níveis

A partir da matriz *Reachability* final (Tabela 2.7), os conjuntos “*reachability*” e “antecedentes” foram derivados para todas as variáveis do sistema. O conjunto *reachability* consiste na variável em si e no fator que ela irá impactar, enquanto o conjunto antecedente consiste na variável em si e no fator que irá impactá-la. Posteriormente, a intersecção desses conjuntos foi derivada para todas as variáveis e níveis diferentes foram determinados. As variáveis para as quais os conjuntos *reachability* e intersecções são os mesmos ocupam o nível superior na hierarquia do ISM. Depois que a variável de nível superior foi identificada, ela foi removida da consideração. Então, o mesmo processo foi repetido para descobrir as variáveis do próximo nível. Este processo continuou até que o nível de cada variável foi encontrado (ATTRI *et al.*, 2013; BENITEZ *et al.*, 2017). Na Tabela 2.8 constam os conjuntos “*reachability*”, “antecedentes” e “intersecção” identificados para cada uma das variáveis pertencentes ao sistema.

Tabela 2.8 – Nivelamento (ISM adaptado – Liderança *Lean*)

Variável	Conjunto antecedentes	Conjunto <i>Reachable</i>	Intersecção	Nível
LC1	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC17	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18;	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC14; LC16; LC17	V
LC2	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC2; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC17; LC18	LC2; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC17; LC18	VII
LC3	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC13; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC6; LC7; LC8; LC10; LC16; LC17; LC18	V
LC4	LC1; LC4; LC5; LC7; LC12; LC14; LC16; LC17	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC4; LC5; LC7; LC14; LC16; LC17	II
LC5	LC1; LC4; LC5; LC7; LC12; LC14; LC15; LC16; LC17	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC4; LC5; LC7; LC14; LC16; LC17	II
LC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC16; LC17; LC18	VII
LC7	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC13; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC13; LC16; LC17; LC18	VI
LC8	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC16; LC17; LC18	VII

Continua

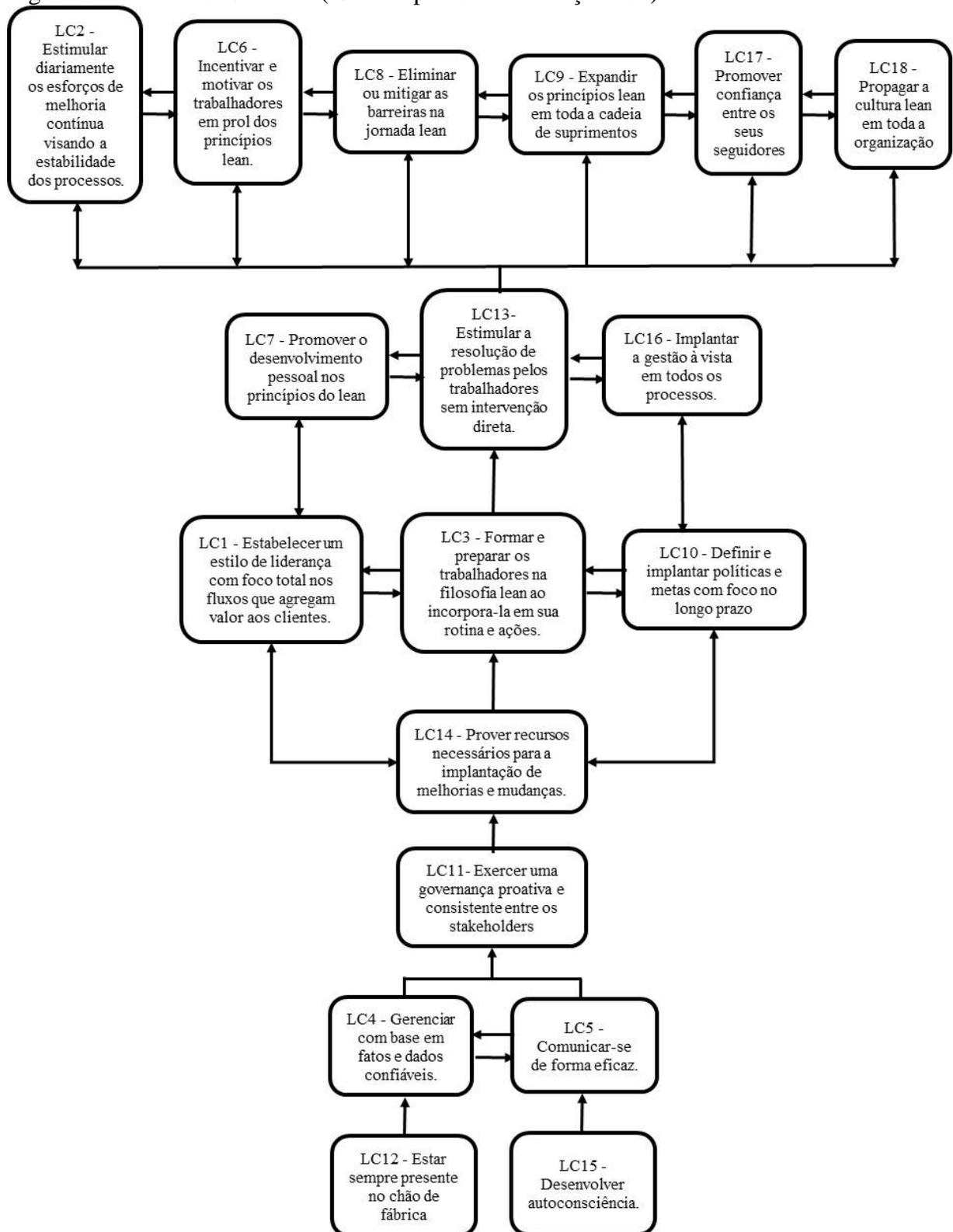
Variável	Conjunto antecedentes	Conjunto <i>Reachable</i>	Interseção	Conclusão
				Nível
LC9	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC2; LC6; LC8; LC9; LC17; LC18	LC2; LC6; LC8; LC9; LC17; LC18	VII
LC10	LC1; LC3; LC4; LC5; LC7; LC10; LC11; LC12; LC14; LC16	LC1; LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC7; LC10; LC11; LC14; LC16	V
LC11	LC1; LC4; LC5; LC10; LC11; LC12; LC15; LC16	LC1; LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC10; LC11; LC16	III
LC12	LC12	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC12	I
LC13	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC2; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC16; LC17; LC18	LC2; LC6; LC7; LC8; LC13; LC16; LC17; LC18	VI
LC14	LC1; LC4; LC5; LC10; LC11; LC12; LC14	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18	LC1; LC4; LC5; LC10; LC14	IV
LC15	LC15	LC1; LC2; LC3; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC15; LC16; LC17; LC18	LC15	I
LC16	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18	VI
LC17	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC16; LC17; LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC16; LC17; LC18	VII
LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC16; LC17; LC18	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC16; LC17; LC18	VII

Fonte: Elaborado pelos autores

2.4.4.4 Modelo ISM

Nos modelos gráficos do ISM as variáveis de um sistema são representadas pelos “pontos” do gráfico e pela existência de um relacionamento particular entre as variáveis, que é indicado pela presença de um segmento de linha direcionada. (WATSON, 1978). A partir da forma cônica da matriz *Reachability*, o dígrafo preliminar, incluindo os links transitivos, foi obtido. Depois de remover os links indiretos, um dígrafo final foi desenvolvido (Figura 2.7). A variável de nível superior foi posicionada no topo do dígrafo e a segunda variável de nível foi colocada na segunda posição e assim por diante, até que a de nível inferior foi colocada na posição mais baixa do dígrafo (ATTRI *et al.*, 2013).

Figura 2.7 – Modelo estrutural (ISM adaptado – Liderança *Lean*)

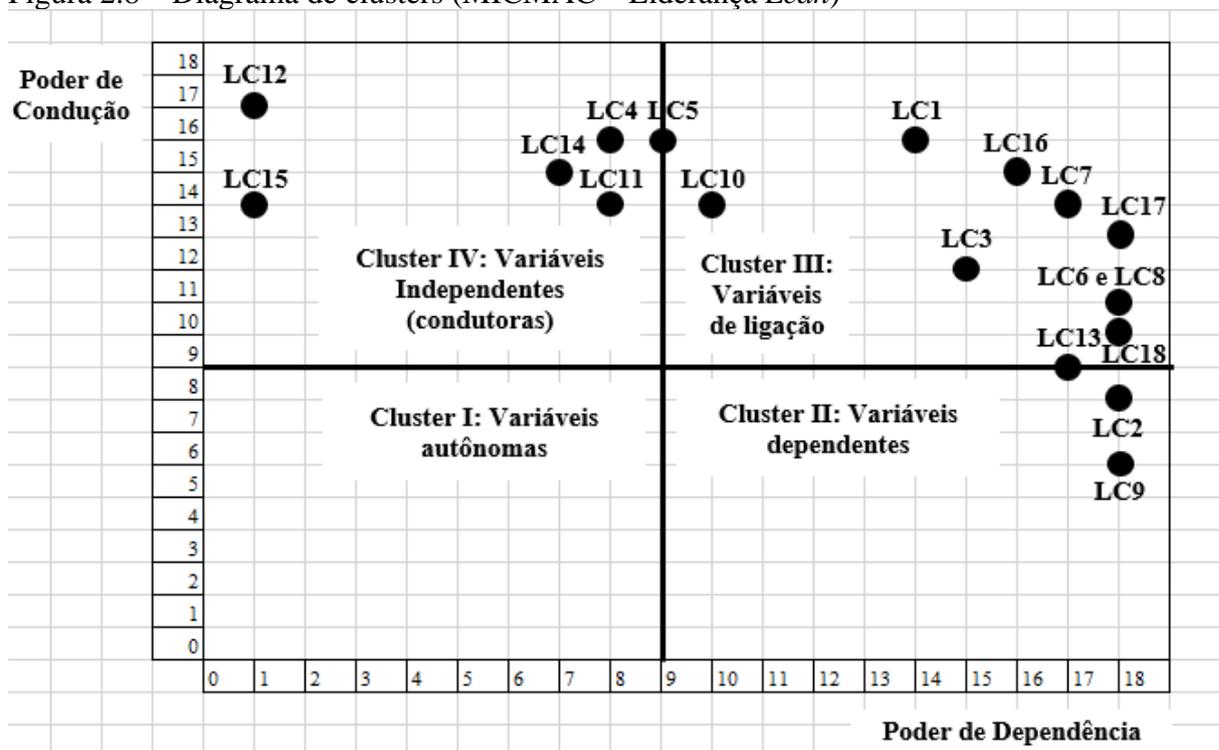


Fonte: Elaborado pelos autores

2.4.5 Resultados da Análise MICMAC

O objetivo da análise MICMAC é investigar o poder de condução (*drive power*) e o poder de dependência das competências da liderança. O poder de dependência está representado no eixo x e o poder de condução no eixo y do gráfico. Essas informações foram obtidas a partir da matriz *Reachability* (Tabela 2.7). Dessa forma, as competências da liderança *Lean* analisadas no estudo foram classificadas em 4 clusters como pode ser observado na Figura 2.8: competências autônomas, competências dependentes, competências de ligação e competências independentes.

Figura 2.8 – Diagrama de clusters (MICMAC – Liderança *Lean*)



Fonte: Elaborado pelos autores

2.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Por meio de uma extensa revisão da literatura e opinião de especialistas com abordagem ISM foi possível identificar 18 competências necessárias aos líderes *Lean* e estabelecer uma hierarquia que poderá guiar os gestores durante a jornada *Lean* nas organizações em que atuam. A análise MICMAC possibilitou enquadrar as competências em quatro clusters a partir do poder de dependência e poder de condução de cada uma das variáveis. Desta forma, os resultados obtidos poderão auxiliar no processo de formação de um líder *Lean* e também possibilitam que pesquisas futuras sejam desenvolvidas.

2.5.1 Discussão da Abordagem ISM

Do modelo ISM (Figura 2.7), observa-se que no nível I encontram-se as variáveis LC12 (estar sempre presente no chão de fábrica) e LC15 (desenvolver autoconsciência). Essas variáveis são as únicas do modelo que não sofrem a influência de nenhuma outra e sustentam as demais competências do líder *Lean*. Sendo assim, é imprescindível que antes de qualquer implementação de ferramentas o líder desenvolva essas competências. Apenas 15 artigos identificaram a importância da competência LC15 para a formação de um líder *Lean*. Porém, o presente estudo apresenta evidências de que é uma das mais importantes para a sustentabilidade das demais. Segundo Dombrowski, Mielke (2014) e Trenkner (2016), o desenvolvimento da autoconsciência de um líder, a percepção das suas fraquezas, é o primeiro passo para o autoaperfeiçoamento. Algumas pesquisas apontam a necessidade de que o líder *Lean* seja modesto, humilde e honesto para o alcance da autoconsciência (DUN *et al.*, 2016; DUN; WILDEROM, 2016; ASSEN, 2016; AIJ; RAPSANIOTIS, 2017).

As competências pertencentes ao nível II, demonstram a necessidade do líder comunicar-se de forma clara e eficaz com seus seguidores (LC5) e de basear a sua gestão em dados e fatos confiáveis desde o início da jornada *Lean* (LC4). Comunicar-se de forma eficaz, é uma competência da liderança muito discutida pela literatura (DUN; WILDEROM, 2016; TORTORELLA *et al.*, 2017; ALEFARI *et al.*, 2017; ZARINAH *et al.*, 2017). Diversas pesquisas apontam a necessidade de que o líder consiga transmitir as informações de forma clara e transparente (EMILIANI, 2003; LIKER; BALLÉ, 2013; AIJ *et al.*, 2013; SEIDEL *et al.*, 2017; HÅKANSSON *et al.*, 2017). Para isso, tanto a comunicação verbal como a visual são importantes (EMILIANI; STEC, 2005; POKSINSKA *et al.*, 2013).

As competências de nível III, LC11 (exercer uma governança proativa e consistente entre os stakeholders) e nível IV LC14 (prover recursos necessários para a implantação de melhorias e mudanças) mostram que quando o líder deixa claro à todos os interessados os benefícios do *Lean*, os recursos para a implantação podem ser facilitados. Tortorella *et al.* (2017) constatou que na maturidade do *Lean* é necessário algumas competências que constam no modelo ISM a partir do nível IV como: a implantação da melhoria contínua, a padronização do trabalho, estabelecer a estrutura organizacional, fornecer os recursos necessários ao processo e estabelecer objetivos voltados para a equipe.

Percebe-se que as competências de nível V, LC1 (estabelecer um estilo de liderança com foco total nos fluxos que agregam valor aos clientes), LC3 (formar e preparar os trabalhadores na filosofia *Lean* ao incorpora-la em sua rotina e ações) LC10 (definir e implantar

políticas e metas com foco no longo prazo); e as competências de nível VI, LC7 (promover o desenvolvimento pessoal nos princípios do *Lean*), LC13 (estimular a resolução de problemas pelos trabalhadores sem intervenção direta), LC16 (implantar a gestão à vista em todos os processos) estão relacionadas entre si. Porém, a competência LC13 ainda que não ocupe o último nível no modelo possui um baixo poder de condução, podendo ser classificada como uma variável dependente. Esse resultado condiz com a pesquisa realizada por Dombrowski e Mielke (2013), que constatou que equipes de alta performance (atuantes em ambientes com níveis mais avançados do *Lean*) possuem maior habilidade em resolver os problemas de forma independente e veem seus líderes como um exemplo.

A pesquisa de Camuffo e Gerli (2018) analisou quatorze competências de líderes e constatou que seis delas apareciam de forma mais consistente em organizações com níveis elevados de maturidade do *Lean*. De forma similar, essas competências aparecem no modelo ISM apenas a partir do nível V. As seis competências analisadas foram: o desenvolvimento de padrões para condução da melhoria contínua; versatilidade do líder, ao conhecer o processo e as pessoas que comanda de forma profunda; foco no fluxo de valor da organização de forma horizontal; suporte a equipe ao agregar valor aos processos e pensar nas necessidades dos colaboradores; desenvolvimento de capacidades e assumem um papel de professor de sua equipe; avaliar o desempenho e proporcionar feedback.

O nível VII é composto pelas competências que são altamente dependentes, LC2 (estimular diariamente os esforços de melhoria contínua visando a estabilidade dos processos), LC6 (incentivar e motivar os trabalhadores em prol dos princípios *Lean*), LC8 (eliminar ou mitigar as barreiras na jornada *Lean*), LC9 (expandir os princípios *Lean* em toda a cadeia de suprimentos), LC17 (promover confiança entre os seus seguidores) e LC18 (propagar a cultura *Lean* em toda a organização). Porém, observa-se que a competência LC9 é a única que não exerce nenhuma influência ao nível inferior, sendo esta a que possui o menor poder de condução. Os resultados obtidos reforçam o que foi encontrado por outras pesquisas, como Tortorella e Fogliatto (2017) que relata que nas fases mais avançadas do *Lean*, estilos de liderança voltados para delegar as atividades e monitoramento passam a ganhar importância. Segundo Laureani e Antony (2015), em fases avançadas do *Lean*, é necessário prover os recursos para sustentar as melhorias que estão ocorrendo, estabelecer uma visão de longo prazo e voltada para a organização como um todo.

2.5.2 Discussão da Análise MICMAC

As variáveis pertencentes ao cluster I (Figura 2.8) são denominadas autônomas ou excludentes. Plotadas na parte inferior/esquerda do gráfico, as variáveis possuem fraco poder de condução e fraco poder de dependência. Caso houvesse competências pertencentes a esse cluster, elas seriam consideradas fora do sistema, desconectadas dos demais elementos. Ou seja, não teriam um efeito significativo para a formação de um líder *Lean*. Os resultados mostram que nenhuma das competências identificadas no presente estudo pertencem ao cluster autônomo. Esse resultado valida a lista de competências selecionadas durante a revisão da literatura e indica que as 18 competências apresentadas são significantes para a formação de um líder *Lean*.

As variáveis pertencentes ao cluster II (Figura 2.8) são denominadas dependentes ou competências resultantes. Plotadas na parte direita/inferior do gráfico, possuem fraco poder de condução e forte poder de dependência. Essas competências, comportam-se como *outputs* em relação ao sistema. Qualquer ação sobre outras competências irá causar efeitos nas dependentes, mas o inverso não é verdadeiro. Duas competências pertencem claramente a esse cluster, a LC9 (expandir os princípios *Lean* em toda a cadeia de suprimentos) e LC2 (estimular diariamente os esforços de melhoria contínua visando a estabilidade dos processos).

Quando o líder consegue desenvolver a competência LC9 e expande os princípios do *Lean* além das fronteiras da organização, pode-se dizer que o líder atingiu um grau elevado em sua formação como líder *Lean*. Ou seja, se libertou de um pensamento verticalizado, focado apenas no desenvolvimento de um departamento, área ou função específica. Ao invés do pensamento vertical, o líder *Lean* deve desenvolver um pensamento com foco no fluxo horizontal, de forma holística, na direção em que o valor flui pela organização ou cadeia de suprimentos (FOUND *et al.*, 2009; SEIDEL *et al.*, 2017; TORTORELLA; FOGLIATTO, 2017).

A competência LC2, é uma das competências com o menor poder de condução do sistema e possui um alto poder de dependência. Esse resultado, obtido pela análise MICMAC, mostra que o suporte diário da liderança à melhoria contínua será um *output* do processo de formação do líder *Lean*. Ou seja, a estabilidade do processo, a padronização, a diminuição das variabilidades, o nivelamento da produção e outros benefícios da filosofia *Lean* serão alcançados conforme o líder evolui e adquire maturidade em relação a filosofia *Lean* (Seidel *et al.*, 2017). A melhoria contínua é altamente dependente de todo o processo de formação do líder *Lean*, o que reforça a ideia de que o *Lean* é denominado uma jornada pois a melhoria não possui um fim (EMILIANI; STEC, 2005).

A LC13 (estimular a resolução de problemas pelos trabalhadores sem intervenção direta) encontra-se na divisa entre o cluster II e o cluster III, porém no presente estudo será considerada uma variável dependente, pois é uma das competências com o menor poder de condução do sistema. Além disso, Dombrowski e Mielke (2013) identificaram que a resolução de problemas de forma independente é uma característica apenas de equipes de alta performance com maturidade em relação ao *Lean*, o que justifica o fato da LC13 comporta-se como um *output* do sistema.

As variáveis pertencentes ao cluster III são denominadas de ligação. Plotadas na parte direita/superior do gráfico (Figura 2.8), possuem forte poder condução e forte poder de dependência. São competências instáveis, pois afetam e são afetadas por outras competências. O presente estudo identificou nove variáveis pertencentes a esse cluster (LC1, LC3, LC10, LC7, LC16, LC6, LC8, LC17, LC18), nota-se que essas competências aparecem no modelo ISM a partir do nível V e de fato possuem muitas relações interligando o sistema.

As variáveis pertencentes ao cluster IV são denominadas independentes ou condutoras. Plotadas na parte esquerda/superior do gráfico (Figura 2.8), possuem forte poder de condução e fraco poder de dependência. Qualquer ação nessas competências pode gerar efeito nas demais. No entanto, elas normalmente não são afetadas por qualquer ação em outras competências. As variáveis do cluster IV agem como fortes condutoras do sistema. Ou seja, influenciam de forma significativa todas as outras competências do sistema. O presente estudo identificou que 5 competências pertencem claramente a esse cluster, a LC12 (estar sempre presente no chão de fábrica), LC15 (desenvolver autoconsciência), LC11 (exercer uma governança proativa e consistente entre os stakeholders), LC14 (prover recursos necessários para a implantação de melhorias e mudanças) e LC4 (gerenciar com base em fatos e dados confiáveis). A competência LC5 (comunicar-se de forma eficaz) encontra-se na divisa entre o cluster II e o IV. Porém será classificada como uma competência independente, já que encontra-se no nível 2 do modelo ISM sustentando o sistema como um todo.

A variável com o maior poder de condução do sistema é a LC12, e foi apontada como importante para o líder *Lean* por 41 artigos. O resultado obtido com a análise MICMAC, reforça a literatura que aponta a necessidade do líder *Lean* frequentar o chão de fábrica ou local de agregação de valor (*Gemba*). O líder *Lean* deve utilizar a visita à *Gemba* como uma possibilidade de aprendizado. Além disso, o líder *Lean* deve tomar decisões baseadas em fatos pessoalmente confirmados no chão de fábrica, ou seja, ver os problemas com os próprios olhos (DOMBROWSKI; MIELKE, 2013; TREKNER, 2016; AIJ; RAPSANIOTIS, 2017).

A competência LC14 possui um alto poder de condução, mas o poder de dependência não é tão baixo quanto outras competências pertencentes ao cluster IV. Isso acontece, devido ao fato de que os recursos para a implantação do *Lean* podem ser tanto materiais, como também, treinamentos ou horas de trabalho em que os funcionários devem se dedicar ao *Lean* (CRABILL *et al.*, 2000; AL-NAJEM *et al.*, 2012; MARODIN; SAURIN, 2015a). Desta forma, a competência LC14 serve como condutora das demais, mas deve ser desenvolvida ao longo de toda a jornada *Lean* (sempre que houver a necessidade de novos recursos) e não apenas no começo da implantação.

2.6 CONCLUSÃO

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de produção que permite o melhoramento do sistema produtivo sem que exista a necessidade de altos investimentos. Estabelece pequenas ações que devem fazer parte da rotina de trabalho de todos os funcionários da organização visando eliminar todos os desperdícios. Para que a filosofia se sustente é imprescindível o apoio e comprometimento da liderança. Desta forma, o presente estudo identificou as principais competências a serem desenvolvidas por líderes que pretendem atuar em ambientes *Lean*. Além disso, foi estabelecida uma hierarquia entre as competências por meio da abordagem ISM e foram alocadas em quatro clusters na análise MICMAC. As contribuições para teoria e prática, limitações e pesquisas futuras serão discutidas a seguir.

2.6.1 Contribuição Teórica e Implicações Práticas

Liderança *Lean* é uma temática amplamente discutida pela literatura, diversos trabalhos foram publicados com o intuito de investigar quais comportamentos da liderança favoreciam as práticas do *Lean*. Com a evolução dos sistemas produtivos, o líder deixou de atuar de forma punitiva com seus funcionários e passou a comandar por meio da influência pessoal e preocupação com as necessidades individuais (POKSINSKA *et al.*, 2013; LI *et al.*, 2014; MASOOD, 2016).

O presente estudo foi o primeiro a realizar um levantamento e análise das competências da liderança *Lean* utilizando uma combinação dos métodos RBS, ISM e MICMAC. Realizou-se uma extensa revisão da literatura com auxílio de *software* de análise de conteúdo (NVivo). Foram selecionados 69 artigos a partir dos quais foram identificadas 18 competências específicas dos líderes *Lean*. Essas competências foram validadas por especialistas com vasto conhecimento prático e teórico sobre o assunto. A partir disso, utilizou-se a abordagem ISM para estabelecer uma hierarquia entre as competências, bem como a relação existente entre elas.

Realizou-se a análise MICMAC a partir do cálculo do poder de dependência e do poder de condução de cada uma das variáveis. Sendo assim, as competências foram classificadas em quatro clusters: autônomas, dependentes, de link e condutoras.

As competências condutoras possuem um significado crucial em relação as demais, pois possuem baixo poder de dependência e alto poder de condução. Desta forma, os líderes que atuam em diversas organizações e pretendem implantar a filosofia *Lean*, devem ficar atento as competências condutoras para que a filosofia se sustente. Desta forma, os resultados do estudo mostram a necessidade de que o líder desenvolva a autoconsciência, conheça as suas limitações e qualidades, tenha inteligência emocional, seja honesto e saiba aprender com os próprios erros. O líder deve estar sempre presente no chão de fábrica e obter um conhecimento profundo a respeito do processo e das pessoas que comanda. Os resultados da pesquisa mostram que essas competências devem ser prioridade no desenvolvimento do líder, pois irão sustentar e conduzir as demais.

O presente estudo é o primeiro a apresentar uma combinação de revisão sistemática da literatura, especialistas, abordagem ISM e análise MICMAC para o tema competências da liderança *Lean*. Desta forma, além da contribuição teórica, os líderes que vivenciam a filosofia na prática terão um guia para seguir. O que minimiza a possibilidade de que a falta do desenvolvimento de alguma dessas competências possa inibir o sucesso da implantação e sustentabilidade da filosofia *Lean* na organização.

2.6.2 Limitações e Pesquisas Futuras

O presente estudo identificou 18 competências da liderança *Lean*. Porém, esse levantamento foi realizado por meio de uma revisão sistemática da literatura, então se outros métodos fossem utilizados para o levantamento considerando a opinião de especialistas ou métodos quantitativos, outras competências poderiam ser investigadas. A abordagem ISM é baseada na opinião de especialistas, sendo assim, os resultados que foram obtidos tem como base dados subjetivos. As próximas pesquisas podem agregar ao estudo ao elaborar uma matriz *Fuzzy*, atribuindo pesos diferentes para a força das relações entre as competências. Além disso, o modelo ISM pode ser melhor investigado por meio de um *survey* levantando diversas hipóteses para cada uma das relações identificadas. Estudos de caso também podem ser realizados para verificar na prática como as relações acontecem, assim reforçar ou contestar o modelo apresentado no presente estudo.

CAPÍTULO 3 RELAÇÃO ENTRE COMPETÊNCIAS DA LIDERANÇA *LEAN* E DA LIDERANÇA NA INDÚSTRIA 4.0: COMBINAÇÃO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA E *INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELING* (ISM)

Neste capítulo será apresentado o segundo artigo que compõe a presente dissertação. Realizou-se uma revisão da literatura o intuito de identificar as principais competências da liderança que devem ser desenvolvidas em ambientes produtivos com tecnologias avançadas provenientes da Quarta Revolução Industrial. Além disso, foi desenvolvida a pesquisa empírica (abordagem ISM tradicional e análise MICMAC) para estabelecer as relações existentes entre as competências do líder *Lean* e do líder atuante na Indústria 4.0.

3.1 INTRODUÇÃO

Os benefícios que o *Lean* proporciona podem auxiliar as organizações a se tornarem mais competitivas ao criar valor para os clientes e eliminar todos os desperdícios dos processos. Isso fez com que houvesse ampla adoção das práticas e princípios *Lean* em diversas indústrias e contextos nas últimas três décadas (LODGAARD *et al.*, 2016; ROSSINI *et al.*, 2019). A literatura mostra que o comprometimento da liderança é de extrema importância para que o *Lean* seja bem sucedido e que é necessário o desenvolvimento de comportamentos, atributos, habilidades e competências para a formação de um líder *Lean* (FOUND *et al.*, 2009; GELEI *et al.*, 2014; SEIDEL *et al.*, 2017; AIJ; TEUNISSEN, 2017; TORTORELLA; FOGLIATTO, 2017; CAMUFFO; GERLI, 2018).

Nos últimos anos, a complexidade e requisitos na indústria tem aumentado constantemente. Fatores como crescente concorrência internacional, aumento da volatilidade do mercado e demanda por produtos altamente personalizados proporcionam sérios desafios para as organizações. Parece que as abordagens existentes de criação de valor não são adequadas para lidar com os requisitos crescentes em relação à eficiência de custos, flexibilidade, adaptabilidade, estabilidade e sustentabilidade. Nesse cenário, a Alemanha, que é forte no setor manufatureiro, lançou a chamada "Indústria 4.0" em 2011, introduzindo a ideia de uma indústria integrada (HOFMANN; RÜSCH, 2017). A literatura com foco na temática organizacional e gerencial da Indústria 4.0 ainda é escassa, o que se deve à relativa novidade do tema, bem como à ausência de um modelo de referência que guie para Indústria 4.0 (AGOSTINI; FILIPPINI, 2018). Diante de uma era com grandes transformações, é notável que os líderes precisarão desenvolver um estilo de liderança específico que direcione e possibilite as inovações (OBERER; ERKOLLAR, 2018).

Ainda que existam alguns estudos que relatam a existência de uma relação positiva entre as práticas adotadas no *Lean* e na Indústria 4.0 (SANDERS *et al.*, 2016; SANDERS *et al.*, 2017; BUER *et al.*, 2018; ROSSIN *et al.*, 2019), é evidente que esse campo ainda deve ser melhor estudado principalmente com o desenvolvimento de pesquisas empíricas que abordem a liderança. Diante de tais argumentos, o presente estudo pretende preencher essa lacuna da literatura ao responder a seguinte questão de pesquisa: Qual é a relação existente entre as competências dos líderes *Lean* e dos líderes atuantes na Indústria 4.0? No presente estudo, considerou-se que competências são definidas como uma capacidade ou habilidade. São descritas como um conjunto de comportamentos diferentes (porém relacionados) e organizados em torno das intenções (BOYATZIS, 2008). Além disso, considerou-se como líder o indivíduo que tem a responsabilidade de tomar decisão e que tem como missão organizar, ensinar e dar suporte aos membros pertencentes ao seu time (LIKER; CONVIS, 2012).

Para o alcance do objetivo proposto o artigo foi estruturado da seguinte forma: na seção 3.2 realizou-se a síntese do marco teórico; na seção 3.3 será detalhado os métodos de pesquisa utilizados no estudo; na seção 3.4 será apresentado os resultados; na seção 3.5 a discussão dos resultados; e na seção 3.6 as conclusões e sugestão para pesquisas futuras.

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresentado foi dividido em Indústria 4.0, liderança *Lean* e liderança na Indústria 4.0.

3.2.1 Indústria 4.0

A sociedade já presenciou três revoluções industriais, que representaram grandes avanços para os processos e resultou no aumento da produtividade. A primeira melhorou a eficiência através do uso da máquina à vapor e do desenvolvimento ferramentas. A segunda trouxe a eletricidade e a produção em massa (linhas de montagem). A terceira revolução foi voltada para a automação, uso de eletrônicos e tecnologia de informação. A quarta revolução industrial já está em percurso, no entanto algumas áreas sofrerão mudanças rápidas e disruptivas, outras áreas mudarão lentamente. Na quarta revolução industrial, os objetos físicos serão perfeitamente integrados à rede de informações. A internet será combinada com máquinas inteligentes, sistemas e processos produtivos para criar uma rede sofisticada. A Indústria 4.0 enfatiza a ideia de digitalização e vinculação consistente de todas as unidades produtivas de uma economia (BLANCHET *et al.*, 2014).

Desde o início do século XXI, a sociedade tem passado por uma transformação digital. A inovação está presente no campo da tecnologia digital em todos os aspectos da sociedade e da economia. As mudanças ocorridas até o momento representam um décimo do que ainda está por vir. Essa revolução afeta o processo de fabricação de produtos e a forma com que os serviços são oferecidos (BLANCHET *et al.*, 2014). A Quarta Revolução Industrial representa um conjunto de transformações em curso. Essas transformações estão iminentes nos sistemas que cercam a população, porém a maior parte da população não percebe as potenciais melhorias que poderiam haver com o auxílio da tecnologia. A Indústria 4.0 é um novo capítulo no desenvolvimento humano, impulsionado pela crescente disponibilidade e interação de um conjunto de tecnologias extraordinárias. Além disso, é uma oportunidade para estruturar uma série de questões que podem ajudar toda a população (líderes da indústria, formuladores de políticas e cidadãos de todos os grupos de renda, nacionalidades e origens) a entender e guiar o modo que poderosos, emergentes e tecnologias convergentes influenciam o mundo e os sistemas que envolvem a todos (SCHWAB, 2018).

Segundo Rübmann *et al.* (2015), algumas tecnologias formam os pilares principais da Indústria 4.0, porém já eram aplicadas nas organizações antes mesmo do termo quarta revolução industrial aparecer na literatura. Essas tecnologias são: O “*big data analytics*”, os robôs autônomos, a “internet das coisas”, a manufatura aditiva, os sistemas baseados em realidade aumentada, a integração vertical e horizontal dos sistemas, *cybersecurity* e a tecnologia de nuvem.

Na Indústria 4.0 os sistemas de TI estarão conectados a todos os subsistemas, processos, objetos internos e externos, redes de fornecedores e clientes. A complexidade será muito maior e exigirá ofertas sofisticadas de mercado. Os sistemas de TI serão construídos em torno de máquinas, sistemas de armazenamento e suprimentos que seguem um padrão definido e são vinculados como sistemas ciber-físicos (CPS) (BLANCHET *et al.*, 2014). A integração vertical e horizontal dos sistemas fará com que as empresas, departamentos e funções se tornem mais coesas. Com a evolução das redes universais de integração de dados entre empresas, as cadeias de valor se tornarão verdadeiramente automatizadas. Na Indústria 4.0 serão utilizados robôs autônomos, que são capazes de interagir uns com os outros, trabalhar em segurança ao lado dos seres humanos e adquirir aprendizado ao longo dos processos (RÜBMANN *et al.*, 2015). Com a manufatura aditiva, será utilizada a tecnologia de impressão 3D na fabricação de componentes e produtos, o que poderá reduzir o tempo e o custo para o desenvolvimento e a fabricação do produto (KANG *et al.*, 2016).

A pesquisa realizada por Cimini *et al.* (2019) mostra que o advento da Indústria 4.0 envolve diferentes tipos de impactos em diversas áreas da indústria manufatureira. As empresas que integram as soluções da Indústria 4.0 podem prever benefícios, como crescimento de receita e redução de custos, devido a um uso mais eficiente da energia. Porém, as máquinas automatizadas inteligentes suportam o trabalho humano, conseqüentemente, as habilidades e os requisitos da força de trabalho estão mudando. Dessa forma os líderes que irão comandar essa transformação também deverão se adequar e desenvolver novas competências gerenciais para orientar seus seguidores. Os líderes atuantes na Indústria 4.0 deverão aproveitar as vantagens das tecnologias e guiar as organizações para o sucesso, o que será melhor abordado na próxima seção do presente estudo.

3.2.2 Liderança *Lean* e Liderança na Indústria 4.0

Segundo Liker e Ballé (2013), na Toyota, os líderes devem ser os professores da metodologia. Devem ensinar a padronizar as atividades, identificar e relatar as não conformidades do processo, aplicar o *Kaizen* ao compartilhar um método de análise comum para estudar problemas típicos e encontrar formas locais de melhorar o processo. Por fim, os gerentes devem ensinar seus funcionários a fazer sugestões e concretizá-las sozinhos. Existe uma diferença entre perceber que o *Lean* é um sistema de experiências aninhadas através do qual as operações são constantemente melhoradas e ter uma organização na qual funcionários e gerentes de todos os níveis, em todas as funções, possam viver esses princípios e ensinar os outros a aplicá-los (SPEAR, 2004).

A literatura aponta a existência da conexão entre a liderança *Lean* e a liderança transformacional. Pois, ambas moldam a cultura organizacional e a deixam propícia para a troca de críticas construtivas e voltada para a cultura de melhoria contínua. Para a liderança transformacional o foco do trabalho gerencial é voltado para as pessoas e não apenas para as operações. Os líderes transformacionais tendem a desenvolver a motivação e liderar os funcionários não pelo poder da posição, mas pela influência pessoal e preocupação com as necessidades individuais. (POKSINSKA *et al.*, 2013; LI *et al.*, 2014; MASOOD, 2016).

Laureani e Antony (2015) estudaram as características necessárias aos líderes do *Lean* realizando entrevistas (análises qualitativas) com praticantes da metodologia. Com isso pode observar que é de grande importância a visibilidade, comunicação, inspiração, consistência, direcionamento, liderar por meio de exemplos, flexibilidade, percepção do *Lean* com uma filosofia e definir claramente os papéis e responsabilidades.

Ainda que não existam muitas pesquisas que abordam as questões gerenciais pertinentes a Indústria 4.0, Oberer e Erkollar (2018) constataram que as transformações provenientes da Quarta Revolução Industrial exigem que seja desenvolvida uma cultura de liderança 4.0 nas organizações. Pois, as tecnologias influenciam não apenas a área de tecnologia da informação, mas também a forma como as empresas são gerenciadas e que tipo de estilos de liderança são aplicados. Liderança 4.0 significa liderança na era da indústria 4.0. Esses líderes 4.0 são chamados líderes digitais. Nem todo líder de uma empresa de tecnologia é um líder digital. O que torna um líder digital não é a área em que a empresa está trabalhando. É uma questão de estilo de liderança e das competências desses líderes para inspirar seus funcionários a inovar e se apegar à suas ideias.

A digitalização leva a uma transformação da produção, logística, comunicação e gerenciamento de recursos humanos. As abordagens inovadoras precisam criar valor a partir da digitalização, dispositivos inteligentes conectados e estabelecer novas formas de comunicação e colaboração. Indústria 4.0 é sobre competitividade e inovação. As organizações precisam adaptar seus recursos para lidar com novos desafios. Os trabalhadores terão a oportunidade de assumir mais responsabilidades em sua agenda de atividades. Assim, o desenvolvimento pessoal será aprimorado. Para viabilizar esses desenvolvimentos, é essencial que a liderança se transforme e desenvolva competências específicas para atuar nessa nova era (OBERER; ERKOLLAR, 2018).

3.3 MÉTODOS DE PESQUISA

Nessa seção, serão apresentados os métodos de pesquisa utilizados no estudo. A sequência dos métodos seguiu a ordem de construção do conhecimento. Primeiro realizou-se a RBS, em seguida a validação das competências por especialistas, a coleta de dados, a abordagem ISM, por fim, a análise MICMAC.

3.3.1 Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS)

A RBS realizada no presente estudo seguiu os passos determinados por Denyer e Tranfield, 2009. No primeiro estágio realizou-se o planejamento da revisão (elaboração das questões de pesquisa, critérios de inclusão/exclusão e protocolo); no segundo a condução da revisão (definição de palavras-chave e *strings*, seleção dos artigos nos bancos de dados); no terceiro estágio realizou-se a classificação e análise dos artigos. A análise de conteúdo foi realizada com o auxílio do *software* NVivo 12 *Plus for Windows*, que permite organizar e armazenar os dados de forma eficiente. Além disso, possibilita que relações complexas entre as

variáveis sejam determinadas enriquecendo os resultados e proporcionando confiabilidade a pesquisa.

3.3.1.1 RBS Competências da Liderança *Lean*

Para a RBS competências da liderança *Lean*, realizou-se a busca nas bases de dados *Scopus*, *Web of science* e *Engineering Village*. Para a elaboração das *strigs* foi utilizada uma combinação das seguintes palavras-chave: *Lean methodology, Lean culture, Lean Manufacturing, Lean Production, Toyota Production Systems, Lean thinking, human, managers, leadership, leader behavior, Leadership model, Leadership style, competence, skills, ability, attribute, management involvement, practices, resources, Lean barrier, difficulties, deployment issues, problems, Leadership challenges*. Para o primeiro filtro (leitura de título e palavras-chave) foram identificados 7521 artigos, para o segundo filtro (leitura de introdução e conclusão) restaram 1708 artigos, para o terceiro filtro (leitura completa) 56 artigos foram selecionados. Aos 56 artigos selecionados, 13 foram adicionados por referência cruzada. Sendo assim, obteve-se uma lista final com 69 artigos selecionados para a presente RBS (Apêndice A).

Apenas foram selecionados artigos escritos na língua inglesa (critério de qualidade e acessibilidade). O critério principal para inclusão é de que o artigo tivesse como foco a liderança *Lean* ou abordasse as dificuldades, fases ou participação dos líderes durante o processo de implantação do *Lean*. Ou seja, artigos que abordam apenas alguma ferramenta do *Lean*, ou abordam o desempenho financeiro da organização ao implantar a filosofia foram excluídos. A lista final de artigos selecionados consta no Apêndice A.

3.3.1.2 RBS Competências da Liderança na Indústria 4.0

Para a RBS das competências da liderança na Indústria 4.0, realizou-se a busca nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. Para isso, a string de busca foi a combinação das seguintes palavras-chave: *leadership 4.0, digital leader, human, managers, leadership, leader behavior, competence, skills, ability, attribute, industry 4.0, innovative company, high tech, high technology, Fourth Industrial Revolution, smart factory*. A partir da busca realizada, notou-se que as pesquisas ainda concentram-se no desenvolvimento das tecnologias e as pesquisas a nível gerencial ainda estão em desenvolvimento, então não houve muitos artigos encontrados. O principal critério para a inclusão dos artigos foi o foco na Indústria 4.0 e que fossem abordados assuntos voltados para a liderança. Os artigos que abordavam apenas as tecnologias e a performance das organizações foram excluídos.

Para elaborar a lista de competências resultante da presente RBS, a principal referências foi o livro do Klaus Schwab (2018), que descreve quatro princípios essenciais que devem orientar os líderes que estarão à frente da Quarta Revolução Industrial. Além disso, 5 artigos reforçaram a necessidade do desenvolvimento dessas competências e são apresentados no Apêndice B.

3.3.2 Validação das Competências por Especialistas

O método de pesquisa utilizado inclui a participação de especialistas durante duas etapas da pesquisa. No primeiro momento para consolidar e refinar a lista de competências proveniente da RBS por meio de uma perspectiva empírica. No segundo momento para participar da coleta de dados. As iterações, que foram realizadas como estratégia para o refinamento da lista de competências do líder *Lean* e do líder atuante na Indústria 4.0, foram inspiradas nos procedimentos metodológicos discutidos em trabalhos como Lewis (1998), Cardoso *et al.* (2012) e Silveira *et al.* (2017). Desta forma, dois requisitos de pesquisa foram definidos para gerar um conjunto significativo e claro de diretrizes: a seleção adequada de especialistas experientes e um procedimento sistemático para coletar, analisar e sintetizar os dados provenientes da RBS.

Para a fase de refinamento foram consultados 4 especialistas acadêmicos com ampla experiência com a filosofia *Lean* e com tecnologias avançadas. Com dois especialistas houve diversas reuniões presenciais para debater as possíveis melhorias da lista de competências. Com os outros especialistas houve reuniões por vídeo e troca de informações por e-mails, pois a pesquisa foi desenvolvida no Brasil e os especialistas convidados estão em outros países, o que impossibilitou que fossem realizadas reuniões presenciais. Após cada uma das iterações, o material era atualizado de acordo com o refinamento promovido pelos especialistas. As reuniões duraram, em média, duas horas. Os dados coletados foram registrados, e a lista foi consolidada após cada reunião, enquanto as informações ainda estavam frescas para o pesquisador. Sendo assim, o processo de refinamento e iterações seguiu os seguintes passos (adaptado de Silveira *et al.*, 2017):

1. Apresentação da versão original da lista de competências proveniente da RBS (competências do líder *Lean* e do líder atuante na Indústria 4.0);
2. Apresentação da última versão da lista de competências, conforme refinada pelo especialista anterior;
3. Análise da lista de competências, proveniente da última iteração, pelo especialista.

Por fim, obteve-se a lista final totalizando 24 competências necessárias a liderança, sendo 18 provenientes da RBS competências do líder Lean e 6 provenientes da RBS competências do líder atuante na Indústria 4.0. Esses resultados serão melhor discutidos na seção 3.4.

3.3.3 Coleta de Dados para o ISM

O modelo do ISM deve ser elaborado a partir da opinião de especialistas. O número ótimo de experts depende das características do estudo em questão. Para utilizar a técnica ISM, o mais importante é que haja heterogeneidade entre o grupo de participantes. Ou seja, é necessário que exista um balanceamento entre especialistas com conhecimento acadêmico e conhecimento da prática (CLAYTON, 1997; BENITEZ *et al.*, 2017).

No presente estudo, a opinião de 23 experts foi considerada. O grupo de participantes possui diferentes formações acadêmicas e experiências, sendo que 13 especialistas são pesquisadores com vasto conhecimento acadêmico e 10 são especialistas que vivenciam o *Lean* e atuam diretamente com tecnologias avançadas na prática, implantando e gerenciando em diversas organizações. O perfil dos especialistas consta no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Perfil dos especialistas (ISM – Liderança *Lean* e Liderança 4.0)

Posição		Formação Acadêmica		Experiência com <i>Lean</i>		Experiência com tecnologias avançadas	
Pesquisador	13	Doutorado em Engenharia de Produção/Mecânica	13	1-5 anos	3	1-5 anos	5
Diretor de operações	3	Pós-graduação	5	6-10 anos	6	6-10 anos	6
Gerente de operações	3	Graduação em Engenharia	5	11-15 anos	8	11-15 anos	6
Gerente de chão de fábrica	4			16-20 anos	6	16-20 anos	6

Fonte: Elaborado pelos autores

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário composto por 3 seções e os especialistas demoraram em média 1 hora e 30 minutos para responder. A coleta de dados ocorreu durante 6 meses, de Junho à Novembro de 2019. Antes do envio do questionário houve reuniões com os especialistas (presenciais, por telefone ou Skype) para explicar a pesquisa e instruir como o questionário deveria ser preenchido.

Na primeira seção do questionário há questões sobre o perfil dos experts, que foi resumido no Quadro 3.1. A segunda seção do questionário contém os dados necessários para a construção da *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM). A terceira seção contém questões para a validação da pesquisa. Na seção de validação, os especialistas responderam se concordavam

com as competências identificadas pela literatura e se conseguiam identificar alguma competência faltante. Os 23 especialistas concordaram com as competências levantadas na RBS. Alguns experts sugeriram algumas competências, porém já estavam incluídas nas descrições das competências utilizadas no estudo.

3.3.4 Interpretive Structural Modeling (ISM)

Para modelar as relações e identificar o poder de condução/dependência (*driving/dependence power*) entre as competências do líder *Lean* e do líder atuante na Indústria 4.0, será utilizada a abordagem ISM e análise MICMAC. Desde que foi desenvolvida por Warfield (1974), essa técnica tem sido amplamente utilizada. Por exemplo, Mandal e Deshmukh (1994) utilizaram para seleção de vendedores; Muruganatham *et al.* (2016) para analisar as barreiras na implantação da gestão de qualidade total; Cherrafi *et al.* (2017) para investigar as barreiras na implantação do *Green Lean*; Benitez *et al.* (2017) para estabelecer a relação entre práticas de cadeias de suprimento *Lean, Green*, resilientes e os impactos no ambiente; Jain *et al.* (2017) para estabelecer um modelo de hierarquia em cadeias de suprimento resilientes; Kamble *et al.* (2018) para analisar as barreiras na adoção da Indústria 4.0.

O ISM fornece um processo de aprendizagem estruturado e interativo. Representa de forma agregada o conhecimento especializado sobre um conjunto de elementos que descrevem um sistema e como esses elementos estão inter-relacionados. O processo ISM transforma modelos mentais de sistemas pouco claros e mal articulados em modelos visíveis e bem definido (BENITEZ *et al.*, 2017; ATTRI *et al.*, 2013).

3.3.5 Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC)

O objetivo da análise MICMAC é investigar o poder de condução (*drive power*) e o poder de dependência das competências da liderança, para identificar as que irão orientar o sistema em várias categorias (ATTRI *et al.*, 2013). Dessa forma, as competências da liderança *Lean* e da liderança na Indústria 4.0, serão classificadas em 4 clusters:

1. Competências autônomas: Possuem fraco poder de condução e fraco poder de dependência. São relativamente desconectados do sistema e possuem poucos links.
2. Competências dependentes: Possuem fraco poder de condução e forte poder de dependência. Qualquer ação sobre outras competências irá causar efeitos nas dependentes, mas o inverso não é verdadeiro.
3. Competências de ligação: Possuem forte poder condução e forte poder de dependência. São competências instáveis, pois afetam e são afetadas por outras competências.

4. Competências independentes: Possuem forte poder de condução e fraco poder de dependência. Qualquer ação nessas competências pode gerar efeito nas demais. No entanto, elas normalmente não são afetadas por qualquer ação em outras competências.

3.4 RESULTADOS

Nessa seção serão apresentados todos os resultados obtidos no presente estudo, tanto os provenientes da revisão sistemática da literatura, como os provenientes da abordagem ISM e análise MICMAC.

3.4.1 Resultados da RBS

3.4.1.1 Principais Competências da Liderança *Lean*

Existem diversos trabalhos que abordam o tema liderança *Lean*, e alguns reportam os comportamentos, competências e atributos necessários aos líderes que comandam a implantação do *Lean* (FOUND *et al.*, 2009; GELEI *et al.*, 2014; SEIDEL *et al.*, 2017; AIJ; TEUNISSEN, 2017; TORTORELLA; FOGLIATTO, 2017; CAMUFFO; GERLI, 2018). Porém, os conceitos encontram-se dispersos na literatura. Com o objetivo de investigar a relação existente entre as competências dos líderes *Lean* e dos líderes que irão atuar na Indústria 4.0, realizou-se uma revisão sistemática da literatura em que 18 competências específicas dos líderes *Lean* foram selecionadas e constam no Quadro 3.2. A discussão desse resultado e análise aprofundada sobre as competências identificadas será apresentada na seção 3.5.

Quadro 3.2 - Principais competências da liderança *Lean*.

Código	Competências do líder <i>Lean</i>	Definição	Referências utilizadas na RBS	Quantidade de artigos/ Frequência de citação
LC1	Estabelecer um estilo de liderança com foco total nos fluxos que agregam valor aos clientes.	O líder deve gerenciar com foco no fluxo de valor e não em operações isoladas. Ele deve ser capaz de “traduzir” a visão dos clientes aos seus seguidores e a partir desta direcionar os esforços de implantação de práticas enxutas (métodos, conceitos, ferramentas, valores) que garantam a agregação de valor a estes clientes.	1;2;3;4;5;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;20;21;22;26;27;29;31;34;35;36;39;41;45;47;48;49;50;51;52;55;57;59;60;61;62;63;64;65;69	45/131
LC2	Estimular diariamente os esforços de melhoria contínua visando a estabilidade dos processos.	O líder deve empreender esforços contínuos para a perfeição. Ele deve estimular o uso das práticas <i>Lean</i> para estabilizar, padronizar, diminuir a variabilidade do processo, nivelar a produção e possibilitar o layout em células.	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;46;47;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69	66/239

Continua

Continuação

Código	Competências do líder <i>Lean</i>	Definição	Referências utilizadas na RBS	Quantidade de artigos/ Frequência de citação
LC3	Formar e preparar os trabalhadores na filosofia <i>Lean</i> ao incorpora-la em sua rotina e ações.	O líder deve formar e preparar as pessoas para entender e aplicar a filosofia <i>Lean</i> , como algo que vai além das ferramentas. Ele também deve incorporar e externalizar os princípios do <i>Lean</i> na sua própria rotina visando inspirar seus seguidores a também incorporar tais valores ou princípios. Ele deve ser exemplo de comportamento ao vivenciar os princípios e valores que perfazem a cultura <i>Lean</i> .	1;2;3;4;5;6;8;10;11;13;14;15;18;19;20;21;22;25;27;28;30;31;32;34;38;39;41;42;44;46;47;48;50;51;52;53;54;55;56;59;60;61;62;63;64;65;69	47/166
LC4	Gerenciar com base em fatos e dados confiáveis	O líder deve tomar decisões após analisar todos os dados e fatos relacionados ao problema ou as situações que necessitem a sua aprovação. Assim, as decisões serão mais consistentes e assertivas.	1;2;3;6;11;13;17;18;20;21;24;39;41;42;47;49;52;55;68;69	20/32
LC5	Comunicar-se de forma eficaz.	O líder deve ser capaz de comunicar-se de forma clara, concisa e objetiva com seus seguidores e demais atores da organização.	1;4;5;6;7;8;10;11;13;14;15;17;18;19;21;22;23;24;25;29;30;31;33;34;36;37;40;41;43;44;45;47;48;49;50;52;53;54;55;56;57;58;60;61;62;63;64;65;66;67;69	51/119
LC6	Incentivar e motivar os trabalhadores em prol dos princípios <i>Lean</i> .	O líder deve manter os interesses do grupo acima dos individuais, agir de forma cooperativa, proporcionar feedback, compartilhar informações e formar equipes multifuncionais. Ele deve incentivar ações inovadoras, desafiadoras, estimular a criatividade, engajamento e comprometimento com o trabalho e a transformação <i>Lean</i> .	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;40;41;42;45;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69	64/285
LC7	Promover o desenvolvimento pessoal nos princípios do <i>Lean</i>	O líder deve evoluir de forma profissional e pessoal. Atingir alto nível de compreensão do <i>Lean</i> e habilidade de resolução de problemas (Jishuken). O líder deve implementar diretrizes visando o desenvolvimento, a valorização e o estímulo intelectual das pessoas. Ele deve treinar e capacitar os trabalhadores de todos os níveis da organização, com o auxílio de um mentor (Sensei) quando necessário.	1;2;3;4;5;6;7;8;10;11;12;13;15;16;17;18;19;20;21;22;24;25;26;27;28;29;30;31;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;69	63/254
LC8	Eliminar ou mitigar as barreiras na jornada <i>Lean</i>	O líder deve gerenciar barreiras durante a jornada <i>Lean</i> e ser flexível para se adaptar as adversidades. Além disso, deve engajar os funcionários a transformação <i>Lean</i> . Assegurar que o processo não irá gerar demissões para diminuir a resistência a mudança.	1;3;4;5;8;10;11;12;13;15;16;17;18;19;20;21;22;23;25;27;29;31;33;34;35;36;37;39;40;41;47;48;49;50;51;52;54;55;57;58;59;60;61;62;63;65;66;67;68;69	50/143

Continuação

Código	Competências do líder <i>Lean</i>	Definição	Referências utilizadas na RBS	Quantidade de artigos/ Frequência de citação
LC9	Expandir os princípios <i>Lean</i> em toda a cadeia de suprimentos	O líder deve praticar o <i>Lean</i> como um sistema inter-relacionado de princípios e práticas de forma coordenada e holística com o envolvimento de todos os funcionários. Focar no fluxo horizontal de valor e se possível na cadeia de suprimentos.	1;3;4;5;7;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;22;24;25;30;31;35;38;39;41;42;43;47;48;49;50;52;53;54;55;57;59;60;61; 63;65;67;68	42/94
LC10	Definir, implantar e controlar políticas e metas com foco no longo prazo	O líder deve ser visionário e futurista para que as metas urgentes, de curto prazo, não prejudiquem as mais importantes, de longo prazo. O líder <i>Lean</i> deve promover um alinhamento entre as equipes, para que melhorias não tenham direções opostas.	1;2;3;4;5;6;8;9;10;11;12;13;15;16;18;19;20;21;22;24;25;27;30;31;38;39;41;42;43;47;48;49;50;52;54;55;57;58;59;61;62;63;64;65;66;67;68;69	48/133
LC11	Exercer uma governança proativa e consistente entre os stakeholders	O líder deve alinhar os interesses dos stakeholders com a filosofia <i>Lean</i> . Ele deve estabelecer uma “visão enxuta” da organização, considerando os aspectos relacionados à ética e a segurança dos trabalhadores, que possam ser estendidos à comunidade e ao meio ambiente.	1;3;4;5;6;8;11;13;14;15;16; 17;18;19;20;21;22;23;24;26;27;35;39;40;41;42;46;47;50;51;52;53;59;60;61;64;65;67;68;69	40/87
LC12	Estar sempre presente no chão de fábrica	O líder, mesmo que atuando estrategicamente na organização, não pode deixar de frequentar o chão de fábrica, pois é neste local que os problemas ou desperdícios ocorrem. Ele deve desenvolver um conhecimento profundo do processo (e dos trabalhadores) que atua para identificar os fluxos que de fato agregam valor ao cliente.	2;3;5;6;8;10;11;12;13;15;16;17;18;20;21;22;23;25;28;29;31;35;36;38;39;41;42;46;47;48;50;52;53;54;59;60;61;62;63;66;69	41/85
LC13	Estimular a resolução de problemas pelos trabalhadores sem intervenção direta.	O líder deve estimular a proatividade dos trabalhadores na identificação de desperdícios nos processos. É importante, nesse contexto, que os trabalhadores, estejam preparados para identificar os problemas e propor soluções para eliminá-los ou mitigá-los. O líder deve, a princípio, não intervir diretamente na resolução dos problemas, mas atuar como um facilitador entre os trabalhadores, para que estes promovam as melhorias necessárias. Essa postura gera a aprendizagem organizacional necessária a resolução de problemas futuros.	2;3;4;5;6;7;10;15;16;21;23;27;25;28;30;31;32;37;38;40;41;46;49;50;53;60;62;63	28/62

				Conclusão
Código	Competências do líder <i>Lean</i>	Definição	Referências utilizadas na RBS	Quantidade de artigos/ Frequência de citação
LC14	Prover recursos necessários para a implantação de melhorias e mudanças.	A liderança, com o apoio da alta administração, deve prover os recursos (financeiros, tecnológicos, treinamentos) necessários para a implantação da metodologia Lean e solução de problemas. O líder deve direcionar esforços para que isso ocorra de maneira eficiente e eficaz.	2;4;5;11;13;15;17;18;19;20;21;22;25;26;30;34;35;36;39;43;47;49;50;53;54;55;57;59;61;62;63;65;66;67;68	35/61
LC15	Desenvolver autoconsciência.	O líder deve desenvolver inteligência emocional. Ele deve reconhecer suas limitações, ser honesto, humilde e aprender com os próprios erros.	3;4;6;11;13;14;15;16;21;42;47;48;52;64;69	15/28
LC16	Implantar a gestão à vista em todos os processos.	O líder deve implantar práticas visuais para esclarecer objetivos, dar feedback oportuno sobre o desempenho do processo e padroniza-lo. As informações devem estar disponíveis e fáceis de entender.	4;5;8;11;15;18;19;21;24;25;30;31;32;37;38;39;42;47;50;52;53;55;56;58;60;62;63;65	28/52
LC17	Promover confiança e autonomia entre os seus seguidores.	O líder deve proporcionar autonomia aos funcionários, delegar responsabilidades para que tenham liberdade e confiança de colocar em prática as melhorias planejadas e sintam-se donos do processo em que atuam	3;4;5;6;7;8;11;13;14;15;16;19;21;22;23;24;25;29;30;31;32;33;34;35;40;41;43;49;50;54;56;58;59;60;61;63;64;65;66;69	40/96
LC18	Propagar a cultura Lean em toda a organização.	O líder deve ser habilidoso e dedicado para mover-se em direção a filosofia Lean, sustenta-la e provocar mudanças na mentalidade e comportamento de todos os funcionários. Assim, integrar a cultura de aprendizado a organização.	2;3;4;5;6;8;10;11;15;16;17;18;19;20;21;24;25;26;27;30;31;32;33;34;35;37;39;40;41;50;52;53;54;56;57;58;59;60;61;65;66;67;68	43/96

Fonte: Elaborado pelos autores

3.4.1.2 Principais Competências da Liderança na Indústria 4.0

A literatura mostra que muitas das tecnologias que compõem a Indústria 4.0 já estavam nos sistemas produtivos mesmo antes de surgir a quarta revolução industrial (CIMINI *et al.*, 2019). Porém deve haver a transformação do sistema produtivo. Por exemplo, células isoladas e otimizadas se unirão e estarão totalmente integradas, automatizadas, melhorando o fluxo de produção, levando a maiores eficiências e mudando as relações tradicionais de produção entre fornecedores, produtores e clientes, bem como entre humanos e máquinas (RÜBMANN *et al.*, 2015). Sendo assim, diversas competências da liderança se tornarão essenciais para que os líderes comandem esses ambientes complexos, em constante mudança e evolução.

Pesquisas estão sendo desenvolvidas para identificar quais são as competências gerenciais importantes para líderes que irão atuar em cenários de Indústria 4.0. Grzybowska e Łupicka (2017) apresenta uma lista com 8 competências, entre elas estão criatividade,

pensamento empreendedor, resolução de problemas, resolução de conflitos, tomada de decisão, orientação para eficiência, habilidade analítica e de pesquisa. Observa-se que as 8 competências citadas são necessárias a líderes de forma geral, sendo a principal diferença entre o presente estudo e o que foi desenvolvido por Grzybowska e Łupicka (2017). As competências apresentadas no Quadro 3.3 são específicas do líder atuante na indústria 4.0. A literatura utilizada para identifica-las não é sobre estilos de liderança tradicionais e sim apenas trabalhos que possuem como foco principal a Indústria 4.0 (Apêndice B). A discussão aprofundada sobre as competências apresentadas no Quadro 3.3 ocorrerá na seção 3.5.

Quadro 3.3 - Principais competências da liderança na Indústria 4.0.

Continua

Código	Competências do líder atuante na Indústria 4.0	Definição	Referências utilizadas na RBS
IC1	Implantar as tecnologias da indústria 4.0 para alavancar o modelo de negócio da organização.	O líder deve empreender esforços para que a organização considere como e por que as tecnologias da indústria 4.0 serão incorporadas no seu modelo de negócio, e qual o impacto dessa inclusão. Ele deve garantir que essas tecnologias não sejam implantadas de forma ad-hoc (isoladas), ou por “modismo”, mas sim com a finalidade de alavancar o modelo de negócio atual e futuro (o qual deve ser inovador).	70;71;72;73;74
IC2	Ser analítico ao possibilitar a implantação de tecnologias avançadas como robôs autônomos.	Nesse contexto, o líder deve valorizar a tomada de decisão e o poder de ação humanos, projetando sistemas que aproveitem as novas tecnologias para oferecer às pessoas mais escolhas, oportunidades, liberdade e controle sobre sua vida. Estes comportamentos dos líderes são particularmente importante, dado que as tecnologias emergentes revelam perspectivas de máquinas que podem decidir e agir sem a interferência humana e, também, podem influenciar o comportamento das pessoas de forma tanto ostensiva quanto sutil.	70;71;74
IC3	Saber reconhecer o valor as tecnologias da Indústria 4.0 durante todo o processo de inovação.	O líder deve ter a consciência de que toda tecnologia tem valores embutidos de forma implícita, desde a ideia inicial até o modo como são desenvolvidas e implementadas. Ele deve reconhecer este fato e debater sobre tais valores em todas as fases da inovação.	72
IC4	Prover e difundir ações para que as pessoas estejam preparadas para interagir com as novas tecnologias.	O líder deve fornecer treinamentos e <i>workshops</i> para os funcionários, com foco na alfabetização digital e em novas tarefas essenciais, como gerenciar e controlar os sistemas digitalizados. Uma vez que a Indústria 4.0 requer uma força de trabalho com altos níveis de habilidade.	71;72;73

			Conclusão
Código	Competências do líder atuante na Indústria 4.0	Definição	Referências utilizadas na RBS
IC5	Permitir a autonomia e empoderamento dos funcionários	O líder deve prover autonomia aos funcionários, os quais devem ser vistos como empreendedores internos. Pois, a integração digital completa e a automação dos processos de fabricação nas dimensões vertical e horizontal implicam que os trabalhadores serão responsáveis por um escopo de processo mais amplo do que anteriormente.	71;72;73
IC6	Promover e difundir uma cultura de experimentação e de assumir riscos	O líder deve criar aceitação para mudar e combater a inércia organizacional. Ele deve aumentar a disposição para inovar, experimentar (projetos piloto), assumir riscos (não exclusivamente buscar precisão) e cooperar além das fronteiras da organização, unidade de negócios e indivíduo.	73;74

Fonte: Elaborado pelos autores

A presente revisão da literatura tem como objetivo fornecer os dados necessários para a aplicação do método ISM. Que estabelecerá a relação entre as competências dos líderes *Lean* e dos líderes da Indústria 4.0. Desta forma, para que haja consistência e assertividade na pesquisa empírica, não pode haver repetitividade e alta similaridade entre as competências em análise. Ainda que existam pesquisas que apontam algumas competências gerais como importantes (GRZYBOWSKA; ŁUPICKA, 2017) para a Indústria 4.0, as mesmas não foram incluídas na lista apresentada no Quadro 3.3. Pois, a maioria delas já constam na lista apresentada no Quadro 3.2 que apresenta as competências necessárias ao líder *Lean*. Por exemplo, habilidade analítica e tomada de decisão estão representadas pela competência LC4. Para esclarecer as competências que são coincidentes entre o líder *Lean* e o líder atuante na Indústria 4.0, foi elaborado o Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Competências coincidentes do líder *Lean* e do líder atuante na Indústria 4.0.

Continua

Código	Competências coincidentes entre o <i>Lean</i> e a Indústria 4.0	Importância da competência do líder <i>Lean</i> para a Indústria 4.0
LC4	Gerenciar com base em fatos e dados confiáveis.	O líder atuante na Indústria 4.0 deve ser analítico e ter a competência de tomar decisões com base sólida e racional. A tomada de decisão é o processo de fazer escolhas, coletando informações e avaliando resoluções alternativas (GRZYBOWSKA, ŁUPICKA, 2017). Essa competência também é importante para o líder <i>Lean</i> , que deve gerenciar com base em fatos e dados confiáveis.
LC6	Incentivar e motivar os trabalhadores em prol dos princípios <i>Lean</i> .	O líder atuante na Indústria 4.0 deve incentivar a inovação e criatividade (OBERER, ERKOLLAR, 2018; GRZYBOWSKA, ŁUPICKA, 2017). Da mesma forma que o líder <i>Lean</i> deve propagar os princípios do <i>Lean</i> , sendo um deles a inovação e criatividade.
LC7	Promover o desenvolvimento pessoal nos princípios do <i>Lean</i> .	No contexto de Indústria 4.0, os trabalhadores terão a oportunidade de assumir mais responsabilidades, assim o desenvolvimento pessoal deverá ser aprimorado (OBERER, ERKOLLAR, 2018). Uma das principais competências do líder <i>Lean</i> é o desenvolvimento das pessoas, o que também será importante para a Indústria 4.0.

Código	Competências coincidentes entre o <i>Lean</i> e a Indústria 4.0	Importância da competência do líder <i>Lean</i> para a Indústria 4.0
LC11	Exercer uma governança proativa e consistente entre os <i>stakeholders</i> .	O líder atuante na Indústria 4.0 deve basear a sua gestão em princípios éticos e ter a consciência dos impactos que tecnologias emergentes como robôs autônomos podem gerar na sociedade como um todo (SCHWAB, 2018). Da mesma forma, o líder <i>Lean</i> deve gerenciar com princípios éticos e considerando os interesses de todos os <i>stakeholders</i> .
LC13	Estimular a resolução de problemas pelos trabalhadores sem intervenção direta.	O Líder atuante na Indústria 4.0 deve criar uma atmosfera aberta, voltada para o aprendizado com os erros e a colaboração para lidar com situações de conflito e resolução de problemas (OBERER, ERKOLLAR, 2018; GRZYBOWSKA, ŁUPICKA, 2017). O líder <i>Lean</i> , também incentiva que os funcionários aprendam com os erros ao permitir que resolvam os problemas sozinhos e que vivenciem a melhoria contínua.
LC16	Implantar a gestão à vista em todos os processos.	Da mesma forma que o líder <i>Lean</i> deve implantar a gestão à vista, o líder atuante na Indústria 4.0 deve criar uma estrutura transparente para a distribuição de informações (OBERER, ERKOLLAR, 2018).
LC17	Promover confiança e autonomia entre os seus seguidores.	O líder atuante na Indústria 4.0 deve ter a capacidade de distribuir tarefas, delegar funções com base nas competências da equipe. Vinculando as habilidades dos gerentes e funcionários para formar uma rede de competências inteligente (OBERER, ERKOLLAR, 2018). O líder <i>Lean</i> , também possui essa competência de delegar funções e promover a confiança entre seus seguidores.
LC18	Propagar a cultura <i>Lean</i> em toda a organização.	Segundo Oberer e Erkollar (2018), a Indústria 4.0 digitaliza e integra processos verticalmente em toda a organização. Desde o desenvolvimento e compra de produtos, passando pela fabricação, logística e serviço. Desta forma, a competência do líder <i>Lean</i> voltada para a integração vertical também se aplica ao contexto da Indústria 4.0.

Fonte: Elaborado pelos autores

3.4.2 Resultados do ISM

3.4.2.1 Structural Self-Interaction Matrix (SSIM)

A matriz SSIM foi elaborada a partir da opinião de especialistas (acadêmicos e da indústria) que estabeleceram a relação contextual entre as variáveis (ATTRI *et al.*, 2013). No presente estudo, os especialistas foram convidados a preencher o relacionamento entre os pares de variáveis pertencentes a um sistema de 24*24 SSIM de acordo com a simbologia a seguir:

V: A variável *i* potencializa a variável *j*.

A: A variável *j* potencializa a variável *i*.

X: Variáveis *i* e *j* são mutuamente interdependentes.

O: Não há relação entre as variáveis *i* e *j*.

A relação entre as 24 competências identificadas na revisão da literatura são importantes para a pesquisa. Pois, a intenção é descobrir quais variáveis são dependentes ou irão conduzir as demais. Então todas as direções foram consideradas para elaborar a matriz SSIM. A matriz SSIM final (Tabela 3.1) foi construída considerando a maior frequência, ou seja, a moda em relação ao que foi respondido pelos 23 especialistas de forma individual.

Tabela 3.1 - *Structural Self-Interaction Matrix* Final (SSIM – Liderança *Lean* e Liderança 4.0)

	IC6	IC5	IC4	IC3	IC2	IC1	LC18	LC17	LC16	LC15	LC14	LC13	LC12	LC11	LC10	LC9	LC8	LC7	LC6	LC5	LC4	LC3	LC2	LC1
LC1	V	V	O	V	V	V	V	V	X	A	A	V	A	X	V	V	V	A	V	A	A	X	V	
LC2	A	V	V	O	V	V	X	A	A	A	A	X	A	O	A	V	V	A	A	A	A	A		
LC3	V	V	V	O	O	O	X	X	A	A	A	V	A	V	A	V	V	X	X	A	A			
LC4	O	V	O	O	V	V	V	V	X	O	V	V	A	V	V	V	V	A	V	X				
LC5	V	V	V	O	O	O	V	V	X	A	O	V	A	V	O	V	V	V	V					
LC6	V	A	O	O	V	O	X	X	X	A	A	V	A	V	A	V	A	X						
LC7	V	V	V	V	V	O	X	A	V	A	A	V	A	A	A	A	V	X						
LC8	A	A	A	O	O	O	X	V	A	A	A	A	A	A	A	A	V							
LC9	A	A	O	A	A	O	X	A	A	A	A	A	A	A	A									
LC10	O	V	V	V	V	V	V	V	O	A	V	V	O	X										
LC11	O	V	O	V	V	V	X	V	O	A	V	V	A											
LC12	O	O	O	V	V	O	V	V	V	O	V	V												
LC13	X	V	V	O	V	O	V	X	A	A	A													
LC14	V	V	V	V	O	V	V	V	V	A														
LC15	V	V	V	O	V	V	V	V	O															
LC16	O	V	O	O	O	O	V	X																
LC17	V	X	V	O	O	V	X																	
LC18	V	V	V	V	V	V																		
IC1	A	O	A	A	A																			
IC2	O	O	A	X																				
IC3	A	O	A																					
IC4	A	X																						
IC5	A																							
IC6																								

Fonte: Elaborado pelos autores

3.4.2.2 *Reachability* Matríz

Para obter a matriz *Reachability* inicial, a matriz SSIM foi convertida em uma matriz binária (Tabela 3.2). Assim, a nomenclatura (V, A, X e O) foi substituída por 1 ou 0. A conversão dos valores foi feita de acordo com as regras a seguir (WATSON, 1978; ATTRI *et al.*, 2013; BENITEZ *et al.*, 2017) :

- Se a entrada (i, j) no SSIM for V, a entrada (i, j) na matriz *Reachability* será 1 e a entrada (j,i) será 0.
- Se a entrada (i, j) no SSIM for A, a entrada (i, j) na matriz *Reachability* será 0 e a entrada (j,i) será 1.
- Se a entrada (i, j) no SSIM for X, a entrada (i, j) na matriz *Reachability* será 1 e a entrada (j,i) será 1.
- Se a entrada (i, j) no SSIM for O, a entrada (i, j) na matriz *Reachability* será 0 e a entrada (j,i) será 0.

Para a obtenção da matriz *Reachability* final foi aplicada a propriedade da transitividade. Um relacionamento transitivo é aquele em que se o elemento “A” influencia o elemento “B” e “B” influencia o elemento “C”, pode-se inferir que “A” irá influenciar indiretamente “C” (WATSON, 1978; BENITEZ *et al.*, 2017). Desta forma, a influência indireta das variáveis é representada na matriz *Reachability* final por 1* (Tabela 3.3). Nessa etapa do ISM também realizou-se o cálculo do poder de condução (PC) e de dependência (PD) para todas as variáveis do sistema.

Tabela 3.2 - Matriz *Reachability* Inicial (ISM – Liderança *Lean* e Liderança 4.0)

	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16	LC17	LC18	IC1	IC2	IC3	IC4	IC5	IC6
LC1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
LC2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
LC3	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
LC4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
LC5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
LC6	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1
LC7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
LC8	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
LC9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LC10	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
LC11	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0
LC12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
LC13	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
LC14	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
LC15	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
LC16	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
LC17	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
LC18	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
IC1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
IC2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
IC3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
IC4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
IC5	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
IC6	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 3.3 - Matriz *Reachability* Final (ISM – Liderança *Lean* e Liderança 4.0)

	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16	LC17	LC18	IC1	IC2	IC3	IC4	IC5	IC6	PC
LC1	1	1	1	1*	1*	1	1*	1	1	1	1	0	1	1*	0	1	1	1	1	1	1	1*	1	1	21
LC2	0	1	1*	0	0	1*	1*	1	1	0	1*	0	1	0	0	0	1*	1	1	1	1*	1	1	1*	16
LC3	1	1	1	1*	0	1	1	1	1	1*	1	0	1	1*	0	1*	1	1	1*	1*	1*	1	1	1	20
LC4	1	1	1	1	1	1	1*	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1*	1*	1	1*	21
LC5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1*	1	0	1	1*	0	1	1	1	1*	1*	1*	1	1	1	21
LC6	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1	1*	1	0	1	1*	0	1	1	1	1*	1	1*	1*	1*	1	21
LC7	1	1	1	1	1*	1	1	1	1	1*	1*	0	1	1*	0	1	1*	1	1*	1	1	1	1	1	21
LC8	1*	1*	1*	1*	0	1	1	1	1	0	1*	0	1*	0	0	1*	1	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	18
LC9	0	1*	1*	0	0	1*	1*	1*	1	0	1*	0	0	0	0	0	1*	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	15
LC10	1*	1	1	1*	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1*	1	1	1	1	1	1	1	1*	20
LC11	1	1*	1*	1*	0	1*	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1*	1	1	1	1	1	1*	1	1*	20
LC12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1*	1	1	1	1	0	1	1	1	1*	1	1	1*	1*	1*	22
LC13	0	1	1*	0	0	1*	1*	1	1	0	1*	0	1	0	0	1*	1	1	1*	1	1*	1	1	1	17
LC14	1	1	1	1*	1*	1	1	1	1	1*	1*	0	1	1	0	1	1	1	1	1*	1	1	1	1	21
LC15	1	1	1	1*	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1*	1	1	1	1	1*	1	1	1	22
LC16	1	1	1	1	1	1	1*	1	1	1*	1*	0	1	1*	0	1	1	1	1*	1*	1*	1*	1	1*	21
LC17	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1	0	1*	0	1	0	0	1	1	1	1	1*	1*	1	1	1	19
LC18	1*	1	1	1*	0	1	1	1	1	1*	1	0	1*	1*	0	1*	1	1	1	1	1	1	1	1	20
IC1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
IC2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	1	1	1	0	0	0	5
IC3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	1	1	1	0	0	0	5
IC4	0	0	0	0	0	1*	1*	1	1*	0	0	0	0	0	0	0	1*	1*	1	1	1	1	1	0	11
IC5	0	1*	1*	0	0	1	1*	1	1	0	1*	0	1*	0	0	1*	1	1*	1*	1*	1*	1	1	1*	17
IC6	0	1	0	0	0	1*	1*	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1*	1*	1	1*	1	1	1	1	14
PD	15	20	19	15	10	21	21	21	23	13	19	1	19	13	1	17	21	23	24	23	23	21	21	20	

Fonte: Elaborado pelos autores

3.4.2.3 Divisão em Níveis

A partir da matriz *Reachability* final (Tabela 3.3), os conjuntos “*reachability*” e “antecedentes” foram derivados para todas as variáveis. O conjunto *reachability* consiste na variável em si e no fator que ela irá impactar, enquanto o conjunto antecedente consiste na variável em si e no fator que irá impactá-la. Posteriormente, a intersecção desses conjuntos foi derivada para todas as variáveis e níveis diferentes foram determinados. As variáveis para as quais os conjuntos *reachability* e intersecções foram os mesmos, ocuparam o nível superior na hierarquia do ISM. Depois que a variável de nível superior foi identificada, ela foi removida da consideração e o processo continuou até que o nível de cada uma das variáveis foi encontrado (Tabela 3.4). Esses níveis ajudam na construção do diagrama e do modelo ISM (ATTRI *et al.*, 2013; BENITEZ *et al.*, 2017)

Tabela 3.4 - Nivelamento (ISM – Liderança *Lean* e Liderança 4.0)

Variável	Conjunto <i>Reachable</i>	Conjunto antecedentes	Intersecção	Nível	Continua
LC1	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC14; LC16; LC17; LC18	III	
LC2	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC5; IC6	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC17; LC18; IC5; IC6	IV	
LC3	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC5	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC5	III	
LC4	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC14; LC16; LC17; LC18	III	
LC5	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC4; LC5; LC6; LC7; LC12; LC14; LC15; LC16; LC17	LC1; LC4; LC5; LC6; LC7; LC14; LC16; LC17	II	
LC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	V	

Continuação				
Variável	Conjunto <i>Reachable</i>	Conjunto antecedentes	Interseção	Nível
LC7	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	V
LC8	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	V
LC9	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC17; LC18; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	VI
LC10	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC18	LC1; LC3; LC4; LC6; LC7; LC10; LC11; LC14; LC16; LC18	III
LC11	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC5	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC5	III
LC12	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC12	LC12	I
LC13	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC5; IC6	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18; IC5; IC6	IV
LC14	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC10; LC11; LC12; LC14; LC15; LC16; LC18	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC10; LC11; LC14; LC16; LC18	III
LC15	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC15	LC15	I
LC16	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC5	LC1; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC5	III
LC17	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	V

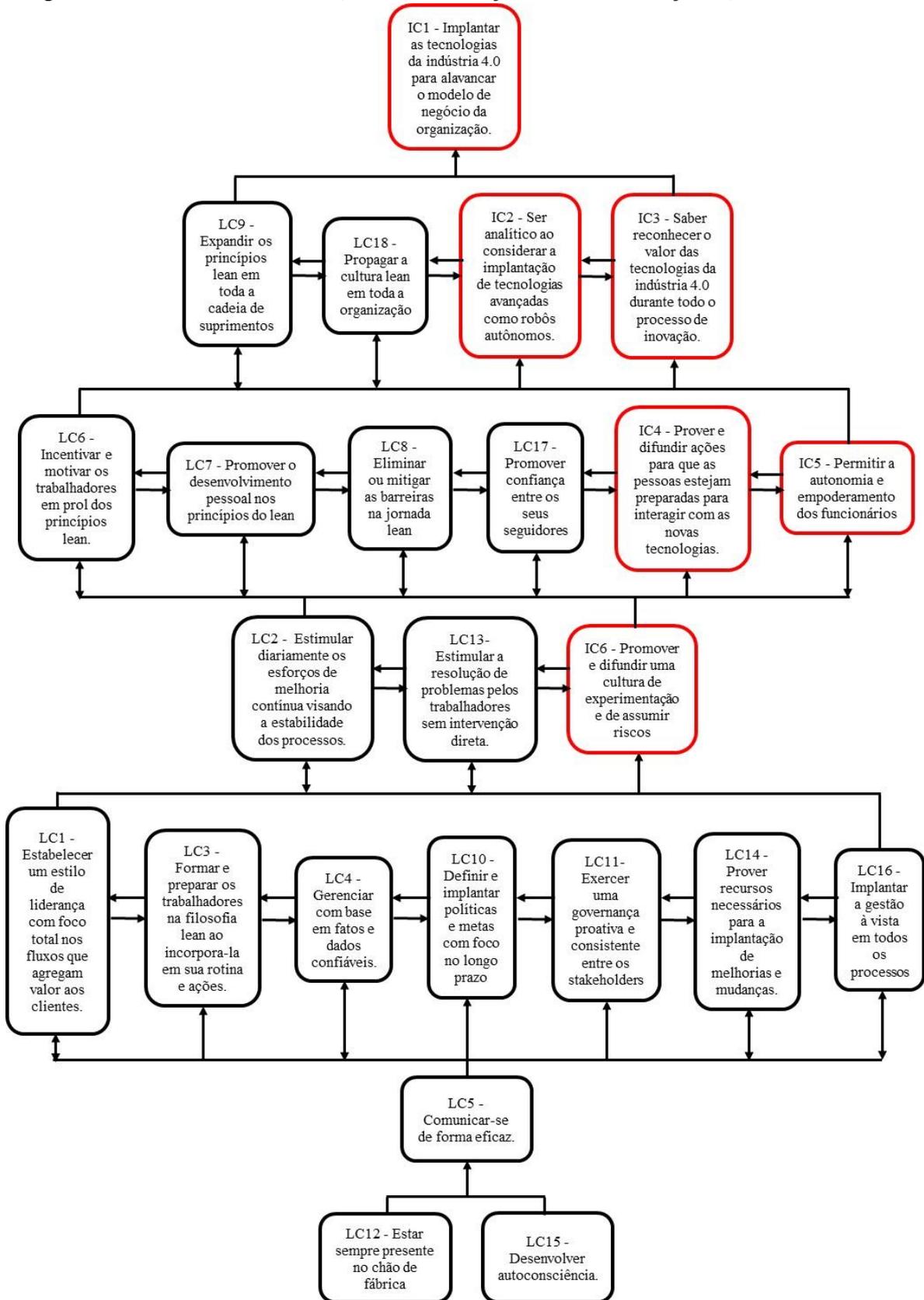
Variável	Conjunto <i>Reachable</i>	Conjunto antecedentes	Interseção	Conclusão
				Nível
LC18	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC13; LC14; LC16; LC17; LC18; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	VI
IC1	IC1	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	IC1	VII
IC2	LC9; LC18; IC1; IC2; IC3	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC9; LC18; IC2; IC3	VI
IC3	LC9; LC18; IC1; IC2; IC3	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC9; LC18; IC2; IC3	VI
IC4	LC6; LC7; LC8; LC9; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	LC6; LC7; LC8; LC9; LC17; LC18; IC4; IC5	V
IC5	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	LC2; LC3; LC6; LC7; LC8; LC9; LC11; LC13; LC16; LC17; LC18; IC4; IC5; IC6	V
IC6	LC2; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC17; LC18; IC1; IC2; IC3; IC4; IC5; IC6	LC1; LC2; LC3; LC4; LC5; LC6; LC7; LC8; LC9; LC10; LC11; LC12; LC13; LC14; LC15; LC16; LC17; LC18; IC5; IC6	LC2; LC6; LC7; LC8; LC9; LC13; LC17; LC18; IC5; IC6	IV

Fonte: Elaborado pelos autores

3.4.2.4 Modelo ISM

A partir da matriz *Reachability* final o modelo estrutural ISM foi gerado (Figura 3.1). Quando existe a relação entre as competências “i” e “j”, ela é representada por uma seta que direciona de “i” para “j”. A variável de nível superior foi posicionada no topo do dígrafo e a segunda variável de nível foi colocado na segunda posição e assim por diante, até que a variável de nível inferior foi colocada na posição mais baixa do dígrafo. O modelo ISM é representado após eliminar os links transitivos (ATTRI *et al.*, 2013).

Figura 3.1 – Modelo estrutural (ISM – Liderança Lean e Liderança 4.0)

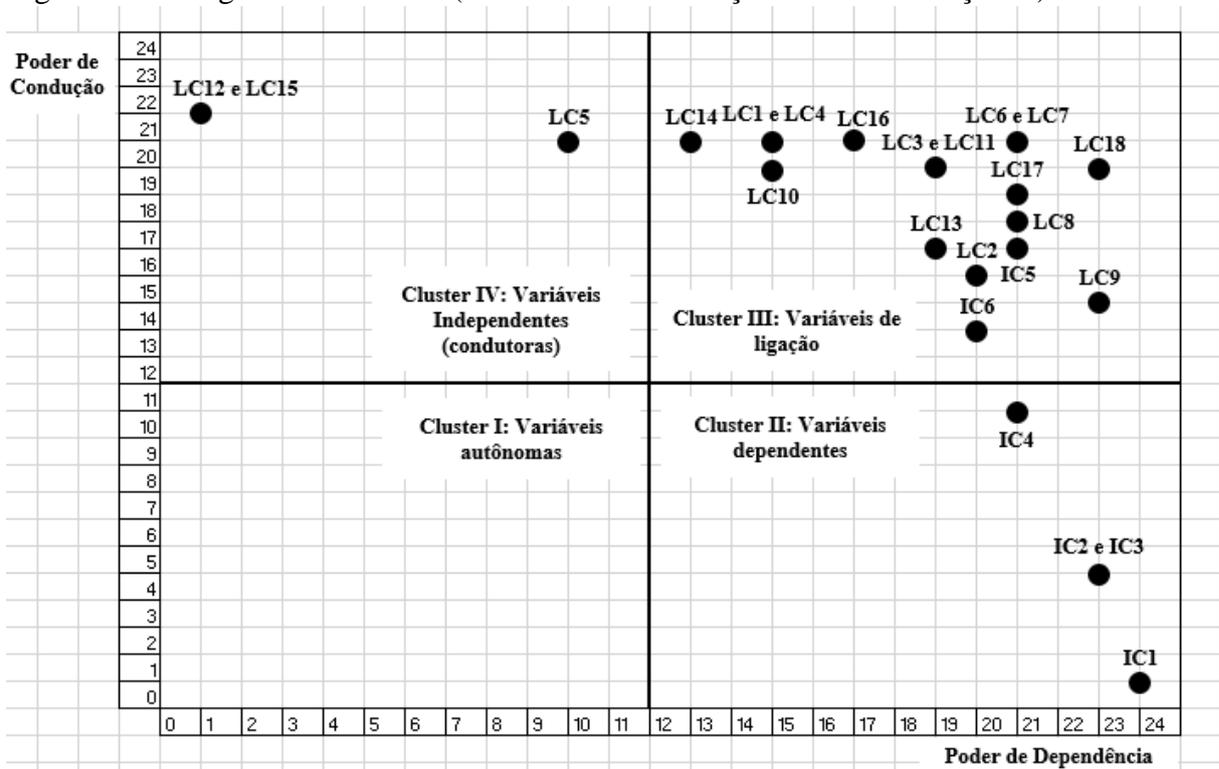


Fonte: Elaborado pelos autores

3.4.3 Resultados da Análise MICMAC

O objetivo da análise MICMAC é investigar o poder de condução (*drive power*) e o poder de dependência das competências da liderança, para identificar as que irão orientar o sistema em várias categorias (ATTRI *et al.*, 2013). O poder de dependência foi representado no eixo x e o poder de condução no eixo y do gráfico. Essas informações foram obtidas a partir da matriz *Reachability* final (Tabela 3.3). Dessa forma, as competências analisadas no estudo foram classificadas em 4 clusters, como mostra a Figura 3.2: competências autônomas, competências dependentes, competências de ligação, competências independentes.

Figura 3.2 – Diagrama de clusters (MICMAC – Liderança *Lean* e Liderança 4.0)



Fonte: Elaborado pelos autores

3.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Por meio de uma extensa revisão da literatura e opinião de especialistas foi possível identificar 24 competências necessárias aos líderes *Lean* e líderes atuantes em um contexto de Indústria 4.0. A abordagem ISM permitiu que uma hierarquia fosse estabelecida, o que poderá guiar os gestores durante a integração da Indústria 4.0 ao *Lean*. A análise MICMAC possibilitou enquadrar as competências em quatro clusters a partir do poder de dependência e condução de cada uma das variáveis. Desta forma, os resultados obtidos permitem que os líderes desenvolvam essas competências a medida que avançam na implantação do *Lean* e direcionam a organização para a quarta revolução industrial.

3.5.1 Discussão da Abordagem ISM

A abordagem ISM permitiu que fosse estabelecida a hierarquia entre competências da liderança *Lean* e dos líderes que irão atuar em ambientes altamente tecnológicos provenientes da Indústria 4.0. O modelo final pode ser observado na Figura 3.1. Esse diagrama irá auxiliar os líderes no desenvolvimento de competências necessárias para a integração da Indústria 4.0 ao *Lean*.

As competências do líder *Lean* aparecem no diagrama (Figura 3.1) como um suporte as competências do líder atuante na Indústria 4.0. Observa-se que os níveis I, II e III são compostos exclusivamente por competências da liderança *Lean*. Desta forma, um dos principais resultados da presente pesquisa foi identificar que antes de se cogitar transformar o ambiente produtivo com as tecnologias emergentes, os líderes devem desenvolver dez competências que darão suporte as transformações. Entre essas competências de base estão as pertencentes ao nível I, LC15 (desenvolver autoconsciência) e LC12 (estar sempre presente no chão de fábrica); a competência pertencente ao nível II, LC5 (comunicar-se de forma eficaz); e as competências pertencentes ao nível III, LC1 (estabelecer um estilo de liderança com foco total nos fluxos que agregam valor aos clientes), LC3 (formar e preparar os trabalhadores na filosofia *Lean* ao incorpora-la em sua rotina e ações), LC4 (gerenciar com base em fatos e dados confiáveis), LC10 (definir e implantar políticas e metas com foco no longo prazo), LC11 (exercer uma governança proativa e consistente entre os stakeholders), LC14 (prover recursos necessários para a implantação de melhorias e mudanças) e LC16 (implantar a gestão à vista em todos os processos).

O fato da competência LC12 aparecer como base para as competências que devem ser desenvolvidas pelo líder atuante na Indústria 4.0 é particularmente importante. Pois, a literatura sobre a liderança *Lean*, aponta a necessidade do líder frequentar o chão de fábrica para conhecer de forma aprofundada o processo em que atua (DOMBROWSKI; MIELKE, 2013; TRENNER, 2016; AIJ; RAPSANIOTIS, 2017). Segundo Schneider (2018), com o advento da Indústria 4.0, os líderes atuantes nos processos de produção serão afetados principalmente pelo aumento da complexidade da fabricação. Pela natureza invisível das informações digitais e pela descentralização das funções de tomada de decisão. Como resultado, espera-se um enriquecimento de tarefas. O que enfatiza a necessidade de que os líderes tenham um entendimento profundo do processo geral de produção e das interdependências resultantes. Além disso, espera-se que os especialistas técnicos, pensem de forma mais ampla, nos modelos,

processos e tecnologias de negócios. Portanto, os especialistas devem ter um perfil de competências bastante interdisciplinar (BLANCHET *et al.*, 2014).

No quarto nível do modelo estrutural aparece a primeira competência do líder atuante na Indústria 4.0, a IC6 (promover e difundir uma cultura de experimentação e de assumir riscos). Esse resultado mostra que antes de revolucionar a organização ao adotar tecnologias emergentes, os líderes devem difundir uma cultura de experimentação. De forma similar, a revisão da literatura realizada por Schneider (2018), relata que a inércia organizacional deve ser quebrada ao assumir riscos ao invés de focar na precisão. Duas competências dos líderes *Lean* também pertencem ao nível IV, LC2 (estimular diariamente os esforços de melhoria contínua visando a estabilidade dos processos) e LC13 (estimular a resolução de problemas pelos trabalhadores sem intervenção direta). A competência LC13 tem grande importância ao preparar os funcionários que irão atuar em ambientes tecnológicos. Pois, como afirma Oberer e Erkollar (2018), os trabalhadores assumirão novas tarefas e terão maior autonomia para lidar com os novos equipamentos.

Observa-se que no quinto nível do modelo estrutural as competências são voltadas para o desenvolvimento e preparação dos funcionários, para que as inovações sejam sustentáveis ao longo do tempo. As competências dos líderes atuantes na Indústria 4.0 que pertencem a esse nível são, IC4 (prover e difundir ações para que as pessoas estejam preparadas para interagir com as novas tecnologias) e IC5 (permitir a autonomia e empoderamento dos funcionários). O presente estudo chegou ao resultado de que competência IC6 irá influenciar o desenvolvimento da IC4. Por outro lado, a pesquisa de Birasnav e Bienstock (2019) aponta que os líderes devem melhorar o nível de conhecimento e habilidade dos funcionários. Pois, ao aumentar a capacidade dos funcionários ou desenvolver capital humano, o líder estará contribuindo para a cultura de experimentação e de assumir riscos, uma vez que minimiza o medo eminente na realização das novas atividades. Ou seja, para Birasnav e Bienstock (2019), a competência IC4 é que irá potencializar o desenvolvimento da IC6.

As competências do líder *Lean* pertencentes ao nível V são, LC6 (incentivar e motivar os trabalhadores em prol dos princípios *Lean*), LC7 (promover o desenvolvimento pessoal nos princípios do *Lean*), LC8 (eliminar ou mitigar as barreiras na jornada *Lean*), LC17 (promover confiança entre os seus seguidores). A presença da competência LC8 nesse nível do modelo indica que antes de expandir os princípios do *Lean* para a cadeia de suprimentos e de fato considerar a adoção de novas tecnologias é necessário estudar todas as barreiras que fizeram parte da jornada até o momento. Deve ser eliminada qualquer resistência a mudança que ainda possa existir para não comprometer a expansão das inovações.

As competências pertencentes aos níveis VI e VII do modelo estrutural são as que possuem alto poder de dependência. Então, para que sejam desenvolvidas, é necessário que o líder já tenha atingido uma maturidade em relação aos princípios *Lean*. Além disso, deve estar preparado para assumir a responsabilidade pelo impacto que as tecnologias emergentes terão na organização e na sociedade. As competências dos líderes atuantes na Indústria 4.0 que pertencem ao nível VI são, IC2 (ser analítico ao considerar a implantação de tecnologias avançadas como robôs autônomos), IC3 (saber reconhecer o valor das tecnologias da indústria 4.0 durante todo o processo de inovação). Nota-se a necessidade de que as tecnologias sejam implantadas apenas se de fato trouxerem vantagens ao processo produtivo. E cabe ao líder projetar sistemas que aproveitem as novas tecnologias para oferecer as pessoas mais liberdade e controle sobre suas vidas. A competência IC2 é particularmente importante, uma vez que robôs autônomos podem agir sem a interferência humana e gerar impactos tanto positivos quanto negativos para todos os envolvidos no processo (SCHWAB, 2018). As competências dos líderes *Lean* pertencentes ao nível VI são, LC9 (expandir os princípios *Lean* em toda a cadeia de suprimentos) e LC18 (propagar a cultura *Lean* em toda a organização).

O último nível do modelo estrutural (VII) é composto apenas por uma competência do líder atuante na Indústria 4.0, a IC1 (implantar as tecnologias da indústria 4.0 para alavancar o modelo de negócio da organização). Esse resultado mostra que para obter sucesso na implantação das tecnologias provenientes da Indústria 4.0, é necessário que a organização esteja preparada e que os funcionários apóiem as transformações. O modelo estrutural deixa claro que as competências dos líderes *Lean* irão dar sustentação a Indústria 4.0 e facilitará a inovação. De forma similar, a pesquisa de Rossini *et al.* (2019), mostra que organizações que pretendem atingir um grau elevado de adoção das tecnologias provenientes da Indústria 4.0, devem antes disso, atingir a maturidade das práticas *Lean*.

3.5.2 Discussão da Análise MICMAC

Com o objetivo de entender melhor a relação entre as competências dos líderes *Lean* e dos líderes atuantes na Indústria 4.0, a análise MICMAC (*Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification*) foi realizada. Como mostra a Figura 3.2, as 24 competências da liderança foram classificadas em quatro clusters considerando o poder de condução e o poder de dependência de cada uma delas. Cada um dos pontos do gráfico representa uma competência e sua sigla.

As variáveis pertencentes ao cluster I (Figura 3.2) são denominadas autônomas ou excludentes. Essas variáveis possuem fraco poder de condução e fraco poder de dependência.

Caso houvesse competências pertencentes a esse cluster, elas seriam consideradas fora do sistema, desconectadas dos demais elementos. Ou seja, não teriam um efeito significativo para a formação de um líder *Lean* ou de um líder atuante na Indústria 4.0. Os resultados mostram que nenhuma das competências identificadas no presente estudo pertencem ao cluster autônomo. Esse resultado valida a lista de competências selecionada durante a revisão da literatura e indica que as 24 competências apresentadas são significantes para a formação de um líder *Lean* e de um líder atuante na Indústria 4.0.

O cluster II é composto por quatro competências do líder atuante na Indústria 4.0. Essas variáveis são denominadas dependentes, pois possuem fraco poder de condução e forte poder de dependência. Qualquer ação sobre outras competências irá causar efeitos nas dependentes, mas o inverso não é verdadeiro. Esse resultado comprova que as competências do líder *Lean* irá dar suporte para o desenvolvimento do líder que irá atuar na Indústria 4.0. Ou seja, as competências IC1 (implantar as tecnologias da indústria 4.0 para alavancar o modelo de negócio da organização), IC2 (ser analítico ao considerar a implantação de tecnologias avançadas como robôs autônomos), IC3 (saber reconhecer o valor das tecnologias da indústria 4.0 durante todo o processo de inovação) e IC4 (prover e difundir ações para que as pessoas estejam preparadas para interagir com as novas tecnologias) serão consequências ou resultarão das demais.

A competência IC1, além de ocupar sozinha o último nível do modelo estrutural, é a que possui o maior poder de dependência e o menor poder de condução. Isso significa que a IC1 é uma consequência, um output, do processo de formação de um líder atuante na Indústria 4.0. Antes que ações de fato sejam tomadas para a implantação das novas tecnologias é necessário que o líder tenha atingido maturidade em relação a filosofia e *Lean* e que também tenha preparado a organização e os funcionários para as transformações de maior impacto. Esse resultado pode ser justificados por 2 razões principais. Primeiro, porque o *Lean* visa melhorar o fluxo de valor e minimizar os resíduos através do envolvimento ativo, desenvolvimento e estímulo intelectual das pessoas (ROSSINI *et al.*, 2019). Em segundo, porque o *Lean* permite um maior conhecimento a respeito processo de fabricação, facilitando o processo de enriquecimento das tarefas (SCHNEIDER, 2018).

Nota-se que as únicas competências da liderança que foram classificadas como dependentes pertencem à formação do líder atuante na Indústria 4.0. Ou seja, ainda que as competências IC2, IC3 e IC4 tenham aparecido no modelo estrutural em níveis similares a de algumas competências do líder *Lean*, as competências do líder atuante na Indústria 4.0 são as que possuem os mais baixos poderes de condução. Observa-se que a competência IC4 é altamente dependente de várias competências do líder *Lean*. Porém, a IC4 também pode ser

considerada uma competência condutora das demais competências do líder atuante na Indústria 4.0. Segundo Agostini e Filippini (2018), o treinamento e desenvolvimento profissional contínuo dos funcionários são de grande importância para o sucesso nos estágios iniciais da transição para a digitalização. A Indústria 4.0 exige uma força de trabalho com altos níveis de qualificação.

A competência IC2 e IC3, ainda que pouco discutidas pela literatura, são particularmente importantes para que a adoção da Indústria 4.0 não aconteça apenas por modismo. O processo de inovação apresentará grandes benefícios e desafios para toda a organização. Para que a adoção das novas tecnologias de fato agreguem para o modelo de negócio da organização, é necessário que o líder saiba reconhecer o valor eminente nas tecnologias durante todo o processo de inovação. As tecnologias avançadas de fabricação fornecem suporte às empresas de manufatura para se tornarem capazes de absorver os requisitos dos clientes e transformar essas opções em produtos tangíveis. Portanto, as capacidades de obter flexibilidade de produtos e processos contribuem muito para manter a vantagem competitiva entre as empresas que implementam essas tecnologias. É necessário que o líder se responsabilize pela melhora e flexibilidades de processos e produtos, incentivando os funcionários a adquirir conhecimento de sistemas internos e externos, além de compartilhar o conhecimento adquirido com outros funcionários (BIRASNAV, 2014; BIRASNAV; BIENSTOCK, 2019).

O cluster III é composto por quinze competências do líder *Lean* (LC1, LC2, LC3, LC4, LC6, LC7, LC8, LC9, LC10, LC11, LC13, LC14, LC16, LC17 e LC18) e por duas competências do líder atuante na Indústria 4.0 (IC5 e IC6). Essas variáveis são denominadas de ligação, pois possuem forte poder condução e forte poder de dependência. São competências instáveis, pois afetam e são afetadas por outras competências. Esse resultado mostra que as únicas competências do líder atuante na Indústria 4.0 (selecionadas no presente estudo) que exerce alguma influência significativa no desenvolvimento das competências do líder *Lean* são a IC6 (promover e difundir uma cultura de experimentação e de assumir riscos) e IC5 (permitir a autonomia e empoderamento dos funcionários). Esse resultado pode ser justificado pelo fato de que o líder *Lean* deve estimular a resolução de problemas pelos funcionários, apenas apoiando e dando o suporte necessário, mas sem interferir diretamente. Desta forma, os funcionários devem aprender com os próprios erros e sempre buscar por soluções (DOMBROWSKI; MIELKE, 2014). Essa competência do líder *Lean* será potencializada a medida que os funcionários tornam-se autônomos, empoderados, dispostos a experimentar e arriscar.

O cluster IV é composto pelas competências independentes. Essas variáveis são também denominadas condutoras, pois possuem forte poder de condução e fraco poder de dependência. Qualquer ação nessas competências pode gerar efeito nas demais. No entanto, elas normalmente não são afetadas por qualquer ação em outras competências. Dessa forma, as competências pertencentes a esse cluster são fortes condutoras das demais e devem ser desenvolvidas com prioridade. As variáveis independentes são, LC12 (estar sempre presente no chão de fábrica), LC15 (desenvolver autoconsciência) e LC5 (comunicar-se de forma eficaz). Nota-se que as três competências pertencentes ao cluster IV são dos líderes *Lean* e no modelo estrutural ocupam os níveis inferiores. Esse resultado indica que o primeiro passo na formação do líder é o desenvolvimento da autoconsciência, para conhecer as próprias fraquezas (TRENKNER, 2016). Além disso, o líder deve frequentar o chão de fábrica ou local de agregação de valor, para conhecer o processo e verificar os problemas pessoalmente (DOMBROWSKI; MIELKE, 2014).

3.6 CONCLUSÃO

A evolução dos sistemas produtivos fez com que os líderes alterassem o seu comportamento e a forma com que comandam as organizações. Diversas competências precisaram ser desenvolvidas para que o líder estivesse preparado para atuar em ambientes altamente competitivos e tecnológicos. A filosofia *Lean* é uma opção para que as organizações eliminem os desperdícios do processo e alcancem melhores resultados. Desta forma, com a quarta revolução industrial, novas competências passaram a ser exigidas da liderança para que as tecnologias emergentes sejam melhor aproveitadas. O presente estudo utilizou uma combinação de revisão sistemática da literatura, opinião de especialistas, abordagem ISM e análise MICMAC para entender melhor como os líderes deverão agir na integração da Indústria 4.0 ao *Lean*.

3.6.1 Contribuição Teórica e Implicações Práticas

O modelo estrutural apresentado no presente estudo servirá como um guia para os líderes que pretendem adotar a indústria 4.0 em ambientes *Lean*. Desta forma, o líder que pretende atuar em ambientes altamente tecnológicos poderá desenvolver as competências necessárias de forma gradativa para se preparar para a quarta revolução industrial. Além disso, os líderes que vivenciam a filosofia *Lean* poderão se basear no presente estudo para ajudar a organização a atingir a maturidade ao expandir os princípios por toda a cadeia de suprimentos de forma sustentável.

O principal resultado do presente estudo foi demonstrar por meio da abordagem ISM e análise MICMAC que as competências do líder *Lean* irão sustentar as competências que devem ser desenvolvidas pelo líder que irá atuar na Indústria 4.0. O modelo estrutural apresentado estabelece uma hierarquia entre as competências e mostra aquelas que devem ser desenvolvidas com prioridade (Figura 3.1). Além disso, as competências foram classificadas em quatro clusters: autônomas, dependentes, de ligação e independentes.

O fato de não haver competências pertencentes ao cluster das variáveis autônomas, comprovou que todas as competências selecionadas durante a revisão da literatura (com análise de conteúdo pelo *software* NVivo) são importantes para o sistema. Ou seja, estão relacionadas umas com as outras, o que valida a lista apresentada na presente pesquisa. Além disso, os resultados mostraram que as competências com maior poder de dependência e menor poder de condução são aquelas que devem ser desenvolvidas pelo líder atuante na Indústria 4.0 (IC1, IC2, IC3, IC4). No último nível do modelo estrutural encontra-se a competência “implantar as tecnologias da indústria 4.0 para alavancar o modelo de negócio da organização”, sendo assim, até que a organização esteja pronta de fato para implantar a Indústria 4.0 um longo caminho deve ser percorrido.

Os resultados mostram que as principais competências, aquelas que atuam como fortes condutoras das demais, são as que encontram-se na base do modelo estrutural. Ou seja, antes de qualquer mudança é necessário que o líder desenvolva a autoconsciência, esteja sempre presente no chão de fábrica e comunique-se de forma eficaz. É de grande importância que o líder conheça suas fraquezas, que tenha inteligência emocional, que conheça o processo de forma profunda e que consiga se comunicar com seus seguidores de forma eficaz.

A Indústria 4.0 irá revolucionar os sistemas produtivos, o que poderá causar diversos impactos para todos os envolvidos, líderes, funcionários e a sociedade como um todo. O presente estudo propõe que os líderes devem desenvolver competências específicas para que as novas tecnologias sejam aproveitadas de forma a gerar maior liberdade de escolha e oportunidades as pessoas.

3.6.2 Limitações e Pesquisas Futuras

O método de pesquisa realizado no presente estudo tem como base a opinião de especialistas, sendo assim, os dados obtidos são subjetivos. Foram analisadas 24 competências da liderança levantadas por meio de uma revisão sistemática e análise de conteúdo. Porém, a quantidade de estudos sobre a Indústria 4.0 tem aumentado rapidamente e novas competências podem ser descobertas no futuro próximo. Uma sugestão para pesquisas futuras é realizar um

levantamento das competências utilizando métodos diferentes que possam reforçar a importância da lista apresentada ou contesta-la. Para corrigir a fraqueza do método ISM que não estabelece pesos diferentes para a força das relações, pode-se utilizar uma matriz Fuzzy em pesquisas futuras. Além disso, diversos estudos podem ser realizados com o intuito de analisar melhor as relações que foram identificadas no modelo estrutural. Por fim, outras pesquisas podem ser desenvolvidas para incrementar a literatura sobre a integração da Indústria 4.0 ao *Lean*.

CAPÍTULO 4 CONCLUSÕES

Neste capítulo apresentam-se as conclusões dos resultados obtidos. Entende-se como uma síntese da qualidade da pesquisa, das contribuições teóricas e implicações práticas advindas dos resultados obtidos com a revisão da literatura, a abordagem ISM e a análise MICMAC provenientes dos dois artigos que compõem a presente dissertação. Além disso, serão discutidas as limitações do estudo e pesquisas que poderão ser realizadas para o avanço do estado da arte.

O objetivo principal do estudo é estabelecer as relações existentes entre as competências da liderança nos ambientes produtivos de *Lean* e Indústria 4.0. Uma vez que, a implantação de um ambiente totalmente automatizado e integrado irá gerar diversos impactos para líderes e seguidores, identificou-se a necessidade de investigar se as competências desenvolvidas por líderes *Lean* irão auxiliar no processo de integração da Indústria 4.0 ao *Lean*.

Para isso, etapas preliminares, que estão associadas aos objetivos específicos, foram realizadas a fim de levantar evidências teóricas e práticas que permitissem elaborar uma lista das principais competências do líder *Lean* e do líder atuante na indústria 4.0. Assim, comprovar por meio da abordagem ISM e análise MICMAC a importância das competências do líder *Lean* para o sucesso na adoção da Indústria 4.0.

4.1 QUALIDADE DA PESQUISA

O presente estudo utiliza uma abordagem quantitativa para a análise dos dados que apresenta formas de validação e *Reachability* específicas do método ISM que foram abordadas no decorrer da dissertação, como por exemplo verificar a transitividade dos dados. Porém, para o levantamento e coleta dos dados utilizou-se uma abordagem qualitativa (revisão bibliografia sistemática e opinião de especialistas). Sendo assim, nessa seção serão apresentadas as estratégias utilizadas para garantir a validade da pesquisa qualitativa.

Segundo Creswell (2014) a validade qualitativa significa que o pesquisador verifica a precisão dos resultados empregando certos procedimentos. A confiabilidade qualitativa indica que a abordagem do pesquisador é consistente entre diferentes pesquisadores e diferentes projetos. Com a finalidade de assegurar a qualidade da pesquisa algumas estratégias foram elaboradas e apresentadas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1– Validade da pesquisa qualitativa

Estratégias para garantir a validade da pesquisa qualitativa (CRESWELL, 2014)	Como a validade foi adquirida no presente estudo
Verificação dos resultados por membros	-As competências foram apresentadas a 4 especialistas para validar a precisão e a adequação do conteúdo antes de iniciar a coleta de dados. -Todos os participantes (respondentes da Matriz SSIM) irão validar as competências e poderão opinar se acreditam haver falta ou inadequação.
Descrição detalhada	-No questionário há uma descrição detalhada de cada uma das competências para que não exista confusão dos conceitos por parte dos respondentes
Esclarecer o viés do pesquisador	-Não houve interferência do pesquisador durante o preenchimento do questionário. As entrevistas realizadas com os especialistas respondentes teve como intuito apenas esclarecer possíveis dúvidas e apresentar a pesquisa.
Discutir as pesquisas contraditórias	-Na revisão sistemática todos os artigos encontrados que abordaram as competências gerenciais tanto contribuintes como inibidoras foram discutidos.
Tempo para o desenvolvimento da pesquisa de campo	-A coleta de dados é realizada de acordo com a disponibilidade dos especialistas respondentes. Desta forma acredita-se que irá durar 4 meses.
Auditor externo	-A pesquisa será analisada e avaliada por um especialista externo que não participou do desenvolvimento do estudo.
Consistência da codificação	-A codificação foi realizada no software NVivo, o que proporciona maior confiabilidade aos dados. Todos os códigos e artigos podem ser acessados com facilidade. -Realizou-se uma análise semântica das codificações as separando em clusters por similaridade. Desta forma, atestou-se que todas as competências que permaneceram para a coleta de dados são diferentes e amplamente citadas como importantes na literatura.
Seleção proposital dos participantes	-Os especialistas convidados para responder o questionário foram criteriosamente escolhidos. Sendo necessário a vivência com a filosofia <i>Lean</i> ou com tecnologias avançadas. -Presou-se pela heterogeneidade do grupo de participantes. Foram selecionados especialistas acadêmicos e da indústrias com diferentes experiências e formações, que atuam em diversas empresas e cargos .
Triangulação	-Para a garantia da qualidade da pesquisa houve a triangulação entre o pesquisador, especialistas e outras fontes dedados.

Fonte: Elaborado pelos autores

4.2 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

O presente estudo apresentou diversas contribuições tanto para a evolução teórica do assunto abordado como para guiar os líderes que atuam em organizações em processo de adoção do *Lean* ou da Indústria 4.0.

Para o estado da arte referente a competências da liderança *Lean*, o presente estudo foi o primeiro a apresentar uma lista com 18 competências necessárias ao líder *Lean* com definições claras para cada uma delas. O diferencial do estudo foi utilizar um *software* para análise de conteúdo (NVivo) que aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos. Além disso, essa lista proposta passou por uma rigorosa validação com especialistas e validação quantitativa pela análise MICMAC.

Ainda que diversos trabalhos publicados abordem a temática liderança *Lean*, o presente estudo é o primeiro a apresentar uma hierarquia entre as competências do líder *Lean* estabelecida pela abordagem ISM e análise MICMAC. Além dos resultados obtidos pela abordagem ISM tradicional, foi proposto uma adaptação ao método que poderá auxiliar os próximos pesquisadores que pretendem aplicar o ISM para obter resultados mais consistentes.

Para o estado da arte referente a Indústria 4.0, o presente estudo é um dos poucos que abordam o tema voltado para a liderança. A maioria dos estudos ainda estão voltados para o desenvolvimento das tecnologias e desempenho do processo. Sendo assim, a pesquisa realizada avançou ao comprovar que as competências do líder *Lean* irão dar suporte as competências que devem ser desenvolvidas por líderes atuantes na Indústria 4.0. Desta forma, proporcionou mais uma evidência de que a filosofia *Lean* atuará como um suporte para a adoção das tecnologias provenientes da quarta revolução industrial.

Entende-se que as contribuições práticas ou gerenciais são elementos que possam contribuir para a melhoria na tomada de decisão de gestores ou atuantes do processo quando estão envolvidos com a implantação do *Lean* ou adoção de tecnologias provenientes da Indústria 4.0. Desta forma, o presente estudo forneceu dois diagramas que devem ser utilizados para a formação dos líderes que estão comandando a implantação do *Lean* (Figura 2.7) ou a integração da Indústria 4.0 ao *Lean* (Figura 3.1). Esses modelos estruturais, mostram a hierarquia entre as competências que devem ser desenvolvidas. Assim, nota-se as que são prioritárias na formação de um líder e as que são resultantes de um longo processo de desenvolvimento. A pesquisa realizada poderá guiar a formação desses líderes na prática para que todas as inovações e mudanças sejam bem sucedidas e se sustentem à longo prazo.

4.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

Apesar das diversas contribuições apresentadas, a pesquisa também possui pontos de limitação e melhorias. Em relação a revisão sistemática da literatura, a limitação consta na construção do panorama teórico a partir dos estudos classificados na revisão de escopo, o que pode ter excluído competências da liderança que ainda não aparecem nos trabalhos publicados. Mas, podem existir na rotina de líderes que vivenciam a filosofia *Lean* e comandam a implantação de tecnologias na prática nas organizações. Além disso, existe a limitação das bases de pesquisa. Apesar da escolha ter sido direcionada para três bases relevantes, artigos que tratem do assunto, mas que não estejam publicados nesses locais, não foram alcançados.

Considerando as limitações da abordagem ISM, está o fato de que o modelo foi construído a partir da opinião de especialistas. Sendo assim, os resultados da pesquisa são

baseados em informações subjetivas. Além disso, o método não apresenta pesos diferentes para a força das relações entre as variáveis. Ou seja, tanto as relações fortes, medianas ou fracas são representadas pelo número “1”. Desta forma, para superar essa fraqueza, sugere-se que em pesquisas futuras seja utilizada uma matriz Fuzzy para mostrar a força das relações aperfeiçoando a análise MICMAC. As diversas relações apresentadas nos modelos estruturais, também podem ser melhor estudadas por outros métodos de pesquisa, como *Survey* ou estudo de caso para reforçar os resultados obtidos no presente estudo.

REFERÊNCIAS

- ACHANGA, P.; SHEHAB, E.; ROY, R.; NELDER, G. Critical success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 460-471, 2006.
- AGOSTINI, L.; FILIPPINI, R. Organizational and managerial challenges in the path towards Industry 4.0. **European Journal of Innovation Management**, p. 1-24, 2019.
- ATTRI, R.; DEV, N.; SHARMA, V. Interpretive Structural Modelling (ISM) approach: An Overview. **Research Journal of Management Sciences**, v. 2, p. 3-8, 2013.
- AIJ, K. H.; RAPSANIOTIS, S. Leadership requirements for lean versus servant leadership in health care: a systematic review of the literature. **Journal of Healthcare Leadership**, n. 9, p. 1-14, 2017.
- AIJ, K. H.; TEUNISSEN, M. Lean leadership attributes: a systematic review of the literature. **Journal of Health Organization and Management**, Emerald Publishing Limited, v. 31, p. 713-729, 2017.
- AIJ, K. H.; SIMONS F. E.; WIDDERSHOVEN, G. A. M.; VISSSE, M. Experiences of leaders in the implementation of lean in a teaching hospital: Barriers and facilitators in clinical practices. **BMJ Open**, v. 3, p. 1-7, 2013.
- ALAGARAJA, M. A conceptual model of organizations as learning-performance systems integrative review of lean implementation literature. **Human Resource Development Review**, v. 13, n. 2, p. 207-233, 2014.
- ALAGARAJA, M.; EGAN, T. The strategic value of HRD in lean strategy implementation. **Human Resource Development Quarterly**, v. 24, n. 1, p. 1-27, 2013.
- ALEFARI, M.; SALONITIS, K.; XU, Y. The role of leadership in implementing lean manufacturing. **50th CIRP Conference on Manufacturing Systems**, p. 756 – 761, 2017.
- AL-NAJEM, M.; DHAKAL, M. H.; BENNETT, N. The role of culture and leadership in lean transformation: a review and assessment model. **International Journal of Lean Thinking**, v. 3, n. 1, p. 119-138, 2012.
- ALPENBERG, J.; SCARBROUGH, D. P. Exploring communication practices in lean production. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 11, 2016.
- ASSEN, M. Exploring the impact of higher management's leadership styles on Lean management. **Total Quality Management & Business Excellence**, p. 1-30, 2016.
- BÄCKSTRÖM, I.; INGELSSON, P. Is there a relationship between lean leaders and healthy co-workers? **Quality Innovation Prosperity**, Vol. 19, 2015.
- BASS, B. M. From transactional to transformational leadership: Learning to share the vision. **Organizational Dynamics**, v. 18, n. 3, p. 19-31, 1990.
- BENITEZ R. R.; LÓPEZ C.; REAL J. C. Environmental benefits of lean, green and resilient supply chain management: the case of the aerospace sector. **Journal of Cleaner Production**, p. 850-862, 2017.
- BRKIC, V. K. S.; VELJKOVIC, Z. A.; PETROVIC, A. Industry 4.0 technology and employees behavior interaction in serbian industrial companies. **Advances in Human Factors and Systems Interaction**, v. 781, p. 94-103, 2019.
- BUER, S. V.; STRANDHAGEN, J. O.; CHAN, F. T. S. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2924-2940, 2018.

RÜBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group 9, 2015.

BHASIN, S. An appropriate change strategy for lean success. **Management Decision**, v. 50, n. 3, p. 439-458, 2012.

BIRASNAV, M. Knowledge management and organizational performance in the service industry: The role of transformational leadership beyond the effects of transactional leadership. **Journal of Business Research**, v. 67, n. 8, p.1622-1629, 2014.

BIRASNAV, M.; BIENSTOCK, J. Supply Chain Integration, advanced manufacturing technology, and strategic leadership: an empirical study. **Computers & Industrial Engineering**, v. 130, p. 142-157, 2019.

BLANCHET, M.; RINN, T.; THIEULLOY, G.; THADEN, G. **Industry 4.0**: the new industrial revolution. How Europe will succeed, Roland Berger , 2014. Disponível em: <http://www.iberglobal.com/files/Roland_Berger_Indus try.pdf> Acesso em: 17 Fev. 2020.

BOGNER, A.; LITTIG, B.; MENZ, W. **Interviewing Experts**. Research Methods Series, North America, 1 ed, 2009.

BOYATZIS, R. E. Competencies in the 21st century. **Journal of Management Development**, v. 27, p. 5 – 12, 2008.

BRYMAN, A. **Social Research Methods**. Oxford University Press, 4 ed, 2012.

BURNS, J. M. **Leadership**. New York Harper & Row, Harper Perennial, ed 1, 1978 .

CAMUFFO, A.; GERLI, F. Modeling management behaviors in lean production environments. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 38, p. 403-423, 2018.

CARDOSO, R. R.; LIMA, E. P.; SERGIO E.; COSTA, S. E. G. Identifying organizational requirements for the implementation of Advanced Manufacturing Technologies (AMT). **Journal of Manufacturing Systems**, v. 31, n. 3, p 367-378, 2012.

CHERRAFI, A.; ELFEZAZI, S.; REYES, J. A. G.; BENHIDA, K.; MOKHLIS, A. Barriers in Green Lean implementation: a combined systematic literature review and interpretive structural modelling approach. **Production Planning & Control**, v. 28, n. 10, p. 829-842, 2017)

CIMINI, C.; PEZZOTTA, G.; PINTO, R.; CAVALIERI, S. Industry 4.0 technologies impacts in the manufacturing and Supply Chain landscape: an overview. **Sohoma, Springer Nature Switzerland**, pp. 109–120, 2019.

CLAYTON, M. J. Delphi: a technique to harness expert opinion for critical decision making tasks in education. **International Journal of Experimental Educational Psychology**, v. 17, n.4, p. 373–386, 1997.

CRABILL, J.; HARMON, E.; MEADOWS, D.; MILAUSKAS, R.; MILLER, C.; NIGHTINGALE, D.; SCHWARTZ, B.; SHIELDS, T.; TORRANI, B. Production operations level transition-to-lean roadmap. **Lean Aerospace Initiative**, Massachusetts Institute of Technology, v. 1, 2000.

CRESWELL, J. W. **Research design**: qualitative, quantitative and mixed methods approaches. 4th ed. Thousand Oaks, CA Sage 2014.

DENYER D.; TRANFIELD, D. **The sage handbook of organizational research methods**: Producing a systematic review. 2009. Disponível em: <http://gent.uab.cat/diego_prior/sites/gent.uab.cat.diego_prior/files/01_a_01_Deny er-Tranfield-Producing-a-Systematic-Review.pdf> Acesso em: 3 Fev. 2020.

- DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. Lean Leadership fundamental principles and their application. **46th CIRP Conference on Manufacturing Systems**. v. 7, p. 569-574, 2013.
- DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. Lean Leadership: 15 rules for a sustainable lean implementation. **47th CIRP Conference on Manufacturing Systems**. v. 17, p. 565-570, 2014.
- DUN, D. V.; WILDEROM, C. Lean-team effectiveness through leader values and member's informing introduction. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, 2016.
- DUN, D. V.; HICKS, J. N.; WILDEROM, C. Values and behaviors of effective lean managers: Mixed-methods exploratory research. **European Management Journal**, v. 35, n. 2, p. 174-186, 2016.
- ELIZONDO, R. L.; GRABOT, B.; NGOUNA, R. H. Beyond productivity and continuous improvement: fundamentals required for lean complex transformation. **International federation of automatic control**, v. 49, p. 467-472, 2016.
- EMILIANI, M. L. Lean behaviors. **Management Decision**, v. 36, n. 9, p. 615-631, 1998.
- EMILIANI, M. L. Linking leaders' beliefs to their behaviors and competencies. **Management Decision**, v. 41, n. 9, p. 893-910, 2003.
- EMILIANI, M. L.; STEC, D. J. Using value-stream maps to improve leadership. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 25, n. 8, p. 622-645, 2004.
- EMILIANI, M. L.; STEC, D. J. Leaders lost in transformation. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 26, n. 5, p. 370-387, 2005.
- EMILIANI, M. L.; EMILIANI, M. Music as a framework to better understand Lean leadership. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 34, p. 407 – 426, 2013.
- FOUND, P.A.; VAN DUN, D.H.; FEI, F. Multi-level management and leadership skills in lean organizations. **20th Annual Production and Operations Management Society Conference**, p. 1-12, 2009.
- 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, p. 17-32, 2015.
- GELEI, A.; LOSONCI, D.; MATYUSZ, Z. Lean production and leadership attributes: the case of Hungarian production managers. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Emerald Group Publishing Limited, v. 26, p. 477-500, 2014.
- GRZYBOWSKA, K.; ŁUPICKA, A. Key competencies for Industry 4.0. **Economics & Management Innovations (EMI)**, v. 1, p. 250-253, 2017.
- GODINHO F. M.; SAES, E. V. From Time-Based Competition (TBC) to Quick Response Manufacturing (QRM): the evolution of research aimed at lead time reduction. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 64, p. 1177–1191, 2013.
- GOLLAN, P. J.; KALFA, S.; AGARWAL, R.; GREEN, R.; RANDHAWA, K. Lean manufacturing as a high-performance work system: the case of Cochlear. **International Journal of Production Research**, v. 52, p. 6434-6447, 2014a.
- GOLLAN, P. J.; KALFA, S.; XU, Y. Strategic HRM and devolving HR to the line: Cochlear during the shift to lean manufacturing. **Asia Pacific Journal of Human Resources**, v. 53, n. 2, p. 144-162, 2014b.
- GOODRIDGE, D.; WESTHORP, G.; ROTTER, T.; DOBSON, R.; BATH, B. Lean and leadership practices: development of an initial realist program theory. **BMC Health Services Research**, v. 15, p. 1-15, 2015.

- HÅKANSSON, M.; HOLDEN, R. J.; ERIKSSON, A.; DELLVE, L. Managerial practices that support lean and socially sustainable working conditions. **Nordic journal of working life studies**, v. 7, 2017.
- HALLING, B.; RENSTRÖM, J. Lean leadership: a matter of dualism. **International Journal of Human Resources Development and Management**, v. 14, 2014.
- HARTWELL, J. K.; ROTH, G. Doing more with less at Ariens: a leadership and transformation case study. **Organization Management Journal**, v. 7, n. 2, p. 89- 109, 2010.
- HERTLE, C.; TISCH, M.; KLÄS, H.; METTERNICH, J.; ABELE, E. Recording shop floor management competencies: a guideline for a systematic competency gap analysis. **49th CIRP Conference on Manufacturing Systems**, v. 57, p. 625 – 630, 2016.
- HILTON, R. J.; SOHAL, A. A conceptual model for the successful deployment of Lean Six Sigma. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 29, n. 1, p. 54-70, 2012.
- HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p. 23-34, 2017.
- HOLMEMO, M. D. Q.; INGVALDSEN, J. A. Bypassing the dinosaurs? How middle managers become the missing link in lean implementation. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 27, n. 12, p. 1332-1345, 2015.
- HORVÁTH, D.; SZABÓ, R. Z. Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 146, p. 119-132, 2019.
- IMAI, M. **Gemba Kaizen**: A commonsense approach to a continuous improvement strategy. 2 ed, 1996.
- INGVALDSEN, J. A.; BENDERS, J. Lost in translation? The role of supervisors in lean production. **German Journal of Human Resource Management**, v. 30, p. 35-52, 2016.
- INAMIZU, N.; FUKUZAWA, M.; FUJIMOTO, T.; SHINTAKU, J.; SUZUKI, N. Group leaders and teamwork in the over-lean production system. **Journal of Organizational Change Management**, v. 27, p. 188-205, 2014.
- JAIN, V.; KUMAR, S.; SONI, U.; CHANDRA, C. Supply chain resilience: model development and empirical analysis. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 22, p. 6779-6800, 2017.
- KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; SHARMA, R. Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry. **Computers in Industry**, p. 107-119, 2018.
- KANG, H.S.; LEE, J.Y.; CHOI, S.; KIM, H.; PARK, J.H.; SON, J.Y.; KIM, B.H.; NOH, S.D. Smart manufacturing: past research, present findings, and future directions. **Int. J. Precis. Eng. Manuf. Green Technol**, v. 3, n. 1, p. 111–128, 2016.
- KOLBERG, D.; ZÜHLKE, D. Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. **IFAC-Papers On Line**, v. 48, n. 3, p. 1870–1875, 2015.
- KOLBERG, D.; KNOBLOCH, J.; ZÜHLKE, D. Towards a lean automation interface for workstations. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 10, p. 2845–2856, 2016.
- LAUREANI, A.; ANTONY, J. Leadership characteristics for Lean Six Sigma. **Total Quality Management & Business Excellence**. 2015.
- LEWIS, M. W. Iterative triangulation: a theory development process using existing case studies. **Journal of Operations Management**, v. 16, n. 4, p. 455–469, 1998.

- LIKER, J. K. **The Toyota way**: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. McGraw-Hill, USA, 2004.
- LIKER, J.; CONVIS, G. **The Toyota way to lean leadership**: achieving and sustaining excellence through leadership development. McGraw Hill Professional, New York, 2012.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. **The Toyota Way Fieldbook**: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps. McGraw-Hill, USA, 2007.
- LIKER J. K.; BALLÉ, M. Lean managers must be teachers. **Journal of Enterprise Transformation**, v. 3, p. 16-32, 2013.
- LIKER, J. K.; HOSEUS, M. Human resource development in Toyota culture. **International Journal of Human Resources Development and Management**, v. 10, n. 1, p. 34-50, 2010.
- LI, B.; NAHM, A. Y.; WYLAND, R.; KE, J. Y.; YAN, W. Reassessing the role of Chinese workers in problem solving: a study of transformational leadership, trust and security in 'lean' manufacturing. **Asia Pacific Business Review**, p. 1-33, 2014.
- LODGAARD, E.; INGVALDSEN, J. A.; GAMME, I.; ASCHEHOUG, S. Barriers to lean implementation: perceptions of top managers, middle managers and workers. **49th CIRP Conference on Manufacturing Systems**, p. 595-600, 2016.
- LOSONCI, D.; DEMETER, K. Lean production and business performance: international empirical results. **Competitiveness Review: An International Business Journal**, v. 23, p. 218 – 233, 2013.
- MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. 6.ed. Bookman. 2012.
- MANDAL, A.; DESHMUKH, S.G. Vendor selection using Interpretive Structural Modelling (ISM). **International Journal of Operations & Production Management**, v. 4, n. 6, p 52–59, 1994.
- MARODIN, G. A.; SAURIN, T.A. Classification and relationships between risks that affect lean production implementation: a study in Southern Brazil. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n.1, p. 57-79, 2015a.
- MARODIN, G. A.; SAURIN, T.A. Managing barriers to lean production implementation: context matters. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 13, p. 3947-3962, 2015b.
- MARKSBERRY, P.; BADURDEEN, F.; GREGORY, B.; KREAFLE, K. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, p. 670-686, 2010.
- MASOOD, S. A. A way forward to attain Lean Manufacturing status through transformational leadership. **International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, p. 165-174, 2016.
- MERWE K. V. D. Leadership behaviours and lean culture attainment in automotive component manufacturers. **Journal for New Generation Sciences**, v. 14, p. 259-278, 2016.
- MOEUF, A.; TAMAYO, S.; LAMOURI, S.; PELLERIN, R.; LELIEVRE, A. Strengths and weaknesses of small and medium sized enterprises regarding the implementation of lean manufacturing. **International Federation of Automatic Control**, v. 49, p. 71-76, 2016.
- MONDEN, Y. **Toyota Production System**: an integrated approach to just-in-time. Norcross, Engineering and Management Press. 1998.
- MURUGANANTHAM, G; VINODH, S.; ARUN, C. S.; RAMESH, K. Application of interpretive structural modelling for analyzing barriers to total quality management practices implementation in the automotive sector. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 24, n. 6, p. 524-545, 2016.

- NEEDY, L. K.; NORMAN, B.; BIDANDA, B.; ARIYAWONGRAT, P.; THARMMAPHORNPHILAS, W.; WARNER, R. C. Assessing human capital: a lean manufacturing example. **Engineering Management Journal**, v. 14, p. 35-39, 2002.
- NETLAND, T. H.; FERDOWS, K. The S-Curve effect of lean implementation. **Production and Operations Management Society**, v. 25, n. 6, p. 1106–1120, 2016.
- OBERER, B.; ERKOLLAR, A. Leadership 4.0: digital leaders in the age of Industry 4.0. **International Journal of Organizational Leadership**. 2018.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre, Bookman, p. 149, 1997.
- OLIVAN, A. D.; SER, J. D.; GALAR, D.; SIERRA, B. Data fusion and machine learning for industrial prognosis: trends and perspectives towards Industry 4.0. **Information Fusion**, v. 50, p. 92-111, 2018.
- PATRI, R.; SURESH, M. Factors influencing lean implementation in healthcare organizations: An ISM approach. **International Journal of Healthcare Management**, v. 11, n. 1, p. 25-37, 2017.
- POKSINSKA, B.; SWARTLING, D.; DROTZ, E. The daily work of lean leaders: lessons from manufacturing and healthcare. **Total Quality Management & Business Excellence**, p. 886-898, 2013.
- RANE, A. B.; SUNNAPWAR, V. K.; RANE, S. Strategies to overcome the HR barriers in successful lean implementation. **International Journal of Procurement Management**, v. 9, p. 233-247, 2016.
- ROSSINI, M.; COSTA, F.; TORTORELLA, G. L.; STAUDACHER, A. P. The interrelation between Industry 4.0 and lean production: an empirical study on European manufacturers. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 102, p. 3963–3976, 2019.
- ROWLEY, J.; SLACK, F. Conducting a Literature Review. **Management Research News**, v.27, n. 6, p. 31-39, 2004.
- SALVATIERRA, J. L.; FUNK, R.; ALARCÓN, L. F. Chilean construction industry: worker's competencies to sustain lean implementations. **24th Ann. Conf. of the Int'l, Group for Lean Construction**, p. 73–82, 2016.
- SAMANTRA, C.; DATTA, S.; MAHAPATRA, S. S; DEBATA, B. R. Interpretive structural modelling of critical risk factors in software engineering project. **Benchmarking An International Journal**, v. 23, n. 1, p. 2 – 24, 2016.
- SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management**, vo. 9, no 3, pp. 811–833, 2016.
- SANDERS, A.; SUBRAMANIAN, K.; REDLICH, T.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 and lean management: synergy or contradiction? **IFIP international conference on advances in production management systems**. September, Springer, Cham, p. 341–349, 2017.
- SARTAL, A.; LLACH, J.; VÁZQUEZ, X. H.; CASTRO, R. Howmuch does lean manufacturing need environmental and information technologies? **Journal of Manufacturing Systems**, v. 45, p. 260–272, 2017.
- SCHNEIDER, P. Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. **Rev Manag Sci**, p. 803–848, 2018.
- SCHONBERGER, R. Japanese manufacturing techniques: Nine hidden lessons in simplicity. **Simon and Schuster**, p. 13-18, 1982.
- SCHWAB, K. **Shaping the Fourth Industrial Revolution: a guide to building a better world**. World Economic Fund, Geneva, Switzerland. 2018.

- SPEAR, S. J. Learning to lead at Toyota. **Harvard Business Review**, v. 82, n.5, p. 78-91, 2004.
- SEIDEL, A.; SAURIN, T. A.; MARODIN, G. A.; RIBEIRO, J. L. D. Lean Leadership Competencies: a multi-method study. **Management Decision**, v. 55, n. 10, p. 2163-2180, 2017.
- SILVEIRA, W. G.; LIMA, E. P.; COSTA, S. E. G.; DESCHAMPS, F. Guidelines for Hoshin Kanri implementation: development and discussion. **Production Planning & Control**, v. 28, n. 10, p. 843-859, 2017.
- SONG, G.; LIU, Y. Strategic thinking on the transformation and development of printing industry under the background of internet. **CSIS Cyber Security Intelligence and Analytics**, v. 928, p. 993-999, 2019.
- SUGIMORI, Y.; KUSUNOKI, K.; CHO, F; UCHIKAWA, S. Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. **The International Journal of Production Research**, v. 15, n. 6, p. 553- 564, 1977.
- SUREERATTANAN, C.; NAPOMPECH, K.; PANJAKHAJORNSAK, V. Model of leadership and the effect of lean manufacturing practices on firm performance in Thailand's auto parts industry. **Research Journal of Business Management**, p. 104-117, 2014.
- TAHERIMASHHADI, M.; RIBAS, I. A model to align organizational culture to lean culture. **Journal of Industrial Engineering and Management**, p. 207-221, 2018.
- TOLEDO, J. C.; GONZALEZ, R. V. D.; LIZARELLI, F. L.; PELEGRINO, R. A. Lean production system development through leadership practices. **Management Decision**, v. 57, n. 5, p. 1184-1203, 2018.
- TORTORELLA, G.; FETTERMANN, D.; ANZANELLO, M.; SAWHNEY, R. Lean manufacturing implementation, context and behaviors of multi- level leadership: a mixed-methods exploratory research. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, n. 7, p. 867-891, 2017.
- TORTORELLA, G.; FOGLIATTO, F. Implementation of lean manufacturing and situational leadership styles: an empirical study. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 38, n. 7, p. 946-968, 2017.
- TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D.; FRIES, C. E. Relationship between lean manufacturing implementation and leadership styles. **International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, p. 23-25, 2016.
- TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D. C.; FRANK, A.; MARODIN, G. Lean manufacturing implementation: leadership styles and contextual variables. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 38, n. 5, p. 1205-1227, 2018.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, p.207-222, 2003.
- TRENKNER, M. Implementation of lean leadership. **Management**. v. 20, p. 129-142, 2016.
- WALLACE, T. Innovation and hybridization Managing the introduction of lean production into Volvo do Brazil. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, p. 801-819, 2004.
- WHAT is NVivo? Purpose-built for qualitative and mixed-methods research. **QSR International**, 2019. Disponível em: <<https://www.qsrinternational.com/nvivo/what-is-nvivo>> Acesso em: 24 Jun 2019.
- WARFIELD, J. N. Developing interconnection matrices in structural modeling. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v. 4, n. 1, p. 81-87, 1994.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. 2. Ed, Campus. 1992.

WATSON, R. H. Interpretive structural modeling: a useful tool for technology assessment? **Technological Forecasting and Social Change**, n. 2, v. 11, p. 165-185, 1978.

WYTON, P.; PAYNE, R. Exploring the development of competence in Lean management through action learning groups: a study of the introduction of Lean to a facilities management function. **Action Learning: Research and Practice**, v. 11, n. 1, p. 42-61, 2014.

ZARINAH, A.R.; FARHANA, A. M. N.; FACULTY, A. H. N. Lean production and business performance: Influences of leadership styles. **Journal of Fundamental and Applied Science**, p. 1031-1051, 2017

APÊNDICE A - ARTIGOS SELECIONADOS NA RBS DAS COMPETÊNCIAS DO LÍDER LEAN

Continua

Número	Autor	Método de pesquisa	Possui como assunto principal o líder <i>Lean</i> ?	Foco	Contribuição
1	Seidel <i>et al.</i> (2017)	Revisão da literatura/ Survey	Sim	Competências da liderança <i>Lean</i>	Identificação de 16 competências da liderança <i>Lean</i> .
2	Dombrowski e Mielke (2013)	Revisão da literatura/ Survey	Sim	Princípios da liderança <i>Lean</i>	Identificação de 5 princípios básicos da liderança <i>Lean</i>
3	Dombrowski e Mielke (2014)	Teórico conceitual	Sim	Sustentabilidade da implantação do <i>Lean</i>	Propõe 15 regras para sustentar o <i>Lean</i>
4	Aij e Teunissen (2017)	Revisão da literatura	Sim	Modelo teórico para a liderança <i>Lean</i> na área da saúde.	Desenvolve um quadro de atributos da liderança <i>Lean</i> para a área da saúde.
5	Poksinska <i>et al.</i> (2013)	Estudo de caso	Sim	Práticas da liderança <i>Lean</i> na indústria e na área da saúde.	Estabelece uma conexão entre a liderança <i>Lean</i> e as teorias contemporâneas de liderança transformacional.
6	Gelei <i>et al.</i> (2014)	Survey	Sim	Atributos da liderança <i>Lean</i> .	Identifica atributos facilitadores e inibidores relacionados a liderança <i>Lean</i> .
7	Sureerattanan <i>et al.</i> (2014)	Survey	Sim	Liderança, <i>Lean</i> e performance.	Estabelece a relação entre liderança, LM e performance da organização.
8	Holmemo e Ingvaldsen (2015)	Estudo de caso	Sim	Liderança <i>Lean</i> de nível médio.	Análise do envolvimento dos gerentes de nível médio na implantação do <i>Lean</i> .
9	Tortorella <i>et al.</i> (2016)	Survey	Sim	Estilos de liderança e implantação do <i>Lean</i> .	Estabelece uma relação entre o estilo de liderança, nível de implantação do <i>Lean</i> e perfil da equipe.
10	Tortorella <i>et al.</i> (2017)	Survey	Sim	Líderes de diferentes níveis hierárquicos e implementação <i>Lean</i> .	Examinar a relação entre o comportamento de líderes de diferentes níveis hierárquicos e as fases de implementação <i>Lean</i> .

Continuação

Número	Autor	Método de pesquisa	Possui como assunto principal o líder <i>Lean</i> ?	Foco	Contribuição
11	Tortorella e Fogliatto (2017)	Estudo de caso	Sim	Estilo de liderança multinível e as fases de implementação do <i>Lean</i>	Identificação dos atributos da liderança em diferentes fases de implementação do <i>Lean</i> .
12	Salvatierra <i>et al.</i> (2016)	Estudo de caso	Sim	Competências gerenciais para sustentabilidade do <i>Lean</i> (construção).	Descreve as competências de gerentes para a sustentabilidade das ferramentas <i>Lean</i> ao longo do tempo.
13	Dun <i>et al.</i> (2016)	Revisão da literatura/ Estudo de caso	Sim	Competências da liderança <i>Lean</i> de nível médio.	Identificação das competências e valores dos líderes intermediários responsáveis pela metodologia <i>Lean</i> .
14	Dun e Wilderom (2016)	<i>Survey</i>	Sim	Valores da liderança <i>Lean</i> .	Análise empírica de dois conjuntos de valores de líderes de equipe <i>Lean</i> .
15	Trenkner (2016)	Revisão da literatura/ Estudo de caso	Sim	Implementação da liderança <i>Lean</i> .	Análise e avaliação da implementação da liderança <i>Lean</i> na prática da empresas.
16	Aij e Rapsaniotis (2017)	Revisão da literatura	Sim	Liderança <i>Lean</i> e liderança servidora na área da saúde.	Análise comparativa entre liderança <i>Lean</i> e liderança servidora.
17	Alefari <i>et al.</i> (2017)	Revisão da literatura	Sim	Práticas da liderança <i>Lean</i> .	Descrição das práticas da liderança <i>Lean</i> que podem melhorar a performance dos funcionários.
18	Camuffo e Gerli (2018)	<i>Survey</i>	Sim	Comportamentos da liderança <i>Lean</i>	Identifica e valida empiricamente um repertório de comportamentos de gestão associados à adoção de sistemas enxutos.
19	Laureani e Antony (2015)	<i>Survey</i>	Sim	Liderança <i>Lean</i> e <i>Lean</i> seis sigma.	Estabelece as características necessárias a liderança <i>Lean</i> seis sigma.
20	Goodridge <i>et al.</i> (2015)	Estudo de caso	Sim	Filosofia <i>Lean</i> e práticas da liderança.	Relata as mudanças na liderança ao implantar o <i>Lean</i> na área da saúde.
21	Assen (2016)	<i>Survey</i>	Sim	Alta administração e práticas <i>Lean</i> .	Estabelece a relação entre estilos de liderança e práticas <i>Lean</i> .

Continuação

Número	Autor	Método de pesquisa	Possui como assunto principal o líder <i>Lean</i> ?	Foco	Contribuição
22	Håkansson <i>et al.</i> (2017)	Estudo de caso	Sim	Práticas gerenciais do <i>Lean</i> e condições de trabalho.	Relatam as práticas gerenciais que proporcionam sustentabilidade as condições de trabalho durante a transformação <i>Lean</i> .
23	Zarinah <i>et al.</i> (2017)	Survey	Sim	Estilo de liderança e implantação do <i>Lean</i> .	Relatam a correlação entre o desempenho dos negócios, o estilo de liderança e implantação do <i>Lean</i> .
24	Van Der Merwe (2016)	Survey	Sim	Comportamento da liderança e cultura organizacional.	Estabelece a relação entre o comportamento da liderança e a cultura organizacional.
25	Aij <i>et al.</i> (2013)	Estudo de caso	Sim	Experiência da liderança após o treinamento na filosofia <i>Lean</i> .	Investiga a experiência de líderes ao implantar o <i>Lean</i> em hospital.
26	Halling e Renström (2014)	Revisão da literatura	Sim	Liderança e gestão no contexto da filosofia <i>Lean</i> .	Conceitua e estabelece as diferenças entre gestão e liderança no contexto da filosofia <i>Lean</i> .
27	Bäckström e Ingelsson (2015)	Estudo de caso/ Survey	Sim	Valores do <i>Lean</i> , liderança e saúde dos trabalhadores.	Estabelece a correlação entre a liderança, os valores do <i>Lean</i> e a saúde dos trabalhadores.
28	Ingvaldsen e Benders (2016)	Revisão da literatura	Sim	Hierarquia de supervisão no contexto do <i>Lean</i> .	Realiza uma análise funcional da hierarquia de supervisão no contexto do <i>Lean</i> .
29	Masood (2016)	Revisão da literatura	Sim	Licença transformacional e filosofia <i>Lean</i> .	Estabelece a relação entre a liderança transformacional e o alcance da produção <i>Lean</i> .
30	Marksberry <i>et al.</i> (2010)	Revisão da literatura	Sim	Gerentes da Toyota e atividades voltadas para resolução de problemas (<i>Jishuken</i>).	Relata como a <i>Jishukens</i> funciona dentro do TPS para auxiliar a gerência na resolução de problemas.
31	Liker e Ballé (2013)	Revisão da literatura	Sim	Desenvolvimento de líderes de acordo com o TPS.	Discute a formação dos líderes com base no TPS.

Continuação

Número	Autor	Método de pesquisa	Possui como assunto principal o líder <i>Lean</i> ?	Foco	Contribuição
32	Li et al. (2014)	<i>Survey</i>	Sim	Liderança transformadora e filosofia <i>Lean</i> .	Estabelece a relação entre a liderança transformacional, cultura organizacional e resolução de problemas (pesquisa realizada na China).
33	Gollan et al. (2014b)	Estudo de caso	Não	Recursos humanos como apoio e liderança <i>Lean</i> .	Debate sobre a gestão estratégica de recursos humanos e o papel dos gerentes na implantação do <i>Lean</i> .
34	Lodgaard et al. (2016)	Estudo de caso	Não	Barreiras na implantação do <i>Lean</i> .	Apresenta as dificuldades na implantação do <i>Lean</i> do ponto de vista de diferentes níveis gerenciais.
35	Wallace (2004)	Estudo de caso	Não	Trabalho em equipe e implantação do <i>Lean</i> .	Estabelece a relação entre as formas de trabalho baseadas em equipe, produção enxuta e inovação.
36	Inamizu et al. (2014)	Estudo de caso	Não	Modo de produção "Excessivamente enxuto".	Descreve a adaptação de uma equipe e comportamento dos líderes em um ambiente severo e flutuante.
37	Gollana et al. (2014a)	Estudo de caso	Não	Recursos humanos e princípios <i>Lean</i> .	Analisa as práticas de gestão de recursos humanos que complementam a implementação do <i>Lean</i> em uma fábrica de dispositivos médicos.
38	Gao e Low (2015)	<i>Survey</i>	Não	Recursos humanos e princípios <i>Lean</i> .	Explora as práticas de gestão de pessoas em grandes empresas de construção chinesas e sua relevância para o Modelo Toyota.
39	Moeuf et al. (2016)	Revisão da literatura	Não	Dificuldades na implantação do <i>Lean</i> .	Explora as dificuldades encontradas na implementação do <i>Lean</i> em pequenas e médias empresas.

Continuação

Número	Autor	Método de pesquisa	Possui como assunto principal o líder <i>Lean</i> ?	Foco	Contribuição
40	Rane <i>et al.</i> (2016)	Revisão da literatura	Não	Recursos humanos e implantação do <i>Lean</i> .	Propõe um modelo para superar as barreiras de recursos humanos identificadas na literatura durante a implantação do <i>Lean</i> .
41	Elizondo <i>et al.</i> (2016)	Revisão da literatura	Não	Dificuldades na implantação e sustentabilidade do <i>Lean</i> .	Revisa a literatura sobre as práticas de gestão <i>Lean</i> e a deficiência das empresas para manter os resultados ao longo do tempo.
42	M.L. Emiliani e Michael Emiliani (2013)	Revisão da literatura	Sim	Gestão <i>Lean</i> e música	Descreve a riqueza das relações entre o sistema de gestão <i>Lean</i> e a música, para auxiliar profissionais a compreender a metodologia.
43	Losonci e Demeter (2013)	<i>Survey</i>	Não	Metodologia <i>Lean</i> e performance organizacional.	Identifica os fatores que impactam consideravelmente o desempenho dos negócios de organizações que adotam a metodologia <i>Lean</i> .
44	Needy <i>et al.</i> (2002)	Estudo de caso	Não	Capital humano e produção <i>Lean</i> .	Identifica as habilidades críticas para um grupo de trabalhadores no contexto da produção <i>Lean</i> .
45	Alpenberg e Scarbrough (2016)	Estudo de caso (entrevistas estruturadas)	Sim	Comunicação e liderança <i>Lean</i>	Analisa as práticas de comunicação realizadas pela liderança em uma organização que implementa a produção <i>Lean</i> .
46	Hertle <i>et al.</i> (2016)	<i>Survey</i>	Não	Gerenciamento de chão de fábrica e princípios <i>Lean</i> .	Apresenta uma abordagem para registrar as competências de gerenciamento do chão de fábrica.
47	Emiliani (2003)	Revisão da literatura	Sim	Competências da liderança.	Discute os modelos de competência usados pela gerência com a intenção de melhorar as habilidades de liderança.

Continuação

Número	Autor	Método de pesquisa	Possui como assunto principal o líder <i>Lean</i> ?	Foco	Contribuição
48	Hilton e Sohal (2012)	<i>Survey</i>	Sim	Implementação do <i>Lean</i> e competência dos facilitadores.	Relata os fatores para o sucesso na implantação do <i>Lean Six Sigma</i> .
49	Alagaraja (2014)	Revisão da literatura	Não	Recursos humanos e implantação do <i>Lean</i> .	Identifica fatores que influenciam a implementação do <i>Lean</i> e elabora um modelo conceitual.
50	Liker e Hoseus (2010)	Estudo de caso	Não	Recursos humanos e implantação do <i>Lean</i> .	Relata como a Toyota atinge seus objetivos de desempenho por meio do desenvolvimento de recursos humanos.
51	Emiliani e Stec (2004)	Revisão da literatura	Sim	Liderança <i>Lean</i> e mapa do fluxo de valor.	Apresenta como os mapas de fluxo de valor podem ser usados para determinar crenças, comportamentos e competências da liderança.
52	Emiliani e Stec (2005)	Revisão da literatura	Sim	Implantação do <i>Lean</i> e liderança.	Examina o motivo pelo qual a maioria das transformações <i>Lean</i> obtém apenas modestos resultados favoráveis.
53	Spear (2004)	Estudo de caso	Sim	Liderança <i>Lean</i> .	Relata como um jovem americano talentoso, contratado para um cargo gerencial em uma das fábricas da Toyota nos EUA, foi iniciado no TPS.
54	Found <i>et al.</i> (2009)	Revisão da literatura	Sim	Competências da liderança <i>Lean</i>	Explora os comportamentos e as competências dos líderes e gerentes desejados em diferentes níveis das organizações enxutas.
55	Wyton e Payne (2014)	Estudo de caso	Não	Desenvolvimento de capacidades <i>Lean</i> .	Explora a maneira pela qual grupos de aprendizagem de ação apoiam o desenvolvimento de capacidades <i>Lean</i> .

Continuação

Número	Autor	Método de pesquisa	Possui como assunto principal o líder <i>Lean</i>?	Foco	Contribuição
56	Tortorella <i>et al.</i> (2018)	<i>Survey</i>	Sim	Estilos de liderança e implantação do <i>Lean</i> .	Realiza uma associação entre estilos de liderança e implementação do <i>Lean</i> considerando as variáveis tamanho da equipe e a idade do líder.
57	Achanga <i>et al.</i> (2006)	Estudo de caso	Não	Fatores críticos de sucesso para implantação do <i>Lean</i> em SMEs.	São identificados diversos fatores críticos que determinam o sucesso da implementação <i>Lean</i> em SMEs, entre eles consta a liderança.
58	Bhasin (2012)	<i>Survey</i> / Estudo de caso	Não	Implantação do <i>Lean</i> .	Explora a importância de uma estratégia de mudança adequada para o sucesso da implementação do <i>Lean</i> .
59	Al-Najem <i>et al.</i> (2012)	Revisão da literatura	Sim	Cultura organizacional, liderança e implantação do <i>Lean</i> .	Propõe um modelo de avaliação da cultura <i>Lean</i> .
60	Hartwell e Roth (2010)	Estudo de caso	Sim	A liderança e implantação do <i>Lean</i> .	Apresenta um caso de implantação do <i>Lean</i> e a importância da liderança durante o processo.
61	Alagaraja e Egan (2013)	Revisão da literatura/ Estudo de caso	Não	Recursos humanos e implantação do <i>Lean</i> .	Descreve um caso organizacional em que uma iniciativa estratégica sistêmica envolvendo “estratégia <i>Lean</i> ” é implementada e as contribuições específicas para o HRD.
62	Marodin and Saurin (2015a)	<i>Survey</i>	Não	Riscos na implantação do <i>Lean</i> .	Identifica e classifica 14 riscos a implantação do <i>Lean</i> .
63	Marodin and Saurin (2015b)	Estudo de caso	Não	Riscos na implantação do <i>Lean</i> .	Estabelece um modelo para gerenciar as barreiras na implantação do <i>Lean</i> .

Conclusão

Número	Autor	Método de pesquisa	Possui como assunto principal o líder <i>Lean</i> ?	Foco	Contribuição
64	Emiliani (1998)	Revisão da literatura	Sim	Comportamentos e competências <i>Lean</i> .	Apresenta conceitos de comportamentos <i>Lean</i> que são importantes para o sustentar e implantar.
65	Crabill <i>et. al</i> (2000)	Revisão da literatura	Não	Implantação do <i>Lean</i> .	Fornecer um roteiro para implementação sistemática do LM.
66	Taherimashhadi e Ribas (2018)	Revisão da literatura/Entrevistas estruturadas	Não	Cultura organizacional e <i>Lean</i>	Propõe um modelo de avaliação para determinar as fraquezas culturais de uma organização antes de implementar o <i>Lean</i> .
67	Patri e Suresh (2017)	<i>Survey</i>	Não	Implantação do <i>Lean</i> .	Análise da relação entre os fatores que influenciam o sucesso da implementação do <i>Lean</i> na área da saúde.
68	Netland e Ferdows (2016)	Estudo de caso	Sim	Fases de implantação do <i>Lean</i>	A partir de dados empíricos da implantação do <i>Lean</i> na Volvo em todo o mundo, desenvolve uma teoria fundamentada para explicar o padrão da curva S na implantação.
69	Toledo <i>et al.</i> (2018)	Pesquisa ação	Sim	Liderança <i>Lean</i>	Analisa as práticas de liderança para o desenvolvimento de pessoas em um contexto de LM.

APÊNDICE B - ARTIGOS SELECIONADOS NA RBS DAS COMPETÊNCIAS DO LÍDER ATUANTE NA INDÚSTRIA 4.0

Número	Autor	Método de pesquisa	Possui como assunto principal a Indústria 4.0?	Foco	Contribuição
70	Rossini <i>et al.</i> (2019)	<i>Survey</i>	Sim	Relação entre <i>Lean</i> e Indústria 4.0	Comprova que organizações com alta adoção de práticas <i>Lean</i> terão maior sucesso ao aderir as tecnologias avançadas da Indústria 4.0.
71	Agostini e Filippini (2018)	<i>Survey</i>	Sim	Práticas gerenciais e Indústria 4.0	Analisa como as práticas organizacionais e gerenciais estão associadas a diferentes níveis de adoção das tecnologias da Indústria 4.0.
72	Birasnav e Bienstock (2019)	<i>Survey</i>	Sim	Tecnologias avançadas, liderança e integração.	Analisa a relação entre liderança e integração da cadeia de suprimentos em um contexto de tecnologias avançadas.
73	Schneider (2018)	Revisão da literatura	Sim	Desafios na Indústria 4.0	Propõe 18 desafios gerenciais da Indústria 4.0
74	Oberer e Erkollar (2018)	Revisão da literatura	Sim	Liderança e indústria 4.0.	Analisa as teorias de liderança para o contexto de Indústria 4.0.