

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO**

FERNANDO FISCHER GEHRES

**MODELO DE AVALIAÇÃO PARA APOIAR A PREPARAÇÃO DE UM SISTEMA
PRODUTIVO PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA**

São Leopoldo

2017

G311m Gehres, Fernando Fischer.

Modelo de avaliação para apoiar a preparação de um sistema produtivo para a implantação do sistema de produção enxuta / Fernando Fischer Gehres. – 2017.

127 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção e Sistemas, 2017.

“Orientador: Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda.”

1. Engenharia de produção. 2. Produção enxuta. 3. Produtividade. 4. Teoria das restrições. I. Lacerda, Daniel Pacheco. II. Título.

CDU 658.5

FERNANDO FISCHER GEHRES

MODELO DE AVALIAÇÃO PARA APOIAR A PREPARAÇÃO DE UM SISTEMA
PRODUTIVO PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Engenharia de Produção e Sistemas,
pelo Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Sistemas da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Daniel Pacheco
Lacerda

São Leopoldo

2017

AGRADECIMENTOS

É chegado o momento de parar e fazer o balanço. E constatar que tenho muito a agradecer. Antes de mais nada à minha família, que suportou minha ausência em tantas noites e fins-de-semana em que estava envolvido com tarefas relacionadas ao mestrado.

Em seguida a meu orientador, Prof. Dr. Daniel Lacerda, por seu esforço em me direcionar para a conclusão do projeto, mas ao mesmo tempo apreciando cada dia da jornada.

A meus amigos Junico e Luís Henrique, pelos debates e trocas de ideias que esta convivência oportunizou.

A todos os profissionais que contribuíram com sua experiência e conhecimento na validação das ARAs desenvolvidas.

Aos profissionais do GMAP/UNISINOS, que tanto me apoiaram sem ter nenhuma obrigação de fazê-lo.

Aos funcionários da Secretaria, sempre tão prestativos e disponíveis.

E finalmente aos meus colegas, dentre os quais meu filho Thiago, companheiros de jornada, que contribuíram para meu aprendizado com sua experiência profissional e troca de opiniões.

RESUMO

Com o quadro recessivo apresentado pela economia brasileira nos últimos dois anos, houve uma exacerbação da concorrência no setor industrial. Assim, muitas empresas buscaram sua sobrevivência através de ganhos em produtividade e eficiência. Uma alternativa a ser considerada nesta situação é a implantação dos Sistemas de Produção Enxuta (SPE), derivados do Sistema Toyota de Produção. No entanto, a literatura reporta baixas taxas de sucesso na implantação dos SPE (entre 10 e 20%). Esta pesquisa investiga os motivos para esta baixa taxa de sucesso através de estudo de caso em duas empresas industriais do setor metal-mecânico. Para determinar as causas-raízes da baixa taxa de sucesso, utilizou-se a ARA – Árvore da Realidade Atual – ferramenta lógica pertencente ao Processo de Pensamento da Teoria das Restrições. A partir das causas-raízes foi proposto um Modelo de Diagnóstico para determinar a condição da empresa que pretende iniciar a implantação do SPE, indicando suas deficiências e aumentando suas chances de sucesso, caso ações corretivas sejam aplicadas.

Palavras-chave: Sistema de Produção Enxuta. Produtividade. Taxa de sucesso. Causas-raízes. Árvore da Realidade Atual. Modelo de Diagnóstico.

ABSTRACT

Brazilian economy recession in the last two years led to a growing competition in the industry. Companies based their survival on productivity and efficiency enhancement. One possible alternative is Lean Manufacturing implementation, based on Toyota Production System. Nevertheless, literature reports low success rates on Lean Manufacturing implementation (between 10 and 20%). This research investigates the reasons for such a low success rate through a case study on two metal industries. In order to identify the failure root causes, Current Reality Trees, derived from Theory of Constraints Thinking Process, were used. Based on the root causes, a Self-assessment Model was proposed to grade company situation before Lean Manufacturing implementation process starts. This way, deficiencies can be timely identified and actions taken, increasing success opportunity.

Key-words: Lean Manufacturing, Productivity, Success Rate, Root causes, Current Reality Tree, Self-assessment Model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho de Pesquisa	23
Figura 2: Roteiro de Investigação.....	37
Figura 3: Proposta para a condução da pesquisa utilizando o Design Science Research.....	48
Figura 4: Matriz de Avaliação do Nível de Preparação para a Implantação do SPE (ilustrativa).....	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Índices de confiança das atividades econômicas e % de endividamento em relação à renda familiar anual	13
Gráfico 2: Evolução do Licenciamento de Veículos no Brasil e Nível de Utilização da Capacidade Instalada na Indústria	14
Gráfico 3: Taxas de câmbio real e de equilíbrio industrial 1988-2013.....	15
Gráfico 4: Participação da Indústria de Transformação no PIB 1950-2013.....	16

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo das consultas realizadas a base de dados	25
Quadro 2: Linha do tempo do SPE.....	30
Quadro 3: Ferramentas constituintes do SPE	32
Quadro 4: Barreiras para implantação de SPE	34
Quadro 5: Pré-condições e Fatores Críticos de Sucesso para implantação de SPE	36
Quadro 6: Ferramentas do Processo de Pensamento da TOC.....	43
Quadro 7: Passos para a construção da ARA.....	44
Quadro 8: Categorias de Ressalvas Legítimas	45
Quadro 9 Auto-avaliação do estágio de implantação do SPE Empresa 1.....	55
Quadro 10: Indicadores Operacionais Empresa 1.....	57
Quadro 11: Auto-avaliação do estágio de implantação do SPE Empresa 2.....	59
Quadro 12: Indicadores Operacionais Empresa 2.....	60
Quadro 13: Dimensões Preparatórias e Causas-raízes associadas	80
Quadro 14: Priorização das Dimensões Preparatória à implantação do SPE	83
Quadro 15: Eixo desempenho.....	87
Quadro 16: Nível de Preparação em cada uma das Dimensões Preparatórias	99

LISTA DE SIGLAS

ARA	Árvore da Realidade Atual
ARF	Árvore da Realidade Futura
CEP	Controle Estatístico de Processo
CNI	Confederação Nacional da Indústria
DSR	<i>Design Science Research</i>
EI	Efeito Indesejável
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
GM	<i>General Motors</i>
IMVP	<i>International Motor Vehicle Program</i>
ISM	<i>Interpretive Structural Modeling</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
KPI	<i>Key Process Indicator</i>
LTA	<i>Lost Time Analysis</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MRP	<i>Materials Requirement Planning</i>
NUMMI	<i>New United Motor Manufacturing</i>
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
RRN	Ressalva da Ramificação Negativa
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequena Empresa
SME	<i>Small and Medium Enterprises</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange Die</i>
SPE	Sistema de Produção Enxuta
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
TPC	Tambor-Pulmão-Corda
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objeto e Problema de Pesquisa.....	18
1.2 Objetivos	24
1.2.1 Objetivo Geral	24
1.2.2 Objetivos Específicos	24
1.3 Justificativa.....	24
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	29
2.1 Sistema de Produção Enxuta	29
2.2 Barreiras e pré-condições para a implantação do SPE	33
2.2.1 Barreiras e pré-condições socioculturais.....	38
2.2.2 Barreiras e pré-condições técnico-financeiras.....	40
2.3 Processo de pensamento da TOC	42
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	47
3.1 Delineamento da pesquisa	47
3.2 Método de trabalho	48
3.3 Coleta e análise de dados.....	52
3.4 Perfil das empresas pesquisadas.....	51
3.5 Delimitações	60
4 ANÁLISE CAUSAL DAS BARREIRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO SPE:.....	62
4.1 Evidências da Literatura	62
4.2 Indícios empíricos – ARA da empresa 1	64
4.3 Indícios empíricos – ARA da empresa 2	66
4.4 Análise integrada – ARA Consolidada	68
4.4.1 Dimensão Gestão da demanda	68
4.4.2 Dimensão Gestão da Capacidade.....	70
4.4.3 Dimensão Gestão de fornecedores	71
4.4.4 Dimensão Otimização do fluxo	72
4.4.5 Dimensão Estabilização dos processos	73
4.4.6 Dimensão Conflito de indicadores.....	74
4.4.7 Dimensão Heterogeneidade do Nível de Conhecimento sobre SPE	75
4.4.8 Dimensão Suporte e Autonomia	76
4.4.9 Dimensão Falta de Consenso e Comunicação	77

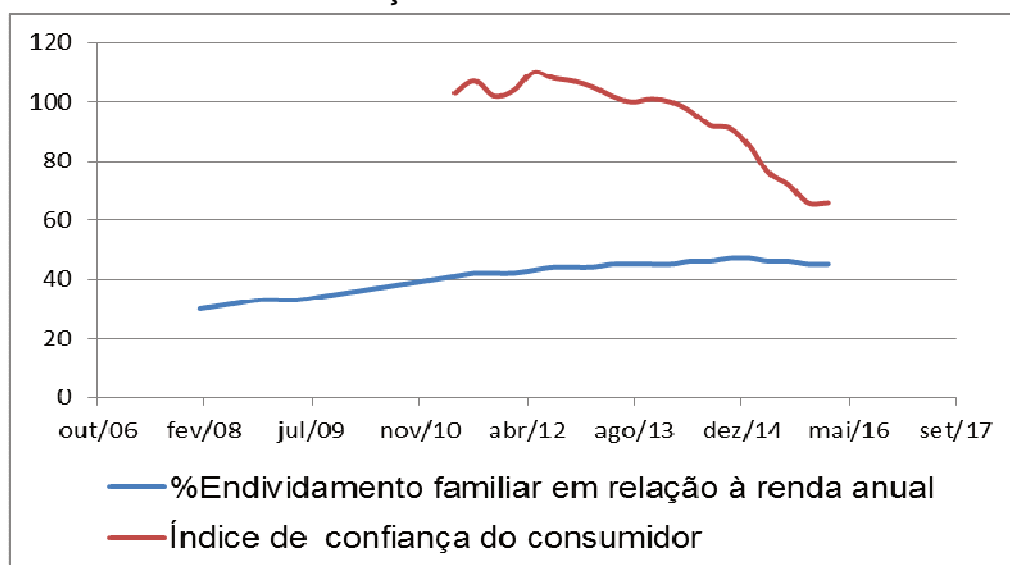
4.4.10 Dimensão Cultura Organizacional	78
4.4.11 Dimensão Estrutura de Apoio e seu Papel	80
5 PROPOSIÇÃO DO MODELO DE DIAGNÓSTICO	82
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	104
7 CONCLUSÃO	107
REFERÊNCIAS.....	109
APÊNDICE 1: QUESTÕES PARA ENTREVISTA NAS EMPRESAS	113
APÊNDICE 2: RELAÇÃO DE DOCUMENTOS A ANALISAR	117
APÊNDICE 3: OBSERVAÇÃO DIRETA.....	118
APÊNDICE 4: ARA DA EMPRESA 1 PARTE 1	119
APÊNDICE 5: ARA DA EMPRESA 1 PARTE 2.....	120
APÊNDICE 6: ARA DA EMPRESA 2	121
APÊNDICE 7: ARA DA LITERATURA PARTE 1	122
APÊNDICE 8: ARA DA LITERATURA PARTE 2.....	123
APÊNDICE 9: ARA CONSOLIDADA HARD PARTE 1	124
APÊNDICE 10: ARA CONSOLIDADA HARD PARTE 2	125
APÊNDICE 11: ARA CONSOLIDADA HARD PARTE 3.....	126
APÊNDICE 12: ARA CONSOLIDADA SOFT PARTE 1	127
APÊNDICE 13: ARA CONSOLIDADA SOFT PARTE 2.....	128
APÊNDICE 14: <i>CURRICULUM VITAE</i> CONSULTORES	129

1 INTRODUÇÃO

A busca constante de melhorias na produtividade e da melhor eficiência na utilização de seus recursos tem caracterizado a atividade industrial permanentemente. Desta forma, indicadores de produtividade e eficiência são encontrados entre as principais métricas operacionais. Esta busca ocorre pelo reconhecimento da produtividade e eficiência como importantes fatores competitivos. Por meio da melhoria destes indicadores, as empresas buscam maior participação de mercado e a sobrevivência da empresa no curto e longo prazo. Em situações de crise, em que a demanda é reduzida e a concorrência é exacerbada, as empresas buscam mais intensamente uma diferenciação por meio de soluções que lhes assegurem vantagens competitivas em produtividade e eficiência.

Esta é a situação em que se encontra o setor industrial brasileiro. Há um esgotamento do modelo que estimulou o consumo interno por meio do incremento à oferta de crédito. Como consequência do endividamento das famílias e do baixo nível de confiança do consumidor, a demanda de bens de consumo está declinante desde 2013. O Gráfico 1 mostra uma redução no Índice de Confiança do Consumidor, estando desde o quarto trimestre de 2015 na faixa dos 70%. O Gráfico 1 também mostra a evolução do endividamento familiar, atingindo 46% da renda anual em novembro de 2015.

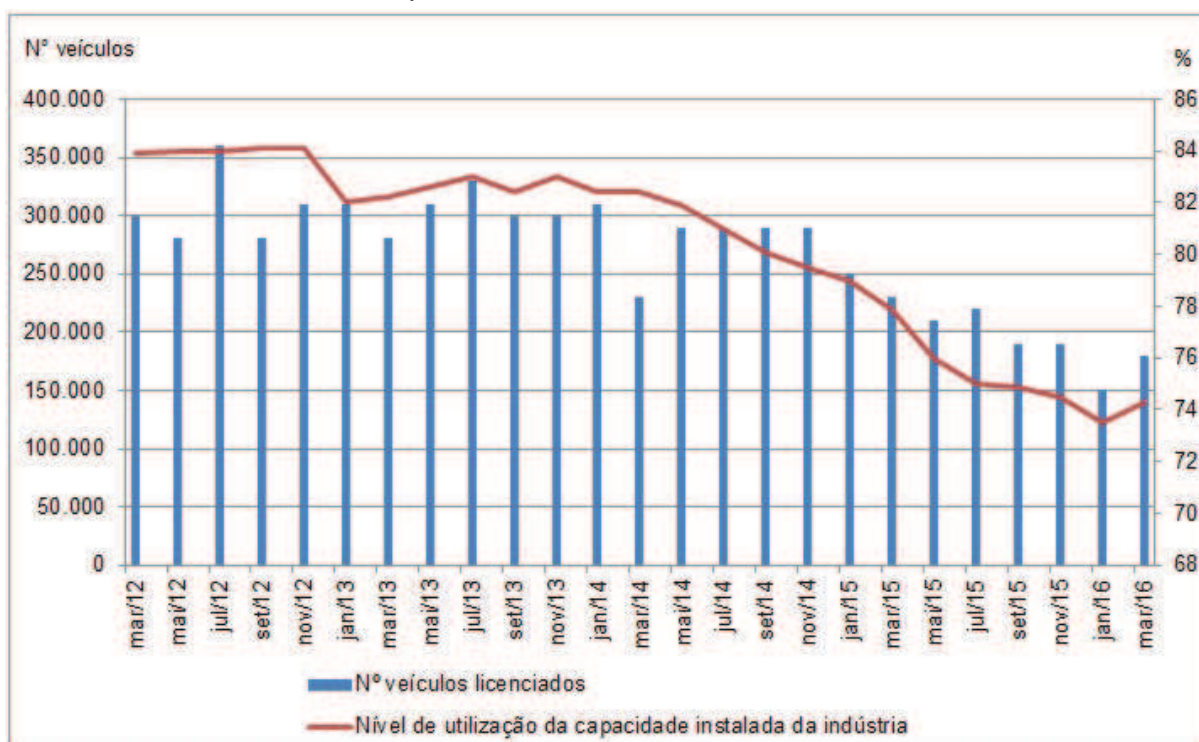
Gráfico 1: Índices de confiança das atividades econômicas e % de endividamento em relação à renda familiar anual



Fonte: Adaptado de SINDIPEÇAS (2016).

Devido à retração do mercado interno, o mercado de exportação poderia ser explorado alternativamente pela indústria. Contudo, a valorização cambial e a política de aumentos reais de salário sem incremento da produtividade comprometeram esta opção. Neste contexto, as empresas brasileiras do setor industrial tiveram uma redução significativa em sua competitividade e demanda. Especificamente na indústria automobilística, houve um declínio expressivo nos níveis de produção, como pode ser observado no Gráfico 2. O Gráfico 2 também expõe a consequência nos níveis de utilização da capacidade instalada da indústria. A redução da utilização dos ativos representa outro impacto negativo para a competitividade da indústria como um todo.

Gráfico 2: Evolução do Licenciamento de Veículos no Brasil e Nível de Utilização da Capacidade Instalada na Indústria

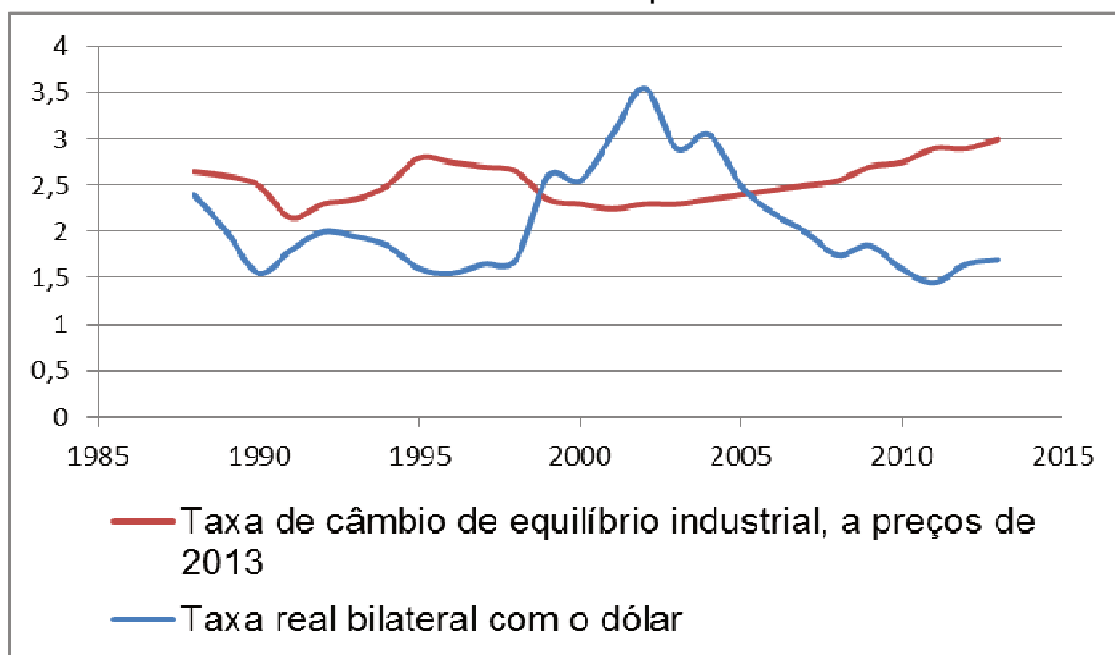


Fonte: Adaptado de SINDIPEÇAS (2016).

Bresser-Pereira (2014) afirma que durante o governo Lula, o Brasil entrou em um processo de desindustrialização prematura, decorrente da sobreapreciação cambial. Segundo Bresser-Pereira (2014), quando um país realiza a abertura financeira e comercial nos moldes em que foi feito no Brasil, deixa de ter instrumentos importantes para controlar sua taxa de câmbio e a entrada de capitais,

com impacto na competitividade de sua indústria a nível internacional. O Gráfico 3 mostra a evolução da taxa de câmbio ao longo dos anos e a taxa de equilíbrio industrial.

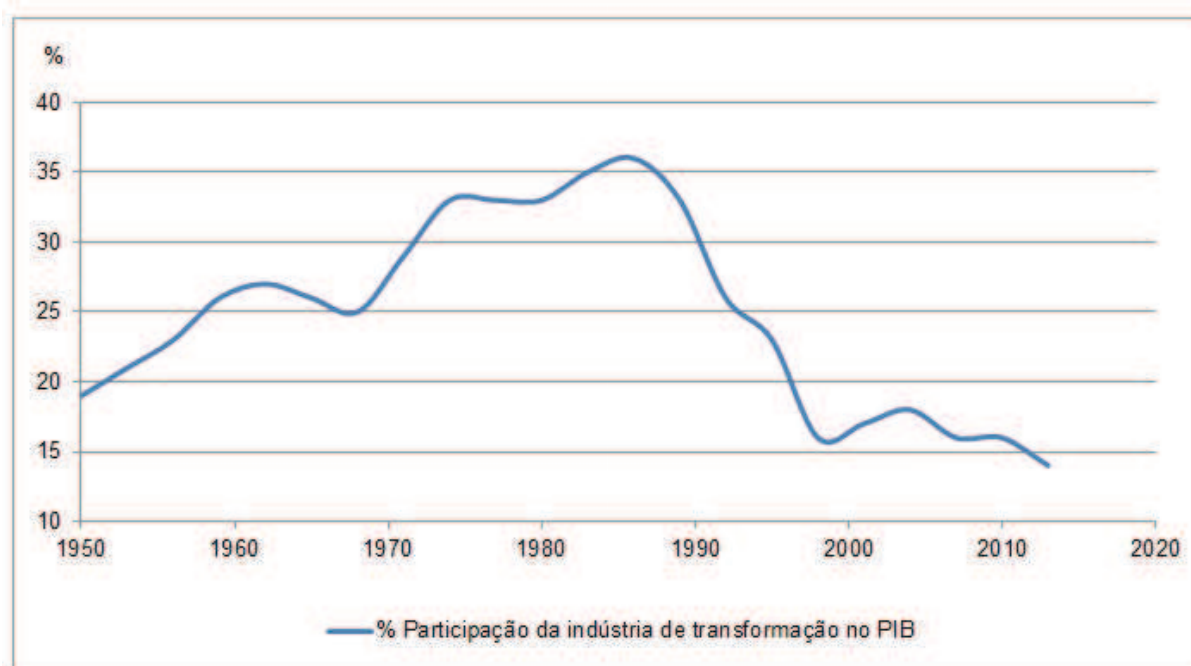
Gráfico 3: Taxas de câmbio real e de equilíbrio industrial 1988-2013



Fonte: Adaptado de Bresser-Pereira (2014, p. 356).

Como consequência deste quadro de redução da competitividade da indústria brasileira, o Gráfico 4 mostra a redução gradativa da participação da indústria de transformação no PIB brasileiro. Atestando esta perda de competitividade, o Brasil recentemente recuou uma posição no *ranking* global de competitividade. Está agora em 57º lugar num total de 61 nações avaliadas pelo instituto da escola de negócios suíça IMD. (SILVA, 2016).

Gráfico 4: Participação da Indústria de Transformação no PIB 1950-2013



Fonte: Adaptado de Bresser-Pereira (2014, p. 384).

Diante deste quadro conjuntural, resta às empresas industriais brasileiras a busca de melhorias constantes de produtividade e eficiência como questão de sobrevivência. Com a retração da produção industrial brasileira nos últimos três anos, tem-se um cenário de complexidade, intensa concorrência, e escala reduzida em relação aos grandes concorrentes globais. Tomando-se como referência a indústria automobilística, de participação relevante no setor industrial brasileiro, houve uma redução de produção de 3,6 milhões de veículos leves/ano para ao redor de 2 milhões de veículos em 2016. No entanto, o país conta hoje com 19 montadoras de veículos (quantidade que não se observa nem mesmo no mercado norte-americano), produzindo uma ampla variedade de modelos.

Dentro deste cenário de complexidade, lotes de produção reduzidos e necessidade de recuperação de eficiência e produtividade, um dos possíveis sistemas de produção a serem considerados é o Sistema de Produção Enxuta (SPE). Conforme Blanchard (2007), pesquisa coordenada pela revista *Industry Week* com 433 empresas industriais americanas revelou que 70% delas adotaram o SPE como metodologia de melhorias. Para viabilizar esta aplicação, é necessária uma maior compreensão do SPE.

No final da década de 80, a indústria automobilística americana sofria a concorrência da indústria japonesa, com destaque para a Toyota, em seu mercado

doméstico. A primeira reação foi a construção de barreiras comerciais, obstáculo este superado pela decisão da Toyota em construir fábricas em solo americano. (WOMACK et al., 1990). O segundo passo foi entender o que fazia com que a Toyota fosse mais competitiva. Movimento importante neste sentido foi a criação de um grupo de estudos no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), parcialmente patrocinado pela indústria, denominado IMVP (*International Motor Vehicle Program*). As conclusões deste grupo de estudo foram reportadas no livro “A Máquina que Mudou o Mundo”. (WOMACK et al., 1990). Outros pesquisadores como Liker (2004) e Spear e Bowen (1999) se dedicaram a investigar em profundidade o que se convencionou chamar o Sistema Toyota de Produção ou sua versão “americanizada” – a Produção Enxuta, ou *Lean Production* ou ainda *Lean Manufacturing*. Black (1998) refere-se a este sistema de produção como Sistema Produtivo de Manufatura Integrada. Não é objeto desta pesquisa discutir as diferenças entre estas nomenclaturas. Doravante utilizar-se-á a expressão Sistema de Produção Enxuta (SPE).

Com efeito, empresas ao redor do mundo tentaram implantar programas de Produção Enxuta, inicialmente na indústria e recentemente no setor de serviços. No entanto a taxa de sucesso na implantação destes programas tem sido insignificante. Liker e Rother (2011) citam pesquisa realizada pela “Industry Week” em 2007, que constatou que apenas 2% das empresas que adotaram um programa de manufatura enxuta atingiram seus objetivos. Estudos realizados em empresas inglesas e australianas de diferentes setores concluíram que menos de 10% daquelas que se lançaram na implantação de um Sistema de Produção Enxuta alcançaram um alto nível de performance. (BAKER, 2002). Outra pesquisa com 433 empresas americanas constatou que apenas 26% alcançaram ganhos substanciais como resultado da implantação do Sistema de Produção Enxuta. (BLANCHARD, 2007). Mais recentemente, Bhasin (2012) reportou taxa de sucesso na implantação da Produção Enxuta de menos de 10% em organizações de manufatura inglesa de diferentes tamanhos.

Posto isto, essa pesquisa se inscreve na temática da implantação de SPE em empresas industriais. Nesse sentido, na seção subsequente se busca compreender a problemática envolvida nesse tema.

1.1 Objeto e Problema de Pesquisa

Por um lado, empresas brasileiras têm buscado aumentar sua produtividade e eficiência operacional utilizando os conceitos da Produção Enxuta. Para isso, as empresas industriais têm recebido suporte de organizações como SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequena Empresa) e CNI (Confederação Nacional da Indústria). Esse suporte consiste em ofertar treinamento e consultoria especializada para a implantação deste Sistema de Produção. Por outro lado, a reduzida taxa de sucesso na implantação pode implicar no desperdício de recursos (internos das empresas e público dessas instituições).

Existem possíveis causas para a reduzida taxa de sucesso na implantação dos conceitos da Produção Enxuta. Dentre as diversas causas, está a negligência para os pré-requisitos à implantação dos conceitos da Produção Enxuta. Ou seja, assume-se como pressuposto a admissibilidade de implantação desses conceitos em toda e qualquer organização. No entanto, Bortolotti et al. (2015), Saurin et al. (2013), Marodin e Saurin (2014), Sahwan et al. (2012) e Spear e Bowen (1999) apontam que alguns aspectos podem influenciar no sucesso da implantação dos SPE.

As principais linhas de investigação das barreiras encontradas à implantação dos Sistemas de Produção Enxuta são: i) aspectos socioculturais (*soft*), ii) aspectos técnicos/financeiros (*hard*), e sistemas de controle.

Bortolotti et al. (2015) investigaram se empresas que implementam *Lean* com sucesso tem uma cultura organizacional específica e adotam práticas *soft* mais extensivamente quando comparadas com aquelas que não obtém sucesso. Para isto avaliaram oito dimensões culturais. Bortolotti et al. (2015) propõem como práticas necessárias para a preparação para a implantação dos SPE: (i) treinamento multifuncional; (ii) times multifuncionais; (iii) liderança da alta administração para a qualidade; (iv) relação colaborativa com clientes e fornecedores e; (v) foco na melhoria contínua. No entanto, Bortolotti et al. (2015) não definem qual o impacto de cada dimensão cultural avaliada na performance, nem o efeito sinérgico entre as dimensões culturais e as práticas enxutas. Outra crítica que se faz a este trabalho é que a avaliação do sucesso na implantação se origina do respondente, a partir de critérios subjetivos e diferentes entendimentos do que venha a ser uma empresa enxuta.

Marodin e Saurin (2014) preocupam-se em relacionar as barreiras à implantação de SPE com fatores contextuais. Afirmam que a natureza das barreiras, suas origens, inter-relações e relativa importância ainda não foram bem entendidas. (MARODIN; SAURIN, 2014). A lista de barreiras elencadas por Marodin e Saurin (2014) se originou de uma revisão sistemática da literatura e não da análise empírica de estudos de caso. Marodin e Saurin (2014) não explicam como os fatores contextuais foram selecionados. A análise do impacto do fator contextual sobre a barreira à implantação não expõe evidências documentais ou experimentais.

Sahwan et al. (2012) realizaram pesquisa com 250 empresas do setor automotivo da Malásia e listaram 18 barreiras à implementação de SPE em ordem decrescente de pontuação na escala Likert. Dentre as barreiras destacam-se a inexperiência dos condutores do processo, o baixo comprometimento da gerência, a tendência ao retorno às velhas rotinas, a falta de treinamento dos funcionários e o desencontro entre as atividades *lean* e a estratégia geral da empresa. No entanto, Sahwan et al. (2012) limitam-se a listar as barreiras, não aprofundando a investigação para a discussão de suas causas-raízes, suas inter-relações e o impacto do contexto das empresas. Também não fazem nenhuma recomendação sobre como eliminar ou mitigar o impacto das barreiras, sendo sua contribuição limitada.

Marodin e Saurin (2012) fazem uma revisão sistemática da literatura para identificar as linhas de pesquisa sobre a implantação de sistemas de Produção Enxuta. Selecionaram 89 estudos publicados entre os anos de 2000 e 2012. Uma das linhas de pesquisa identificada foi a investigação dos fatores que afetam o processo de implantação da produção enxuta. A exemplo de Sahwan et al. (2012), Marodin e Saurin (2012) limitam-se a listar os fatores encontrados na literatura, sem aprofundar a discussão e sem contextualizar. Também não definem uma ordem de importância para os fatores.

Sim e Rogers (2009) fazem pesquisa em empresa de manufatura incluída na Fortune 500 localizada na costa leste dos EUA e identificam como fatores críticos de sucesso para a implantação de SPE treinamento e desenvolvimento, liderança, comunicação, segurança no emprego e aceitação da filosofia enxuta como ferramenta competitiva. Concluem que a gerência falha em áreas como *coaching*, comunicação e suporte. (SIM; ROGERS, 2009). No entanto suas conclusões ficam comprometidas por se basearem em uma única empresa com situação muito

específica de clima interno e momento histórico (no auge da crise financeira americana de 2009). Neste contexto, houve significativa redução de quadro da empresa, sendo correlacionada com o sistema de produção em implantação.

Achanga et al. (2006) investigam os fatores críticos de sucesso para a implantação de SPE especificamente em pequenas e médias empresas, referidas na literatura como SME (*Small and Medium Enterprises*). Apresentam como fatores críticos de sucesso liderança e comprometimento da gerência, capacidade financeira, habilidades e conhecimento, e cultura organizacional. (ACHANGA et al., 2006). Mas não relacionam quais as habilidades são necessárias e são muito superficiais na descrição da cultura organizacional necessária ou adequada para a implantação dos SPE. Também não discutem como os fatores críticos de sucesso podem ser desenvolvidos e qual o critério de priorização, considerando-se a limitação de recursos das SMEs.

Hu et al. (2015) fazem revisão bibliográfica sobre a implantação do *Lean* em SME e identificam como uma das linhas de pesquisa os fatores críticos de sucesso para implantação de SPE. Definem como fundações do *lean* capacidade em qualidade, autoridade individual e da equipe e a construção de relações inter-organizacionais. Listam como fatores críticos de sucesso para a implantação de SPE: capacidade financeira, liderança forte e capaz, força de trabalho com autoridade (*empowered*), sistema de medição de performance bem definido, cultura organizacional que suporte a iniciativa e compromisso com a qualidade. A crítica que se faz é quanto à ausência de um aprofundamento da discussão dos fatores e suas inter-relações. A questão da autoridade da força de trabalho para tomar decisões e implantar melhorias está relacionada com o sistema de medição, pois a disponibilização de informações é pré-requisito para o processo decisório. No entanto, esta discussão, que poderia identificar relações de causa-efeito, não é feita por Hu et al. (2015).

Spear e Bowen (1999) focaram nos aspectos *hard* da implantação e afirmam que a especificação detalhada e rígida das atividades é a base que torna a flexibilidade e a criatividade possíveis. Spear e Bowen (1999) especificam 4 regras para a implantação do SPE, que em suma preconizam o trabalho padrão, a clara definição de responsabilidades, a simplicidade da especificação de processo e a transferência de autoridade para os níveis operacionais da organização. No entanto,

Spear e Bowen (1999) não esclarecem os motivos por detrás destas regras, o que facilitaria o seu entendimento.

Tillema e Van der Steen (2015) e Fernandes et al. (2015) discorrem sobre os diferentes sistemas de controle (ou sistemas contábeis). Tillema e Van der Steen (2015) apresentam um estudo de caso em quatro empresas de manufatura holandesas, investigando como as tensões e conflitos potenciais decorrentes de visões diferentes do que significa estar no controle, podem ser contidas.

Fernandes et al. (2015) fazem revisão sistemática da literatura sobre os métodos de custeio utilizados na abordagem enxuta, e verificam que muitas empresas que implantam a abordagem enxuta não alcançam os resultados esperados, sendo um dos motivos a adoção de um sistema de custeio incompatível. Nestes sistemas, os relatórios fornecidos pela contabilidade não estão alinhados com as melhorias operacionais. (FERNANDES et al., 2015).

No entanto, os dois artigos anteriores falham em evidenciar como pode funcionar na prática a complementariedade proposta do sistema de custeio tradicional e o método alternativo escolhido. Também não definem quais os tipos de decisões gerenciais estariam suportados por um sistema ou outro. Falham ainda ao não propor um sistema unificado de controle que venha a substituir os dois sistemas coexistentes em seus aspectos contraditórios. Conforme Tillema e Van der Steen (2015), estes sistemas são foco permanente de conflitos e tensões, ao indicar caminhos diferentes a seguir, tanto nas decisões rotineiras, como nas decisões estratégicas da empresa.

Em síntese, os estudos analisados são limitados, pois não aprofundam a análise das barreiras e dos fatores críticos de sucesso para a implantação dos SPE, não abrindo a discussão sobre quais as causas-raízes que estão por trás destas barreiras e FCS. Assim é possível que aquilo que está definido como barreira seja apenas o efeito visível e não a causa real do problema. Falham também em não considerar o contexto das empresas, do mercado e do momento histórico, e seu impacto nas barreiras e FCS. Esta consideração é necessária quando se avalia a questão da extensão e validade da generalização das conclusões. Isto impede que se chegue a um *road map* coerente e consistente para a preparação das empresas para uma implantação do SPE que amplie as probabilidades de êxito e geração de resultados.

Verifica-se que não existe uma análise da inter-relação entre as barreiras à implantação do SPE. A investigação da sua independência ou inter-relação é importante para se determinar efeitos reforçadores e limitadores, que contribuirão para a priorização de recursos aplicados na sua superação. A magnitude do impacto de cada barreira também não é discutida, o que novamente dificulta a priorização na aplicação dos recursos.

Os artigos analisados não propõem um modelo de avaliação das barreiras ou um método para eliminá-las ou reduzir o seu impacto, sendo esta discussão necessária para o aumento da taxa de sucesso das tentativas de implantação dos SPE.

Observa-se também que existe uma lacuna na literatura ao não distinguir ações preparatórias ao processo de implantação das ações do processo de implantação em si. Esta caracterização é necessária, pois algumas ações, se não tomadas antecipadamente, em um processo preparatório, podem inviabilizar o processo de implantação. Pré-requisitos como aspectos culturais, por suas características de complexidade e tempo necessário para atuação, devem ser equacionados antes do início do processo de implantação do SPE.

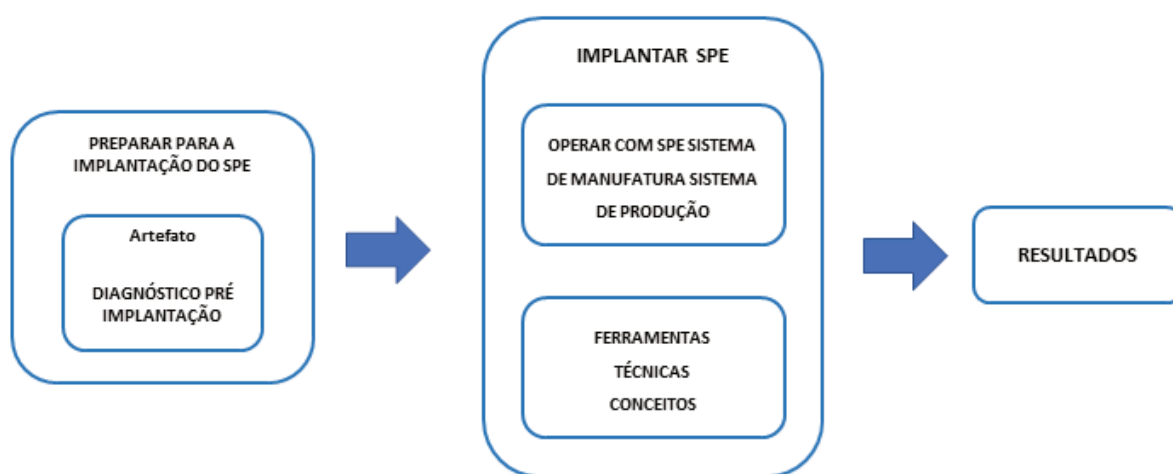
Existe certa imprecisão quanto à classificação de alguns fatores como pré-requisitos para a implantação ou ferramentas do SPE. Alonso (2002) considera equipamentos confiáveis como pré-requisito enquanto Bortolotti et al. (2015) classifica o TPM (*Total Productive Maintenance*) como ferramenta do sistema.

Verificou-se que os artigos selecionados se concentram nas questões internas da empresa, ignorando que esta faz parte de uma cadeia de valor e que suas relações com fornecedores e clientes afetam sua decisão de implantar um SPE. Hu et al. (2015), citando Manoochehri (1988), afirma que para implantar *just-in-time* totalmente, a empresa deve receber materiais dos fornecedores na quantidade e tempo exatos. Bortolotti et al. (2015) citam entre as práticas *lean* a parceria com fornecedores e o envolvimento dos clientes. Marodin e Saurin (2012) listam entre os fatores que afetam a implantação dos SPE a falta de um melhor relacionamento com os fornecedores. Contudo, não detalham esta questão, não esclarecendo como deve se dar este melhor relacionamento com clientes e fornecedores e quais os aspectos desta relação que potencialmente afetam a implantação dos SPE.

A Figura 1 procura expor o desenho de pesquisa localizando seu objeto. Inicialmente, essa dissertação procura segmentar a compreensão do Sistema de

Produção Enxuta. Primeiro, há uma distinção entre implantar e operar o SPE em um sistema produtivo. Segundo, tanto a implantação quanto a operação buscam gerar resultados almejados pela organização. Por fim, se localiza o objeto de pesquisa dessa investigação, que se concentra na preparação para a implantação do SPE.

Figura 1: Desenho de Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como exposto, a literatura não posiciona claramente as fronteiras entre a preparação e a implantação em si. Esse aspecto pode ensejar um conjunto de dificuldades e barreiras para a implantação e, por consequência, para a geração dos resultados. Ainda, a problemática que envolve a implantação, mais especificamente a pré-implantação, conta com um conjunto extensivo, ainda superficial, de análises que procuram identificar as barreiras para a adequada implantação. No entanto, não propões instrumentos para avaliação do sistema produtivo para a implantação. Adicionalmente, não se encontram propostas que apoiem as empresas na preparação de seu sistema produtivo para a implantação do SPE.

Nesse contexto, o problema de pesquisa em que se concentra essa investigação é como avaliar o sistema produtivo e identificar os pré-requisitos faltantes, que eventualmente se transformarão em barreiras durante o processo de

implantação do SPE. A seguir são expostos os objetivos geral e específico desta pesquisa.

1.2 Objetivos

Os objetivos dividem-se em geral e específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é propor um modelo de avaliação das pré-condições necessárias para a implantação do SPE.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta dissertação são:

- a) Definir conceitualmente a etapa de preparação para a implantação do SPE;
- b) Definir conceitualmente as dimensões preparatórias para a etapa de implantação do SPE;
- c) Construir uma análise causal sistêmica das barreiras (efeitos indesejados) para implantação do SPE;
- d) Estabelecimento da priorização das dimensões preparatórias para a implantação do SPE.

1.3 Justificativa

O primeiro passo na investigação do tema proposto foi a consulta às bases de dados Scopus e Emerald e portal CAPES. Como resultado verificaram-se inúmeros artigos abordando a implantação do Sistema de Produção Enxuta, em distintos ramos de atividade. Entretanto, um reduzido número versa sobre barreiras ou pré-requisitos para a implantação de SPE. O Quadro 1 apresenta um resumo das

pesquisas realizadas. Os artigos que abordavam as barreiras e pré-requisitos foram analisados detalhadamente. Estas pesquisas serão melhor exploradas e expostas no Referencial Teórico. De um total de 1.896 artigos analisados, encontrou-se 11 artigos que abordavam o tema proposto, dos quais a maioria abordava as questões culturais e sociais e poucos versavam sobre as dificuldades técnicas na implantação de SPE.

Quadro 1: Resumo das consultas realizadas a base de dados

Base de Dados	Palavra-chave	Quantidade artigos
<i>Scopus</i>	<i>Lean Manufacturing AND Implementation</i>	7.382
<i>Scopus</i>	<i>Lean Manufacturing Implementation Constraints AND PUBYEAR AFT 1980</i>	1.041
<i>Scopus</i>	<i>Toyota Production System Implementation Constraints AND PUBYEAR AFT 1980</i>	545
<i>Capes</i>	<i>Produção Enxuta AND Implantação</i>	10
<i>Emerald</i>	<i>Lean Manufacturing OR Lean Production</i>	300

Fonte: Elaborado pelo autor

Marodini e Saurin (2014) avaliam que o conhecimento das barreiras ainda é superficial e estas ainda não foram relacionadas aos fatores contextuais que podem ser suas causas-raízes. Esta constatação de Marodin e Saurin (2014) foi confirmada na análise detalhada dos 11 artigos selecionados.

Pretende-se nesta pesquisa aprofundar a investigação sobre as causas-raízes que ocasionam as barreiras à implantação dos SPE, verificando seu contexto, sua importância e seu impacto no processo. Desta forma será possível definir um critério de priorização das ações. Ao analisar-se o contexto de cada empresa investigada, poder-se-á avaliar o que é passível de generalização ou não.

A partir da investigação das empresas selecionadas, pretende-se propor um modelo de diagnóstico das pré-condições para a implantação de um SPE. A importância deste modelo de diagnóstico é a redução da probabilidade de ocorrência dos efeitos indesejáveis observados no processo de implantação das empresas investigadas, aumentando as possibilidades de sucesso em outras empresas.

Para a construção do modelo também se elaborará uma estrutura de análise de efeito-causa-efeito dos problemas (efeitos indesejáveis) reportados na literatura. Este aspecto é importante, pois integrará um conjunto de estudos anteriores,

estruturando logicamente as pesquisas para um avanço mais efetivo das investigações futuras.

Adicionalmente, pretende-se definir uma linha divisória entre o que são ações preparatórias ao processo de implantação dos SPE, e o que é a implantação propriamente dita, o que são pré-requisitos ou fatores críticos de sucesso e o que são ferramentas. A definição desta fronteira é necessária para estabelecer a sequência cronológica de etapas no processo de preparação para a implantação e contribuir para eliminar lacunas hoje existentes na literatura. Se as etapas iniciais de preparação não forem cumpridas a seu tempo, gerarão barreiras para a implantação das etapas seguintes.

A discussão sobre os sistemas de custos a serem empregados em SPE também é relevante. Maskell et al. (2012) afirmam que sistemas de custos tradicionais não funcionam para empresas perseguindo o pensamento *lean*, na verdade eles seriam danosos. Johnson (2006) é mais enfático e se refere aos sistemas de custos tradicionais como o inimigo nº 1 da produção enxuta. Em revisão sistemática da literatura sobre métodos de custeio na abordagem enxuta, Fernandes et al. (2015) constatam que os sistemas contábeis conhecidos como *Lean Accounting* ainda possuem baixa adesão devido aos desafios da sua implantação. Portanto, a discussão sobre o sistema de custos mais apropriado na implantação do SPE é outra importante lacuna da literatura. Este trabalho propõe-se a investigar esta questão, avaliando como foi tratada nas empresas analisadas, e como o sistema de custos e de avaliação de performance foi definido.

Finalmente, esta pesquisa pretende analisar detalhadamente a interface das empresas investigadas com seus clientes e fornecedores. Vários autores mencionam a importância desta relação (ACHANGA et al., 2006; BORTOLOTTI et al., 2015; MARODIN; SAURIN, 2012), mas sem mencionar de que forma e com que profundidade esta relação interfere na implantação do SPE. Empresas que adotam o SPE têm que conviver com clientes e fornecedores que não fazem esta opção, produzindo impactos internos que afetam o SPE e seu processo de implantação. Pretende-se nesta pesquisa propor formas de neutralizar estes impactos.

Assim, ao atuar simultaneamente em várias lacunas observadas na literatura, justifica-se a relevância acadêmica desta pesquisa.

Do ponto de vista empresarial, ainda que decorridas décadas de seu desenvolvimento, o interesse pelo SPE é crescente. Em artigo de 1/8/10, a revista

Exame já afirmava que “a produção enxuta deixou o chão de fábrica e começa a ser empregada também na alta gestão, em empresas como 3M, Embraer e Volkswagen. A ideia é a mesma: ganhar eficiência, aumentar o desempenho e cortar custos”.

Em artigo publicado no jornal Valor Econômico de 7/1/2015, Jorge Arbache lista o que considera as megatendências globais, sendo uma delas a crescente relevância das novas tecnologias de produção e gestão para a geração de riqueza. Menciona os SPE e as cadeias globais de valor entre as tecnologias que estão revolucionando a forma como se produz e se gerencia a produção, alterando o jogo da competição.

Artigo de 24/2/16 publicado no jornal Valor Econômico expõe a situação crítica em que se encontra a Volkswagen do Brasil, após perder mais da metade das vendas nos últimos três anos, ser superada pela GM (*General Motors*) em participação de mercado, e ver cair a hegemonia de 27 anos de seu carro mais popular, o Gol. Entre as ações para superar este momento crítico, a Volkswagen pretende aperfeiçoar seu sistema de produção, colocando as fábricas brasileiras entre as dez operações mais eficientes do grupo a nível global (hoje estão entre a vigésima e a vigésima quinta posição). Para isto pretende, segundo seu presidente David Powels, avançar no sistema de manufatura enxuta, a filosofia de gestão empenhada em reduzir ao máximo os desperdícios de uma fábrica.

Em nível internacional, artigo do jornal Valor Econômico de 3/7/14 afirma que as novas tecnologias de produção, como robótica, impressão 3D e manufatura enxuta, têm modificado a noção de escala de produção para a competitividade industrial. A popularização destas novas tecnologias têm estimulado investimentos em plantas industriais nos Estados Unidos e até mesmo o retorno de fábricas antes estabelecidas na Ásia.

A investigação e classificação das barreiras e dificuldades encontradas pelas empresas na implantação de SPE permitirá a elaboração de um modelo de diagnóstico para verificação das condições da empresa preliminarmente ao processo de implantação. As baixas taxas de sucesso na implantação destes sistemas representam um grande desperdício de tempo e recursos para as empresas envolvidas. Pretende-se com esta proposta de um modelo de diagnóstico, elaborado a partir da experiência de empresas que já passaram por este processo de implantação, permitir um aumento da taxa de sucesso e, conseqüentemente, uma racionalização dos recursos empregados.

O aumento da taxa de sucesso é necessário para que mais empresas consigam avançar em sua jornada *Lean* e assim atingir níveis de eficiência e produtividade que lhes permitam aumentar sua participação de mercado e serem bem-sucedidas em um ambiente de negócios de baixa demanda e grande concorrência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apresenta-se breve retrospectiva histórica do Sistema Toyota de Produção, base e inspiração do Sistema de Produção Enxuta. Posteriormente aborda-se a definição do Sistema de Produção Enxuta e suas ferramentas. Descreve-se a seguir as barreiras e pré-condições para a implantação de SPE, objeto desta pesquisa. Finalmente, apresenta-se o Processo de Pensamento Lógico proposto por Eliyahu Goldratt, o qual foi empregado para o desenvolvimento da Teoria das Restrições. Pretende-se utilizar este processo para o mapeamento dos entrelaçamentos causa-efeito na pesquisa a ser realizada, conforme será descrito no capítulo 3 – Procedimentos Metodológicos.

2.1 Sistema de Produção Enxuta

O Sistema Toyota de Produção, origem do Sistema de Produção Enxuta, tem por base a absoluta eliminação do desperdício. (OHNO,1997). Seus pilares são o *just-in-time* e a automação, ou automação com toque humano. *Just-in-time* significa produzir apenas as quantidades de produtos demandadas, no momento necessário. (OHNO, 1997). Automação é a automação associada à capacidade do equipamento em detectar problemas de qualidade e interromper a produção sem intervenção humana. (OHNO, 1997).

O Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido por Taiichi Ohno, ex-vice-presidente de manufatura da Toyota e Shigeo Shingo, consultor da Toyota. Foi implantado na Toyota após a Segunda Guerra mundial, como alternativa ao sistema de produção em massa desenvolvido por Henry Ford no início do século XX. Considerando as características do mercado automobilístico japonês do pós-guerra, o desafio de Ohno era cortar custos produzindo pequenas quantidades de diversos modelos de carros.

Shingo (1996) desdobra a função produção em função processo e função operação. A função processo é o caminho pelo qual a matéria-prima é transformada em produto, consistindo de processamento, inspeção, transporte e estocagem. Operação são as ações efetuadas sobre o material pelos trabalhadores e máquinas. (SHINGO, 1996).

Quadro 2: Linha do tempo do SPE

Ano/Período	Evento
1950-1975	Desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção
1973	Primeira crise do petróleo desperta o interesse pelo STP
1979	Criação do IMVP (<i>International Motor Vehicle Program</i>) no MIT para estudar novo paradigma de produção que desafiava a produção em massa.
1984	Início de operação da NUMMI (<i>New United Motor Manufacturing Inc.</i>), <i>joint-venture</i> entre Toyota e GM.
1988	Taiichi Ohno publica <i>Toyota Production System: beyond large scale production</i> na língua inglesa (edição em japonês em 1978).
1988	John Krafcik, ex-empregado da NUMMI, utiliza o termo <i>Lean Production</i> pela primeira vez em seu artigo <i>Triumph of the Lean Production System</i> .
1989	Shigeo Shingo publica <i>A study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint</i> .
1990	Publicação do livro “A Máquina que Mudou o Mundo” por James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross, reportando os resultados de estudo sobre indústria automobilística realizado pelo IMVP.
2004	Publicação do livro <i>The Toyota Way</i> por Jeffrey Liker, resultado de 20 anos de estudo da Toyota.

Fonte: Adaptado de Shah e Ward (2007).

O Sistema Toyota de Produção identifica sete tipos de perdas: superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, desperdício de movimentos e desperdício na elaboração de produtos defeituosos. (SHINGO, 1996).

Os fundamentos do Sistema Toyota de Produção permaneceram relativamente inacessíveis ao mundo ocidental até a década de 80, quando é criado um programa de estudos no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Os resultados deste estudo são reportados por Womack et al. (1990), então Diretor de Pesquisa do IMVP (*International Motor Vehicle Program*).

Para a compreensão dos princípios do Sistema Toyota de Produção foi importante a decisão da Toyota em constituir uma *joint-venture* para a fabricação conjunta de veículos com a GM em Fremont (Califórnia). Com isto, a Toyota teve que treinar funcionários de outros países e culturas em seu sistema produtivo. A fundação da NUMMI (*New United Motor Manufacturing, Inc.*) ocorre em 1984. Nesta época, tanto Ohno quanto Shingo publicam seus trabalhos, onde descrevem em detalhe o Sistema Toyota de Produção – ver Quadro 2.

O termo *Lean Production* ou Sistema de Produção Enxuta foi cunhado por pesquisadores americanos do Sistema Toyota de Produção. Krafcik (1988) foi o primeiro a utilizá-lo, logo seguido por Womack et al. (1990).

Cua et al. (2001) afirmam que os elementos básicos de um SPE são a redução contínua e, no extremo, a eliminação de toda forma de desperdício; e a melhoria contínua da qualidade de produtos e processos. Shah e Ward (2007) ampliam este conceito, incluindo o relacionamento com fornecedores e clientes. Definem a Produção Enxuta como um sistema sócio-técnico integrado, cujo principal objetivo é a eliminação do desperdício, por meio da redução simultânea da variabilidade interna e em nível de clientes e fornecedores. Shah e Ward (2007) conceituam a Produção Enxuta a partir de 10 construtos operacionais relacionadas respectivamente com fornecedores, clientes e o ambiente interno. Os construtos relacionados e fornecedores são: i) retorno aos fornecedores (*feedback*); ii) entregas JIT (*just-in-time*); e iii) desenvolvimento de fornecedores. O construto ligado aos clientes é o envolvimento destes, definindo suas necessidades. Finalmente, os construtos relacionados ao ambiente interno são: i) a produção JIT; ii) o fluxo contínuo; iii) a redução do tempo de set-up; iv) o controle dos processos; v) o TPM (*Total Productive Maintenance*); e vi) o envolvimento dos funcionários na solução dos problemas.

Womack e Jones (2004) propõem um enfoque operacional e defendem que a Produção Enxuta é baseada em cinco princípios: i) valor; ii) fluxo de valor; iii) fluxo; iv) puxar; e v) perfeição.

Vários autores (BORTOLOTTI et al., 2015; HU et al., 2015; ALBUQUERQUE, 2008; SHAH; WARD, 2007; SEZEN et al., 2012) abordam a questão das ferramentas constituintes do SPE. Observa-se aqui certa confusão semântica. Enquanto autores como Hu et al. (2015) e Albuquerque (2008) listam as ferramentas, outros como Shah e Ward (2007) e Sezen et al. (2012) falam em práticas, fatores e técnicas. Abordar-se-á estas classificações de forma consolidada. No Quadro 3 observa-se um sumário das ferramentas mencionadas nos artigos analisados, a frequência com que são mencionadas, e os respectivos autores.

Quadro 3: Ferramentas constituintes do SPE

Ferramenta	Citações	Artigos
Redução tempo de set-up	5	Bortolotti et al. (2015); Hu et al. (2015); Albuquerque (2008); Shah e Ward (2007); Sezen et al. (2012).
Melhoria contínua	4	Bortolotti et al. (2015); Spear e Bowen (1999); Albuquerque (2008); Sezen et al. (2012).
Lay-out para fluxo contínuo	3	Bortolotti et al. (2015); Albuquerque (2008); Sezen et al. (2012).
Kanban	3	Bortolotti et al. (2015); Hu et al. (2015); Albuquerque (2008).
Mapeamento fluxo de valor	3	Hu et al. (2015); Albuquerque (2008); Sezen et al. (2012).
TPM	3	Hu et al. (2015); Albuquerque (2008); Shah e Ward (2007).
5S e gerenciamento visual	3	Hu et al. (2015); Albuquerque (2008); Sezen et al. (2012).
Trabalho padrão	3	Hu et al. (2015); Spear e Bowen (1999); Albuquerque (2008).
Entregas JIT por fornecedores	2	Bortolotti et al. (2015); Shah e Ward (2007).
Controle estatístico de processo	2	Bortolotti et al. (2015); Shah e Ward (2007).
Relacionamento com fornecedor	2	Bortolotti et al. (2015); Sezen et al. (2012).
Envolvimento cliente	2	Bortolotti et al. (2015); Shah e Ward (2007).
Produção em pequenos lotes	2	Hu et al. (2015); Sezen et al. (2012).
Poka-yoke	2	Albuquerque (2008); Sezen et al. (2012).
Produção puxada	2	Shah e Ward (2007); Sezen et al. (2012).
Fluxo contínuo	2	Shah e Ward (2007); Sezen et al. (2012).
Manutenção autônoma	1	Bortolotti et al. (2015).
Solução de problemas em pequenos grupos	1	Bortolotti et al. (2015).
Treinamento dos empregados	1	Bortolotti et al. (2015).
Liderança da alta administração para qualidade	1	Bortolotti et al. (2015).
5 Porques	1	Hu et al. (2015).
Nivelamento de produção	1	Hu et al. (2015).
Controle de qualidade total	1	Albuquerque (2008).
Fábrica focada	1	Albuquerque (2008).
Avaliação de fornecedores	1	Shah e Ward (2007).
Desenvolvimento de fornecedores	1	Shah e Ward (2007).
Comprometimento dos funcionários	1	Shah e Ward (2007).
Times multifuncionais	1	Sezen et al. (2012).
Redução de inventário	1	Sezen et al. (2012).
Manutenção preventiva	1	Sezen et al. (2012).
Análise de causa-raiz	1	Sezen et al. (2012).
Sistema de sugestões	1	Sezen et al. (2012).

Fonte: Elaborado pelo autor

A ferramenta com maior número de citações (BORTOLOTTO et al., 2015; HU et al., 2015; ALBUQUERQUE, 2008; SHAH; WARD, 2007; SEZEN et al., 2012) é a redução do tempo de set-up. A seguir se posiciona a melhoria contínua, necessária para a eliminação dos desperdícios. Esta é um elemento básico de um SPE, conforme se verificou em sua definição. As seguintes ferramentas também aparecem com destaque: i) *kanban*; ii) *lay-out* adequado para fluxo contínuo; iii) o VSM (*Value Stream Mapping*); iv) o TPM; v) 5S e gestão visual; e (vi) o trabalho padrão. Outras 24 ferramentas tem menções pontuais, sendo mencionadas por um ou dois autores.

Uma vez entendido o conceito e ferramentas do SPE, abordar-se-á a questão de sua implantação e respectivas barreiras, tema desta pesquisa.

2.2 Barreiras e pré-condições para a implantação do SPE

A literatura apresenta propostas de plataformas de implantação de SPE. Estas plataformas apresentam recomendações de ferramentas, técnicas e práticas para cada fase da implantação do SPE.

Chay et al. (2015) fazem uma análise comparativa de 15 plataformas (*frameworks*). Concluem que a maioria dos pesquisadores negligencia a importância da discussão sobre as razões da necessidade de cada ferramenta proposta (apenas 3 pesquisadores em 15 o fazem – Vinoda et al. (2011), Bortolotto e Romano(2012) e Karim e Arif-Uz- Zaman (2013). Também não discutem quem (*stakeholders*) deveria participar da implantação de cada ferramenta (apenas 2 das plataformas o fazem – Anand e Kodali (2009) e Van Aken et al. (2010). Segundo Chay et al. (2015), as plataformas investigadas falham em não considerar aspectos contextuais e contingenciais, apresentando-se como a solução ideal para todas as situações.

Neste sentido, Goldratt (2009), apresenta o caso da empresa Hitachi Tool Engineering, Ltd, em que os conceitos do SPE não seriam aplicáveis. Goldratt (2009) defende que, para que sistemas de produção sejam bem sucedidos, devem atender a quatro conceitos fundamentais: (i) a melhoria do fluxo é o objetivo primordial da operação; (ii) este objetivo primário deve ser traduzido em um mecanismo prático que oriente a operação quando não produzir (prevenindo a superprodução); (iii) eficiências locais devem ser abolidas; e (iv) deve existir um

processo de focalização para balancear o fluxo. Com relação ao SPE, Goldratt (2009) defende que, para que possa ser aplicado, requer estabilidade em três dimensões: (i) estabilidade de produtos e processos; (ii) estabilidade de demanda; e (iii) estabilidade na carga sobre os diversos recursos. Quando esta condição não se verifica, caso da empresa Hitachi Tool Engineering, Ltd, outras soluções devem ser desenvolvidas, a partir dos conceitos fundamentais. (GOLDRATT, 2009).

Resultado de 20 anos de estudo da Toyota, Liker (2004) descreve em detalhe o que considera os 14 princípios do Modelo Toyota de Produção. Dois anos mais tarde, complementa este trabalho com a publicação de um guia prático para a implantação destes princípios. (LIKER; MEIER, 2006). No entanto, a recomendação destes princípios e passos para a implementação não leva em consideração as questões contextuais e contingenciais discutidas por Chay et al. (2015) e Goldratt (2009).

A partir da análise das tentativas de implantação de SPE, autores como Tillema e Van der Steen (2015), Sahwan et al. (2012), Achanga et al. (2006) e Bortolotti et al. (2015), descrevem barreiras encontradas no processo e propõem pré-condições e fatores críticos de sucesso, que são o objeto desta pesquisa. Marodin e Saurin (2014) definem como barreira à implantação de um SPE como qualquer questão social, organizacional ou técnica que compromete a eficiência e efetividade deste processo. Fatores críticos de sucesso são as poucas áreas chave de atividade em que resultados favoráveis são imprescindíveis para que as metas da organização sejam alcançadas. (BULLEN; ROCKART, 1981). As barreiras levantadas na Revisão Sistemática da Literatura foram analisadas e listadas no Quadro 4, e as pré-condições e fatores críticos de sucesso no Quadro 5.

Quadro 4: Barreiras para implantação de SPE

(Continua)

Barreira	Citações	Artigos
Cultura organizacional.	5	Tillema e Van der Steen (2015); Sahwan et al. (2012); Marodin e Saurin (2012); Achanga et al. (2006); Bortolotti et al. (2015).
Falta de conhecimento, experiência e habilidade dos gerentes para conduzir o processo de implantação.	5	Saurin et al. (2013); Marodin e Saurin (2012, 2014); Sahwan et al. (2012); Sim e Rogers (2009).
Falta de conhecimento técnico sobre <i>lean</i> pelas áreas de suporte	3	Marodin e Saurin (2012, 2014); Sahwan et al. (2012).
Falta de suporte por parte da média-gerência	3	Marodin e Saurin (2012, 2014); Sim e Rogers (2009).

(Conclusão)

Barreira	Citação	Artigos
Falta de suporte no chão-de-fábrica	3	Marodin e Saurin (2012, 2014); Sahwan et al. (2012).
Falta de suporte por parte da alta gerência	2	Marodin e Saurin (2014); Sahwan et al. (2012).
Sistemas de controle tradicionais encorajando altos níveis de inventário e baixa qualidade	2	Tillema e Van der Steen (2015); Fernandes et al. (2015).
Falta de educação e treinamento dos funcionários	2	Tillema e Van der Steen (2015); Sim e Rogers (2009).
Falta de autonomia dos funcionários para fazer mudanças	2	Saurin et al. (2013); Sahwan et al. (2012).
Falta de recursos humanos e financeiros	2	Marodin e Saurin (2014); Sahwan et al. (2012).
Falta de comunicação interdepartamental	2	Marodin e Saurin (2014); Sim e Rogers (2009).
Dificuldade em perceber os benefícios financeiros	2	Marodin e Saurin (2012, 2014).
Falta de antecipação dos impactos sistêmicos da Produção Enxuta em todas as áreas da organização	1	Saurin et al. (2013).
Desmotivação após alguns anos	1	Marodin e Saurin (2014).
Operadores inseguros em desempenhar novas atribuições	1	Marodin e Saurin (2014).
Operadores receosos de demissões devido às melhorias	1	Marodin e Saurin (2014).
Operadores não se sentem responsáveis em resolver os problemas	1	Marodin e Saurin (2014).
Não sustentabilidade das melhorias no curto e médio prazos	1	Marodin e Saurin (2014).
Dificuldade em manter o ritmo da implantação do SPE	1	Marodin e Saurin (2014).
Falta de critérios de medição do processo de implantação	1	Sahwan et al. (2012).
Falta de premiação e reconhecimento	1	Sahwan et al. (2012).
Falta de foco no cliente	1	Sahwan et al. (2012).
Falha em projetos <i>lean</i> no passado	1	Sahwan et al. (2012).
Porte da empresa	1	Marodin e Saurin (2012).
Falta de relação com fornecedores	1	Marodin e Saurin (2012).
Estratégias e indicadores não coerentes com produção enxuta	1	Marodin e Saurin (2012).
Maior idade e senioridade dos operadores	1	Marodin e Saurin (2012).
Falha gerencial nas áreas de <i>coaching</i> , comunicação e suporte	1	Sim e Rogers (2009).
Falha em promover a disseminação das melhores práticas	1	Sim e Rogers (2009).
Experiência de antigos empregados é subutilizada para treinamento de novos contratados	1	Sim e Rogers (2009).

Fonte: Elaborado pelo autor.

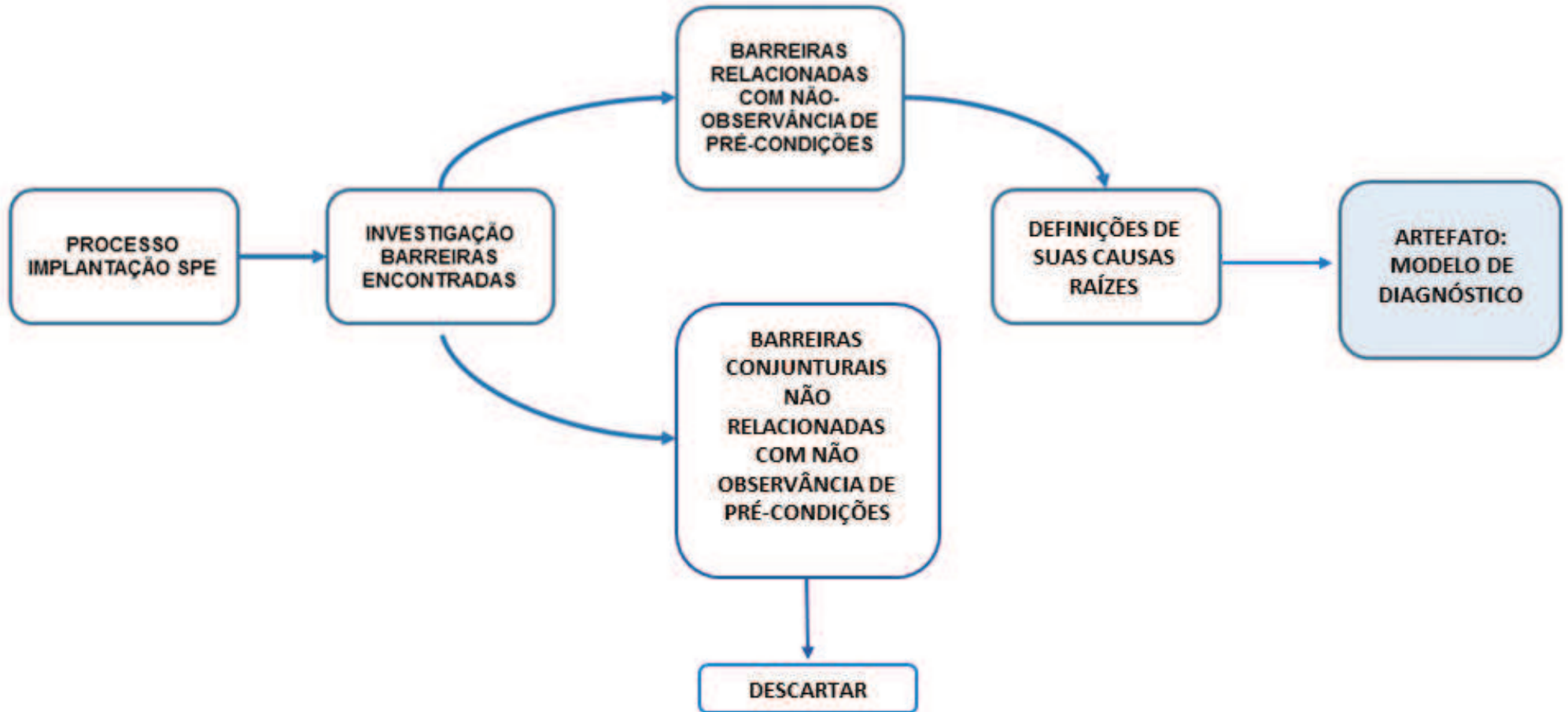
Quadro 5: Pré-condições e Fatores Críticos de Sucesso para implantação de SPE

Pré-requisito ou FCS	Artigo
Coletivismo institucional	Bortolotti et al. (2015)
Coletivismo dentro do grupo	Bortolotti et al. (2015)
Orientação para o futuro	Bortolotti et al. (2015)
Orientação humana	Bortolotti et al. (2015)
Menor nível de assertividade	Bortolotti et al. (2015)
Evitar incerteza	Bortolotti et al. (2015)
Solução de problemas em pequenos grupos	Bortolotti et al. (2015)
Multitarefa	Bortolotti et al. (2015)
Relação de parceria com fornecedores	Bortolotti et al. (2015)
Envolvimento de clientes	Bortolotti et al. (2015)
Melhoria contínua	Bortolotti et al. (2015)
Tomada de decisão nos níveis inferiores	Tillema e Van der Steen (2015)
Descentralização da informação	Tillema e Van der Steen (2015)
Informação de natureza não financeira	Tillema e Van der Steen (2015)
Alta frequência de disseminação da informação	Tillema e Van der Steen (2015)
Especificação rígida	Spear e Bowen (1999)
Conexão direta cliente-fornecedor	Spear e Bowen (1999)
Responsabilidade por produto e serviço definida	Spear e Bowen (1999)
Melhorias feitas conforme método científico	Spear e Bowen (1999)
Atividades, conexões e fluxos com teste embutido	Spear e Bowen (1999)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 2 descreve o roteiro seguido na investigação da literatura, e a relação entre barreiras e pré-condições. Partiu-se das barreiras reportadas na literatura para definir-se as pré-condições (algumas também reportadas em pesquisas anteriores) e fatores críticos de sucesso. Com base nestas pré-condições e fatores críticos propõe-se então elaborar o Artefato Modelo de Diagnóstico Pré-Implantação do SPE.

Figura 2: Roteiro de Investigação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a análise e discussão dos artigos selecionados propõe-se a classificação das barreiras e pré-condições em: i) barreiras e pré-condições socioculturais; e ii) barreiras e pré-condições técnico-financeiras. Discute-se a seguir as barreiras e pré-condições socioculturais.

2.2.1 Barreiras e pré-condições socioculturais

A cultura organizacional pode se constituir em uma barreira para a implantação do SPE. (TILLEMA; VAN DER STEEN, 2015; SAHWAN et al., 2012). No contexto desta pesquisa, cultura organizacional é definida como uma combinação de artefatos (também chamados de práticas, símbolos ou formas), valores e crenças, e suposições subliminares que os membros da organização compartilham sobre o comportamento apropriado. (DETERT et al., 2000).

Bortolotti et al. (2015) investigam quais as características culturais comuns às empresas bem-sucedidas na implantação de SPE. As dimensões culturais avaliadas foram: i) distância de poder; ii) coletivismo institucional; iii) coletivismo grupal; iv) orientação para o futuro; v) orientação para resultados; vi) grau de assertividade; vii) não aceitação de incertezas e; viii) orientação humana (ou voltada para a valorização do ser humano). Concluem que a única dimensão cultural que diferencia as empresas bem-sucedidas na implantação de SPE é o grau de assertividade. Conforme Bortolotti et al. (2015), baixa assertividade permite integrar diferentes funções para resolver conflitos potenciais entre indivíduos e departamentos, eliminando barreiras ao processo de implantação de SPE. Assertividade é definida por Bortolotti et al. (2015) como o grau em que os indivíduos da organização são assertivos, conflituosos ou agressivos nas relações sociais.

Marodin e Saurin (2014) trazem a questão da influência do contexto organizacional sobre as barreiras. Defendem que o conhecimento das barreiras à implantação dos SPE ainda é superficial e que as barreiras não foram relacionadas aos fatores contextuais que podem ser sua causa-raiz. Segundo Marodin e Saurin (2014), o contexto organizacional é definido por duas dimensões: i) o ambiente de trabalho e; ii) a evolução histórica da implantação do SPE na empresa. O ambiente de trabalho é um sistema sócio-técnico formado por quatro subsistemas que interagem: i) social; ii) técnico; iii) organização do trabalho; e iv) ambiente externo.

Marodin e Saurin (2014) analisam a influência do contexto nas barreiras e a inter-relação entre as barreiras. Para isto utilizam o modelo ISM (*Interpretive Structural Modeling*), definindo um modelo para priorização das barreiras.

Marodin e Saurin (2012) fazem uma revisão de literatura de 2000 a 2012 para identificar as linhas de pesquisa sobre a implantação de SPE. Com base em 89 estudos, identificam sete linhas de pesquisa, sendo uma delas o objeto deste trabalho – os fatores que afetam o processo de implantação. No entanto, pela natureza do seu trabalho (revisão sistemática da literatura), Marodin e Saurin (2012) não têm a oportunidade de contextualizar e limitam-se a listar genericamente fatores como suporte e comprometimento da gerência e resistência dos operadores.

Tais fatores também são mencionados por Sim e Rogers (2009) em estudo de caso realizado em empresas de manufatura da costa leste dos EUA. Outros fatores como o processo de comunicação e a segurança no trabalho também são mencionados. A questão da segurança no trabalho aparece apenas neste artigo e pode representar um viés desta investigação. A empresa em questão estava transferindo parte de suas atividades para o exterior, e a redução dos postos de trabalho nos EUA foi relacionada pelos trabalhadores com o processo de implantação do SPE. Este é um exemplo dos aspectos contingenciais a serem considerados.

Achanga et al. (2006) investigam os fatores críticos de sucesso para a implantação de SPE especificamente em SMEs (*Small and Medium Enterprises*). Para isto combinam uma revisão da literatura com visitas e entrevistas em dez empresas inglesas. Os fatores mencionados, como i) comprometimento gerencial; ii) habilidades e conhecimentos; e iii) cultura organizacional, já apareciam em estudos anteriores e não são exclusividade das SMEs. Talvez o único fator mencionado mais relacionado com as SMEs seja a capacidade financeira.

Na mesma linha de investigação, Hu et al. (2015) fazem uma revisão sistemática da literatura com relação à implantação dos SPE em SMEs. Quatro temas principais são identificados, sendo um deles os fatores críticos de sucesso para a implantação dos SPE em SMEs. Fatores são identificados e os autores enfatizam a necessidade de considerar no plano de implantação i) a concessão de autonomia para os funcionários efetivarem a mudança e; ii) uma estratégia de suporte aos mesmos. Hu et al. (2015) também discutem os fatores inibidores e

reforçadores relacionados com o porte da empresa e propõe um roteiro para implantação de SPE em SMEs.

Albuquerque (2008) apresenta estudo de caso em quatro empresas baianas onde comprova algumas das barreiras já mencionadas, como falta de comprometimento gerencial e resistência à mudança por funcionários mais antigos. Mas apresenta questões inéditas como o impacto da alta rotatividade em alguns setores e o foco em resultados em curto prazo.

Abordar-se-á a seguir as barreiras técnico-financeiras.

2.2.2 Barreiras e pré-condições técnico-financeiras

A principal barreira técnica, pelo critério de volume de citações (SAURIN et al., 2013; MARODIN; SAURIN, 2012, 2014; SAHWAN et al., 2012; SIM; ROGERS, 2009) é a falta de conhecimento, experiência e habilidade dos gerentes para conduzir o processo de implantação. Barreiras correlacionadas são o treinamento e a educação dos empregados em geral (TILLEMA; VAN DER STEEN, 2015; SIM; ROGERS, 2009) e a falta de conhecimento técnico sobre SPE pelas áreas de suporte. (MARODIN; SAURIN, 2014; SAHWAN et al., 2012). Tal aspecto reforça a importância do planejamento do treinamento e conscientização em todos os níveis. Adicionalmente, a questão da experiência no processo de implantação abre a discussão sobre a opção de conduzir o processo com recursos internos ou com apoio de consultores externos.

Outra barreira técnica reconhecida são os indicadores operacionais incompatíveis com o SPE. Tillema e Van Der Steen (2015) e Fernandes et al. (2015) discorrem sobre sistemas de custos tradicionais encorajando altos níveis de inventário (com o propósito de absorver custos fixos) e baixa qualidade. Marodin e Saurin (2012) reconhecem como barreira estratégias e indicadores não coerentes com o SPE. Adicionalmente, Marodin e Saurin (2012, 2014) listam entre as barreiras a dificuldade em perceber os benefícios financeiros da implantação do SPE, o que pode estar relacionado com indicadores de performance inadequados.

Tillema e Van Der Steen (2015) propõem como forma de conter o conflito entre diferentes sistemas de controle a i) colonização; ii) a separação; iii) o compromisso; iv) a implementação incremental, e v) a ocultação. Colonização se

expressa pela preponderância de um sistema de controle sobre o outro; a separação, pelo isolamento dos dois sistemas, cada um servindo a propósitos específicos; o compromisso, pelo uso de um sistema misto; a implementação incremental, pela introdução do sistema enxuto somente dentro do nível de autonomia de seus proponentes; e finalmente a ocultação, pela omissão das iniciativas *lean* daqueles que poderiam se opor, principalmente a nível corporativo. Tillema e Van Der Steen (2015) concluem que mesmo com os mecanismos de contenção de conflito, três problemas permanecem: i) a dificuldade em justificar investimentos em produção *lean*; ii) a dificuldade em aplicar princípios enxutos nas decisões operacionais (devido à ênfase imposta pelos sistemas contábeis tradicionais em cobrir os custos fixos); e iii) a preocupação com a confiabilidade das informações financeiras.

Em revisão sistemática da literatura, Fernandes et al. (2015) verificam que o método de custeio mais utilizado na abordagem enxuta foi o ABC, seguido de custeio padrão, custeio variável e custeio meta. Dentre os métodos adicionais, destacam-se o Custeio do Fluxo de Valor e a Teoria das Restrições. Conforme Fernandes et al. (2015), o método de custeio tradicional promove comportamentos incompatíveis com a produção enxuta, tais como a fabricação de grandes lotes e a preservação de estoques elevados. Fernandes et al. (2015) concluem que as empresas adotam uma combinação entre os métodos de custeio, favorecendo a tomada de decisão com relação a preço, desenvolvimento da linha de produção, melhoria de processos, determinação do mix ideal de produtos e melhoria do desempenho financeiro da empresa.

Seguindo uma abordagem mais operacional, Spear e Bowen (1999) defendem que a especificação rígida é a base do Sistema Toyota de Produção, tornando a flexibilidade e a criatividade possíveis. Spear e Bowen (1999) definem quatro regras para a implantação de um SPE: i) toda atividade deve ser minuciosamente especificada quanto a conteúdo, sequência, duração e resultado esperado; ii) toda conexão cliente-fornecedor deve ser direta, não deixando dúvida sobre o que se quer e o resultado esperado; iii) as responsabilidades por cada produto ou serviço devem estar definidas e; iv) toda melhoria deve ser feita conforme o método científico, sob a tutela de um orientador, no nível mais baixo possível da organização.

Verificaram-se nesta seção diferentes abordagens para a questão das barreiras à implantação do SPE, tanto do ponto de vista sociocultural quanto do ponto de vista técnico-financeiro. Estas abordagens representam diferentes perspectivas que se complementam, permitindo a construção de uma visão sistêmica para o processo de implantação do SPE.

No entanto, algumas destas abordagens pecam pela superficialidade de análise das barreiras mencionadas, gerando o questionamento se estas são a causa do problema ou efeitos indesejáveis. Para que se evite esta lacuna na investigação proposta, pretende-se utilizar o Processo de Pensamento da Teoria das Restrições para investigar as relações de efeito-causa-efeito das barreiras, o qual será descrito a seguir.

2.3 Processo de pensamento da TOC

A Teoria das Restrições, desenvolvida por Eliyahu Goldratt, tem em seus fundamentos a lógica de efeito-causa-efeito. Esta lógica foi expressa em outra ferramenta da Teoria das Restrições, o Processo de Pensamento. (DETTMER, 2007). De acordo com a TOC (*Theory of Constraints*), as restrições – qualquer coisa que impeça um sistema de atingir sua meta – determinam o seu desempenho. (COX III; SCHLEIER, 2013). A TOC propõe um método para utilizar essas restrições com eficiência, conhecido como os cinco passos do processo de focalização, sendo eles: i) identificar as restrições do sistema; ii) decidir como explorar ao máximo estas restrições; iii) subordinar o resto do sistema à restrição; iv) elevar a capacidade das restrições do sistema; e v) se as restrições tiverem sido eliminadas nos passos anteriores, voltar ao primeiro passo. (GOLDRATT, 1988, 1990). O TPC (tambor-pulmão-corda) é o mecanismo de programação e controle empregado para implantar o TOC em um estabelecimento de produção, em que tambor é o posto mais lento, que estabelece o ritmo da fábrica; o pulmão é o material anterior ao tambor, que garante que este nunca fique sem trabalho; e a corda é o mecanismo de comando para a injeção de material na fábrica, ocorrendo apenas quando o pulmão é consumido. (COX III; SCHLEIER, 2013).

O Processo de Pensamento da Teoria das Restrições é composto por cinco “árvores lógicas” e as respectivas regras lógicas que orientam sua construção: i) a

Árvore da Realidade Atual; ii) a Nuvem de Evaporação; iii) a Árvore da Realidade Futura; iv) a Árvore de Pré-requisitos e; v) a Árvore de Transição. (DETTMER, 2007). O Quadro 6 mostra a finalidade de cada árvore lógica.

Quadro 6: Ferramentas do Processo de Pensamento da TOC

Questão	Ferramenta
O que mudar?	Árvore da Realidade Atual
Para o que mudar?	Evaporação das Nuvens Árvore da Realidade Futura
Como provocar a mudança?	Árvore de Pré-requisitos Árvore da Transição

Fonte: Adaptado de Cox e Spencer (2002).

Nesta pesquisa, pretende-se utilizar a Árvore da Realidade Atual (ARA) (conforme ver-se-á no Capítulo 3 – Procedimentos Metodológicos) como procedimento para mapeamento das relações de efeito-causa-efeito que levam às barreiras à implantação do SPE. Por este motivo, passa-se a descrevê-las.

A Árvore da Realidade Atual é uma ferramenta de análise de lacunas. Ela examina a lógica de causa-efeito provocando a situação atual, e descreve porque a situação atual é diferente daquela que se objetiva. (DETTMER, 2007). A Árvore da Realidade Atual tem início com os efeitos indesejáveis, que são os efeitos que se interpõe entre a situação atual e a desejada. (DETTMER, 2007). A partir destes efeitos, se discute toda a cadeia de causa-efeito, que conduz a poucas causas-raízes que provocam os efeitos indesejáveis. Assim, a ARA indica o que mudar, e quais as mudanças que terão maior efeito na eliminação dos efeitos indesejáveis, permitindo sua priorização. (DETTMER, 2007).

Noreen et al. (1996) propõe uma sequência de 10 passos para a construção da Árvore da Realidade Atual – ver Quadro 7.

Quadro 7: Passos para a construção da ARA

Passo	Descrição
1	Faça uma lista de cinco a dez Efeitos Indesejáveis (EIs) que descrevam a área analisada, e submeta cada um deles à Ressalva de Existência da Entidade.
2	Se encontrar uma conexão aparente entre dois ou mais EIs, conecte este grupo enquanto faz o escrutínio de cada entidade e flecha ao longo do caminho. Caso contrário, escolha um EI ao acaso e prossiga para o Passo 3.
3	Conecte todos os outros EIs ao resultado do Passo 2, fazendo o escrutínio de cada entidade e flecha ao longo do processo. Pare quando todos os EIs estiverem ligados. Faça o escrutínio de acordo com as Categorias de Ressalvas Legítimas – ver Quadro 8.
4	Leia a árvore de baixo para cima, fazendo novamente o escrutínio de cada flecha e entidade ao longo do percurso. Proceda às correções necessárias.
5	Pergunte a si mesmo se a árvore como um todo reflete a sua intuição sobre a área. Se não, verifique cada flecha para descobrir Ressalvas de Causa Adicional – ver Quadro 8.
6	Não hesite em expandir a sua árvore, para conectar outros EIs existentes mas que não foram incluídos na lista original de EIs. Não dê este passo até que todos os EIs originais estejam conectados.
7	Reexamine os EIs. Identifique as entidades na árvore que sejam intrinsecamente negativas, mesmo que a entidade não constasse da lista original de EIs, ou que ela requeira que a árvore seja expandida para cima, uma ou duas entidades.
8	Elimine da árvore quaisquer entidades que não sejam necessárias para conectar todos os EIs.
9	Apresente a árvore para alguém que o ajude a fazer aflorar e desafiar os pressupostos encontrados nela.
10	Examine todos os pontos de entrada da árvore e decida quais os que acha que deseja atacar. Escolha entre eles o que contribui mais para a existência dos EIs. Se ele não causar impacto sobre pelo menos 70% dos EIs re-selecionados, acrescente ligações do tipo V.

Fonte: Adaptado de Noreen et al. (1996).

De acordo com Noreen et al. (1996), as flechas na Árvore da Realidade Atual são flechas de suficiência – supõe-se que a entidade que dá origem à flecha seja uma causa relevante da entidade na extremidade da flecha. Entidade é definida como cada quadro contendo uma declaração. O processo de escrutínio mencionado nos Passos 2, 3 e 4 do Quadro 7 deve ser realizado considerando as Categorias de Ressalvas Legítimas – ver Quadro 8 (NOREEN et al., 1996). Conforme Noreen et al. (1996), existe uma ressalva legítima quando a lógica apresentada não faz sentido. Há duas razões para que o observador apresente ressalvas legítimas em uma relação causa-efeito: i) existência da entidade; e ii) existência da causalidade. (NOREEN et al., 1996).

Quadro 8: Categorias de Ressalvas Legítimas

Categoria de Ressalva	Descrição
Existência da entidade	Questionar a existência da entidade (causa e efeito), explicando que a causa ou o efeito não existe.
Existência da causalidade	Questionar a existência do elo causal entre a causa e o efeito com o uso da declaração Se... Então; explicando que embora se concorde que tanto C como E existem, não há uma ligação direta entre a causa declarada e o efeito observado.
Tautologia	Ser redundante ao afirmar a relação causa-efeito. A causa é uma repetição do efeito, provocando a redundância. É possível estabelecer a causa como sendo o efeito e vice-versa. Portanto, a causa não produz o efeito.
Existência do efeito (entidade) predito	Usando outro efeito para mostrar que a causa hipotética não produz o efeito inicialmente observado. Mas se a causa original resultar também no efeito adicional, isto apoia a relação original causa-efeito.
Suficiência de causa	Mostrar que uma causa adicional não trivial deve existir para explicar a existência do efeito observado. Se as causas sugeridas não existirem, então o efeito observado não irá existir.
Causa adicional	Explicar que uma causa adicional que aumenta o tamanho do efeito observado deve existir. As causas amplificam o tamanho do efeito observado e nenhuma das causas pode, individualmente, explicar o tamanho ou a extensão do efeito. A declaração SE...ENTÃO é formulada como SE C E D ENTÃO E.
Esclarecimento	Não entender claramente a relação causa-efeito ou a entidade. Pedir uma explicação adicional da relação causa-efeito da relação ou entidade.

Fonte: Adaptado de Noreen et al. (1996).

Complementando a relação de Categorias de Ressalva Legítima apresentada por Noreen et al. (1996), Dettmer (2007) propõe uma oitava categoria: a reversão de causa-efeito. Uma forma de verbalizar esta ressalva é questionar: a causa declarada é a origem do efeito, ou o efeito é na realidade a origem da causa. (DETTMER, 2007).

Conforme Noreen et al. (1996), o uso das Categorias de Ressalvas Legítimas durante a revisão da ARA tende a diluir o conflito e a atitude defensiva, mantendo a discussão focalizada nos assuntos em pauta. Também, as Categorias de Ressalvas Legítimas equilibram a influência no grupo, neutralizando questões de personalidade e autoridade. (NOREEN et al., 1996).

O Processo de Pensamento da Teoria das Restrições vem sendo utilizado para solucionar problemas em diversas áreas de atividade e aplicações. Como exemplo de aplicação no setor de serviços, Lacerda et al. (2010) apresentam projeto

desenvolvido em instituição de ensino superior, focalizando o subprocesso de elaboração do orçamento. Através do desenvolvimento da *Árvore da Realidade Atual*, identificaram como problema principal o fato de que o orçamento não representava a estratégia da universidade como um todo. A causa-raiz definida foi o gerenciamento dos departamentos buscando a eficiência local. A injeção proposta foi a criação de indicadores que levassem os departamentos a agir buscando a eficiência global da instituição. (LACERDA et al., 2010).

Partindo de um estudo de caso em sistemas produtivos industriais, Librelato et al. (2014) propõem o uso complementar do VSM (*Value Stream Mapping*), ferramenta do SPE, e do Processo de Pensamento da Teoria de Restrições. Enquanto o VSM é uma ferramenta que contribui para a identificação dos problemas e perdas, o Processo de Pensamento da TOC contribui para a identificação da causa-raiz dos problemas identificados no VSM. (LIBRELATO et al., 2014). Segundo Librelato et al. (2014), a aplicação do VSM em uma cadeia produtiva longa, onde vários problemas são identificados, não contribui para a discussão das causas-raízes ou para a sua priorização, sendo esta a contribuição do Processo de Pensamento da TOC.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Dresch et al. (2015), “o ponto de partida para a realização de uma pesquisa científica é a definição de uma razão para dar início à investigação”. Booth et al. (2005), defendem que a investigação pode estar fundamentada em três pontos principais: compreender um fenômeno em profundidade, buscar a resposta para uma questão importante, e o desejo do investigador em compartilhar uma informação interessante. Entende-se que esta pesquisa atende simultaneamente os três critérios acima. Além de definir o ponto de partida, o pesquisador deve estabelecer o objetivo que deseja atingir com a investigação: explorar, descrever, explicar ou prever. (DRESCH et al., 2015). Conforme Dresch et al. (2015), para atingir esse objetivo, o pesquisador deve escolher o método científico que irá orientar a sua investigação, e a seguir o método de pesquisa e o método de trabalho. A seguir procede-se à definição destes passos, o que assegurou a correta execução desta pesquisa.

3.1 Delineamento da pesquisa

Com relação ao método científico, Dresch et al. (2015) propõem uma classificação entre método indutivo, dedutivo e hipotético-dedutivo. Complementa esta classificação tradicional com a proposição de um quarto método, que chama de método abduutivo, Segundo Dresch et al. (2015), “O método abduutivo consiste em estudar fatos e propor uma teoria para explicá-los. Logo, a abdução é um processo de criar hipóteses explicativas para determinados fenômeno/situação”. A abdução distingue-se dos demais métodos, por ser um processo criativo, permitindo a introdução de uma nova ideia. (DRESCH et al., 2015). Conforme esta classificação, esta pesquisa caracteriza-se por ser fundamentalmente indutiva, uma vez que parte do conhecimento empírico acumulado em algumas experiências a serem investigadas, e propõe generalizá-los. Mas também se utiliza do método abduutivo, uma vez que se permite introduzir novas ideias.

O método de pesquisa a ser utilizado neste trabalho é o *Design Science Research*. Embasou-se esta decisão na tabela proposta por Dresch et al. (2015) com a intenção de orientar o pesquisador na escolha entre os métodos *Design*

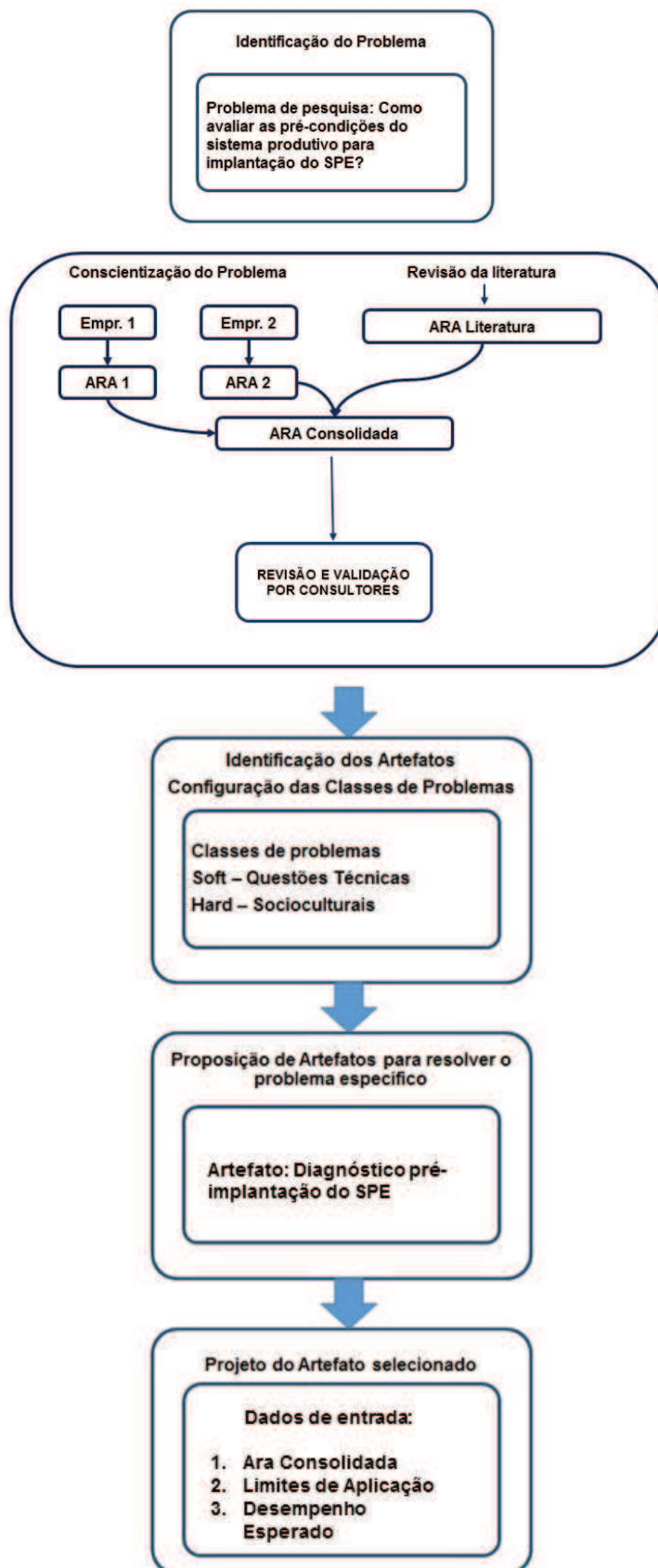
Science Research, Estudo de Caso e Pesquisa-ação. Segundo Lacerda et al. (2013), o enquadramento metodológico consiste em escolher e justificar um método de pesquisa que permita: i) responder ao problema de pesquisa formulado; ii) ser avaliado pela comunidade científica; e iii) evidenciar procedimentos que robusteçam os resultados da pesquisa. A *Design Science Research* é o método que fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa quando o objetivo é um artefato ou uma prescrição. (DRESCH et al., 2015). Conforme Lacerda et al. (2013), pesquisas que desenvolvam artefatos, os apliquem em um contexto organizacional e os avaliem, encontram na *Design Science Research* um respaldo metodológico adequado. Este trabalho desenvolveu um artefato (um modelo) que permite solução satisfatória para o problema prático apresentado. Tem como objetivo projetar este artefato e prescrever. Tem como principais atividades definir o problema, sugerir, desenvolver, avaliar e concluir. O papel do pesquisador é a construção do artefato. Pretende-se a generalização do uso do artefato a uma determinada classe de problemas, sendo esta generalização específica do DSR (*Design Science Research*).

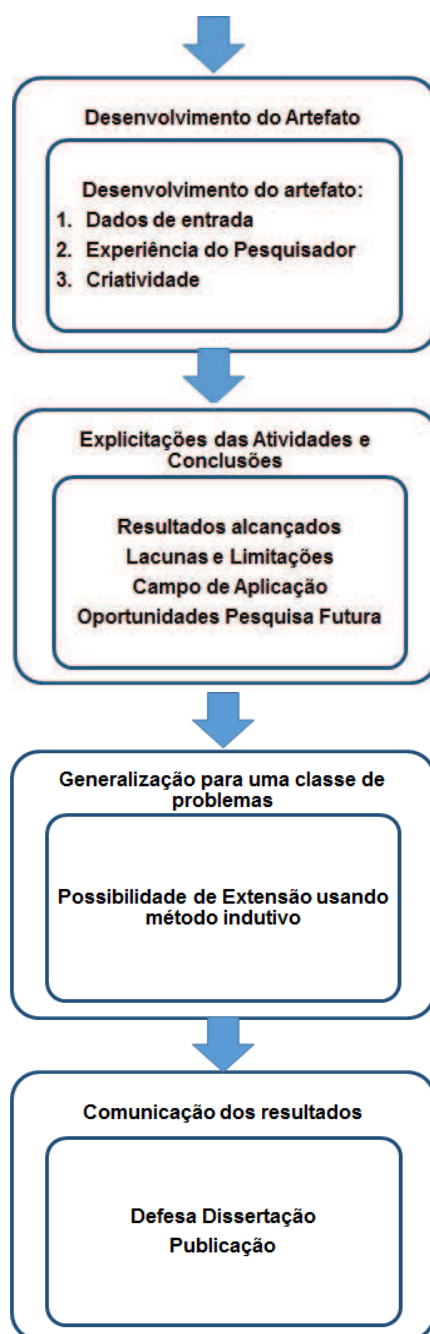
3.2 Método de trabalho

O método de trabalho seguido está baseado no roteiro proposto por Dresch et al. (2015) (ver Figura 3), cujos principais passos são descritos a seguir.

Figura 3: Proposta para a condução da pesquisa utilizando o Design Science Research

(Continua)





Fonte: Adaptado de Dresch et al. (2015).

Na etapa de conscientização do problema, coletou-se informações buscando melhor compreender o problema, sua complexidade e extensões. Considerando-se a natureza empírica do tema de pesquisa, realizou-se nesta etapa a investigação em duas empresas do setor metal-mecânico do estado do Rio Grande do Sul, que passaram por processos de implantação do Sistema de Produção Enxuta recentemente. O processo de seleção destas empresas considerou o tipo de fabricação (produção seriada), o porte da empresa (empresas de médio e grande

porte), sua maturidade no processo de implantação do Sistema de Produção Enxuta, e a possibilidade de acesso pelo pesquisador.

A investigação nas empresas foi conduzida considerando-se os seguintes passos: i) levantamento dos efeitos indesejados (EIs) por meio de entrevistas; ii) montagem das ARAs a partir dos EIs; iii) processo de escrutínio da ARA; e iv) revisão final com os entrevistados para avaliação, validação e ampliação da ARA.

Seguindo este processo, foram montadas as ARAs da Empresa 1 e da Empresa 2. Uma terceira ARA foi obtida a partir das informações obtidas na Revisão Teórica, que denominou-se ARA da Literatura. Finalmente as três ARAs foram consolidadas em uma única ARA, que chamou-se ARA Consolidada, onde se chegou às causas-raízes das barreiras e dificuldades encontradas na implantação do SPE. Neste processo investigatório considerou-se tanto as questões internas à empresa como as interfaces da empresa com clientes e fornecedores.

A ARA Consolidada foi então analisada e validada com cinco profissionais com experiência em consultoria em implantação de SPE, cujo *Curriculum Vitae* resumido pode ser encontrado no Apêndice 14.

Na etapa seguinte, identificação dos artefatos e configuração das classes de problema, não foi possível encontrar artefatos e soluções já desenvolvidas para resolver o problema em estudo ou problemas similares.

A partir das observações e conclusões nas empresas selecionadas, da contribuição dos consultores entrevistados, da criatividade do pesquisador (método abdução descrito anteriormente) e de sua experiência prévia, se fez o desenvolvimento do modelo proposto para avaliação da empresa.

O projeto e o desenvolvimento do modelo foi feito a partir das causas-raízes definidas na ARA Consolidada. O Modelo de Diagnóstico tem o formato de uma matriz, com as dimensões a serem verificadas para definir a situação da empresa pré-implantação em um dois eixos e a avaliação no outro eixo.

A explicitação das aprendizagens, conclusões, generalização para uma classe de problemas e a comunicação dos resultados será feita através da defesa da dissertação e sua publicação. Pretende-se apontar as limitações da pesquisa, que orientarão trabalhos futuros na área. Dada a característica empírica do tema de estudo, é fundamental a discussão da delimitação e aplicabilidade do artefato desenvolvido.

3.3 Coleta e análise de dados

A técnica empregada na coleta de dados nas empresas foi a de entrevistas semiestruturadas, com quatro níveis hierárquicos: diretoria, gerência intermediária, primeiro nível de liderança e operadores de máquina. O objetivo de abordar estes quatro níveis hierárquicos foi verificar a consistência da percepção dos entrevistados com relação à situação da empresa e ao processo de implantação do SPE. As entrevistas foram conduzidas de forma independente em cada nível para evitar constrangimentos e o viés da autoridade de um nível sobre o outro. O roteiro preliminar das entrevistas encontra-se no Apêndice 1. O período considerando nas respostas foi o intervalo de tempo entre o início do processo de implantação e sua conclusão, ou o momento atual, caso a empresa considere que o processo ainda não está concluído. O critério de seleção dos funcionários foi a sua participação ativa na implantação do SPE. As questões para entrevistas foram divididas em cinco etapas: i) delineamento do contexto; ii) ferramentas do SPE utilizadas pela empresa; iii) investigação das práticas administrativas; iv) o processo de implantação do SPE; e v) a montagem da ARA. Para a etapa ii) ferramentas do SPE utilizadas, foi utilizado o modelo proposto por Sezen et al. (2012), desenvolvido com o objetivo de avaliar a aderência de empresas a práticas enxutas. Este modelo foi testado em pesquisa com 207 fornecedores de autopeças, sendo sua validade estatística confirmada. Este modelo foi complementado por questões introduzidas pelo autor, consideradas relevantes para investigar barreiras apontadas na literatura. Conforme o modelo, para cada questão é atribuída uma nota. Responderam as questões todos os entrevistados em cada empresa. Na etapa iii) investigação das práticas administrativas, operadores de máquina não participaram. Na etapa v) montagem da ARA, buscou-se o consenso, com validação do resultado obtido por todos os entrevistados em cada empresa.

As entrevistas foram complementadas com investigação documental e observação direta. Esta complementação atende a triangulação de informações proposta por Mangan et al. (2004), e tem por objetivo observar o mesmo fenômeno a partir de diferentes perspectivas que se retroalimentam. A relação dos documentos analisados encontra-se no Apêndice 2 e a relação dos itens verificados na observação direta encontra-se no Apêndice 3.

Para a validação com consultores foi revisada a ARA Consolidada em todos os seus elementos, em entrevistas presenciais. O critério de seleção dos consultores foi a sua atuação na implantação de SPE ou implantação de ferramentas *Lean*. Novamente utilizamos aqui a técnica de triangulação proposta por Mangan et al. (2004), submetendo as informações obtidas nas empresas investigadas à avaliação de consultores com experiência prévia no tema.

3.4 Perfil das empresas pesquisadas

A Empresa 1 é fabricante de auto-peças para o mercado de veículos leves, tendo 80% de participação no mercado brasileiro e argentino. Possui duas unidades industriais no estado do RS, 1400 funcionários e faturamento de R\$ 700 M em 2017. Faz parte de empresa global de capital inglês, líder mundial em seu setor de atividade, com atuação em mais de 40 países e 30000 funcionários. Assim, tem autonomia relativa para iniciativas locais, mas também está sujeita a programas globais definidos no exterior.

Sua jornada *Lean* começou na década de 80 com a implantação dos CCQ (Círculos de Controle da Qualidade) onde se introduziu o trabalho em equipe para solução de problemas, tendo como ferramenta naquele momento o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas). Seguiram-se o TPM (Total Productive Maintenance), a introdução do *set-up* celular e, na década de 90, a divisão da produção em unidades de manufatura, cada qual com seu gerente, abrangendo a administração da produção, a manutenção, qualidade e engenharia de processo (estas últimas com uma estrutura matricial, em que algumas atividades eram alocadas à unidade de manufatura e outras permaneciam centralizadas, por sua natureza especializada). Neste momento foi refeito todo o *lay-out* da fábrica, com a disposição das máquinas em células de manufatura (até então o *lay-out* era por processos), em um grande esforço de movimentação de máquinas sem afetar o atendimento dos clientes. Após a reorganização da fábrica em unidades de manufatura e células de produção, foi introduzido o conceito de OEE (*Overall Equipment Efficiency*) e o LTA (*Lost Time Analysis*) passou a ser praticado extensivamente, levando a um grande aumento na eficiência fabril. Também nesta época houve a organização dos *pre-sets* e o controle e redução sistemática dos tempos de *set-up*, melhorando novamente o OEE. No ano 2000 houve um

alinhamento com o Sistema Toyota de Produção e a empresa passou a entender o relacionamento das diferentes partes constituintes do sistema e suas ferramentas. Houve treinamento extensivo neste sistema, desde operadores até os níveis gerenciais. Em 2004-2005 a empresa colocou como prioridade, agora a nível global, a implantação do Sistema de Produção Enxuto ou *Lean Manufacturing*. Neste momento, a unidade local estava preparada para esta implantação, pois com a introdução dos programas anteriores, havia atingido um nível adequado em dois pré-requisitos importantes: o comprometimento dos funcionários, gerando e implantando idéias de melhoria; e a estabilização da produção, com um nível adequado de eficiência na operação. Restava interligar as unidades de manufatura em um sistema puxado, sincronizando as operações, reduzindo os inventários em processo, e aumentando a flexibilidade e agilidade de resposta às solicitações dos clientes.

Foram feitas duas tentativas de implantação de um sistema puxado, parte importante de um Sistema de Produção Enxuto, a primeira em 2009/2010, e a segunda em 2013/2014, sendo que ambas fracassaram, ainda que por motivos diversos. Foram situações de mercado opostas. No primeiro período, o mercado estava batendo recordes sucessivos de produção, gerando com isto gargalos na fábrica. Devido à falta de capacidade produtiva, os cartões vermelhos do sistema puxado passaram a se acumular, fazendo com que o sistema puxado entrasse em colapso e exigisse a intervenção do PCP para priorizar as atividades. No segundo momento, a crise na indústria automobilística havia iniciado e havia sobra de capacidade fabril. Com quedas sucessivas e imprevistas no nível de atividade, recursos ficaram ociosos e houve intervenções do setor financeiro determinando a produção para estoque para manter os recursos em atividade. Com isto houve a introdução de cartões *kanban* extras, sem demanda de clientes, e o sistema puxado foi abandonado. Hoje o sistema puxado está parcialmente mantido em apenas uma unidade de manufatura, e existe a discussão interna sobre a conveniência de estender seu uso para as demais unidades ou não.

Apresenta-se o resultado da auto-avaliação do estágio de implantação do SPE, conforme modelo proposto por Sezen *et al* 2012) (Apêndice 1) no Quadro 9. Os principais indicadores operacionais da empresa são apresentados no Quadro 10.

Quadro 9 Auto-avaliação do estágio de implantação do SPE Empresa 1

Ferramentas do SPE utilizadas: 1 - não pratica, 4 - pratica parcialmente, 7 - pratica integralmente				
	Diretor	Gerente UM	Supervisor	Operador
Nós nos esforçamos em reduzir o tempo de set-up de máquinas	7	4	7	7
Sistemas puxados e kanban são usados na produção	4	4	7	4
Nós procuramos reduzir os lotes de produção	4	1	7	4
Nós evitamos manter mais estoque em processo que o necessário	4	4	7	1
Sempre que possível, nós utilizamos produção peça a peça	7	4	4	4
Mapeamentos do fluxo de valor são realizados	4	4	4	4
Nós nos esforçamos em melhorar o fluxo nos processos	4	4	7	4
Atividades de manutenção preventiva são realizadas rotineiramente com a participação de todos os empregados	7	7	4	4
Os processos podem ser acompanhados facilmente	4	4	7	4

(Continua)

Áreas de trabalho são limpas regularmente e a ordem é mantida	7	4	4	1
Diagramas de peixe, círculos de qualidade e outras técnicas são empregadas para encontrar a causa-raiz dos problemas	7	1	4	1
Um programa de sugestões é empregado em nossa empresa	4	4	4	4
A cultura de melhoria contínua é estabelecida na empresa	7	4	7	7
Dispositivos a prova de erro (poka-yokes) são utilizados em nossa empresa	4	7	4	7
Esforço é empregado para eliminar os desperdícios em todos os processos	4	4	7	4
O lay-out da fábrica favorece o fluxo contínuo de peças	7	4	4	7
Standard work é definido para todas as operações e visual	4	4	4	4
Informação é disponibilizada no chão-de-fábrica, favorecendo o gerenciamento visual	7	7	4	7

(Continua)

Fornecedores fazem suas entregas em um sistema JIT	4	4	4	Não sei
Controle estatístico de processo é utilizado extensivamente em toda a fábrica para monitoramento dos processos	7	7	7	4
Alguns clientes possuem sistema puxado para a solicitação de peças	1	4	Não sei	Não sei
Sequenciamento da produção e definição de super-mercados são práticas normais no planejamento da produção	1	1	7	C

Quadro 10: Indicadores Operacionais Empresa 1

Indicador Operacional Empresa 1 (acum. Jan-Ago 2017)	
PPM clientes externos	15
Sucata (% de vendas)	1,04
Produtividade (R\$ vendas/funcionário)	552k
OEE (%)	79
DAS - OEM	97,4%
Giros inventário	14,1

A Empresa 2 é tradicional fornecedora do mercado automobilístico, tendo iniciado suas atividades em 1947, originalmente como fornecedora do mercado de reposição. Poucos anos depois fez acordo de transferência de tecnologia com empresa no exterior e passou a fornecer para o mercado original. Mais tarde foi adquirida pela empresa americana que havia cedido a tecnologia e passou a fazer parte de uma corporação global, com atuação nos principais mercados automobilísticos. Está presente no Brasil com várias divisões em diferentes estados.

O foco desta pesquisa foi uma destas divisões, com sede no estado do Rio Grande do Sul, fornecedora de peças para o mercado de caminhões, sendo seus principais clientes a Mercedes-Benz, Toyota, MAN e Volvo. Esta divisão possui 286 funcionários diretos e 208 indiretos, com faturamento anual em torno de R\$ 200 M. Foi afetada pelas crises que impactaram o mercado automobilístico nacional recentemente, com reduções significativas de faturamento e quadro de funcionários, notadamente em 2009 e 2016, quando o mercado de caminhões teve queda de 50%.

A Empresa 2 iniciou a implantação do SPE no ano de 1999, por iniciativa local. Os primeiros passos foram a reorganização da produção considerando os diversos fluxos por produto (anteriormente o *lay-out* era por processo) e a organização de células de produção. No entanto, a empresa já havia implantado programas de idéias e a cultura de eliminação de desperdícios estava arraigada, determinando um ambiente favorável à implantação do SPE. A seguir foi feita a revisão da estrutura organizacional, com a introdução da multifuncionalidade no setor produtivo e a distribuição dos recursos de manutenção, qualidade, programação e engenharia de processos entre as unidades de manufatura. Hoje são 3 unidades de manufatura e 68 *Value Streams*, produzindo 33 famílias de produtos. A questão da logística interna foi focalizada, com a definição de rotas para distribuição de matéria-prima e recolhimento do produto final. O espaço físico para armazenamento de produto acabado em cada célula de produção foi limitado, de forma a inibir a superprodução.

Em 2008 foi implantado um programa corporativo de *Lean Manufacturing* a nível global, que não contradisse as iniciativas descritas, mas as consolidou e ampliou. Inicialmente foram implantadas 11 ferramentas do SPE, em diferentes módulos como 5S, definição de indicadores (KPIs), gerenciamento visual, padronização do trabalho, SMED, treinamento *on-the-job*, etc. A seguir o número de módulos foi ampliado para 17 e 21, número atual. Objetivos de desempenho são definidos para cada ferramenta e auditorias de avaliação são conduzidas pela corporação anualmente, para comprovação e calibração das auto-avaliações que são feitas mensalmente. O resultado da auto-avaliação utilizando o modelo proposto por Sezen *et al* (2012) (Apêndice 1), considerando diferentes níveis hierárquicos, é apresentado no Quadro 11, e os principais indicadores operacionais são elencados no Quadro 12.

Quadro 11: Auto-avaliação do estágio de implantação do SPE Empresa 2

Ferramentas do SPE utilizadas: 1 - não pratica, 4 - pratica parcialmente, 7 - pratica integralmente					
	Diretor	Plant Manager	Coordenador VS	Técnico de Manufatura	Operador de Máquina
Nós nos esforçamos em reduzir o tempo de set-up de máquinas	7	4	4	7	7
Sistemas puxados e kanban são usados na produção	4	4	7	7	4
Nós procuramos reduzir os lotes de produção	4	7	7	4	4
Nós evitamos manter mais estoque em processo que o necessário	4	7	7	4	7
Sempre que possível, nós utilizamos produção peça a peça	7	4	4	4	4
Mapeamentos do fluxo de valor são realizados	4	7	7	7	Não sei
Nós nos esforçamos em melhorar o fluxo nos processos	7	7	7	7	7
Atividades de manutenção preventiva são realizadas rotineiramente com a participação de todos os empregados	7	4	7	4	1
Os processos podem ser acompanhados facilmente	7	7	7	4	7
Áreas de trabalho são limpas regularmente e a ordem é mantida	7	7	7	7	1
Diagramas de peixe, círculos de qualidade e outras técnicas são empregadas para encontrar a causa-raiz dos problemas	7	4	7	7	4
Um programa de sugestões é empregado em nossa empresa	7	7	7	7	4
A cultura de melhoria contínua é estabelecida na empresa	7	7	7	7	7
Dispositivos a prova de erro (poka-yokes) são utilizados em nossa empresa	7	4	7	7	7
Esforço é empregado para eliminar os desperdícios em todos os processos	7	7	7	7	7

(Continua)

O lay-out da fábrica favorece o fluxo contínuo de peças	7	7	7	4	4
Standard work é definido para todas as operações e visual	7	4	7	7	7
Informação é disponibilizada no chão-de-fábrica, favorecendo o gerenciamento visual	7	4	7	4	7
Fornecedores fazem suas entregas em um sistema JIT	4	4	4	7	4
Controle estatístico de processo é utilizado extensivamente em toda a fábrica para monitoramento dos processos	7	4	7	7	7
Alguns clientes possuem sistema puxado para a solicitação de peças	4	7	7	Não sei	4
Sequenciamento da produção e definição de super-mercados são práticas normais no planejamento da produção	4	7	7	7	4

Quadro 12: Indicadores Operacionais Empresa 2

Indicador Operacional Empresa 2 (acum. Jan-Ago 2017)	
PPM clientes externos	0,5
Sucata (% de vendas)	0,342
Produtividade (R\$ vendas/funcionário)	707k
OEE (%)	75,2
DAS - OEM	99,28
Giros inventário	19,3

3.5 Delimitações

A partir da aplicação original do Sistema de Produção Enxuta no setor automobilístico, seu uso se estendeu para diversas indústrias e para o setor de serviços. Este fato pode ser observado na Revisão Bibliográfica. Pode-se observar a existência de vários artigos nos setores de saúde, educação, alimentação, assim como artigos explorando a conexão do Sistema de Produção Enxuta com outras

linhas de pesquisa, como *Six Sigma*, *Lean Six Sigma* e *Supply Chain*. Como cada setor tem suas particularidades, limitou-se a investigação a empresas de produção seriada do setor metal-mecânico.

Por outro lado, não se pretende abordar o processo de implantação em si do Sistema de Produção Enxuta, com as suas várias ferramentas. O escopo deste trabalho está limitado à discussão dos pré-requisitos que devem ser observados e solucionados antes do processo de implantação, para que o mesmo seja bem-sucedido.

4 ANÁLISE CAUSAL DAS BARREIRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO SPE:

Para a discussão das barreiras para a implantação do SPE, utilizou-se a ferramenta da ARA, Árvore da Realidade Atual. A partir de cada barreira, entendida como Efeito Indesejado, foi construída a ARA, chegando-se em sua base nas causas-raízes para as barreiras. Algumas destas causas-raízes são comuns a mais de um efeito indesejado e a mais de uma ARA. A partir da construção da ARA da Empresa 1 (Apêndices 4 e 5), ARA da Empresa 2 (Apêndice 6) e ARA da Literatura (Apêndice 7 e 8), chegou-se à ARA Consolidada (Apêndices 9,10,11, 12 e 13). Descreve-se a seguir cada uma das ARAs, iniciando-se pela ARA da Literatura.

4.1 Evidências da Literatura

A ARA da Literatura foi construída a partir das barreiras mencionadas na literatura investigada, as quais estão listadas no Quadro 4. Observou-se que algumas destas barreiras possuem entre si relações de causalidade, o que foi considerado para a montagem da ARA. Desta forma, as barreiras mencionadas na literatura podem aparecer na ARA como efeito indesejado, mas também em uma posição intermediária ou mesmo como causa-raiz. Uma característica da ARA da Literatura é uma menor quantidade de relações de causa-efeito, quando comparada com as ARAs das Empresas 1 e 2. A razão para isto é não ter-se tido a oportunidade de interação com os autores, buscando-se uma discussão das causas-raiz originais. Assim, limitou-se a considerar na construção da ARA o que está mencionado na literatura, observando-se uma certa superficialidade em algumas análises.

Esta limitação está evidente na primeira barreira considerada, a inadequação da cultura organizacional para a implantação do SPE. Como causas da inadequação tem-se deficiências nas dimensões da cultura consideradas importantes para a implantação, quais sejam: trabalho em equipe, senso de propriedade e comprometimento, busca do consenso, busca da melhoria contínua, sistema de indicadores e metas definidos e acompanhados, e delegação de autoridade desde

os níveis mais baixos da organização. Mas não se tem uma discussão sobre o motivo destas dimensões não estarem presentes, ou as dificuldades para adequar a cultura da empresa a estas dimensões.

Outra barreira considerada foi a falha em identificar e disseminar as melhores práticas, tendo como causa a falta de comunicação interdepartamental, que está impactada pela forma como a empresa está organizada: por funções e não por processos.

A questão da instabilidade dos processos produtivos tem como causa-raiz a falta de recursos técnicos para atuar em temas como *downtime* por manutenção corretiva, capacidade de máquinas e tempos de *set-up*. Gera como consequência interrupções frequentes do fluxo produtivo e questionamentos quanto à eficácia do SPE.

Uma barreira mencionada com frequência pela literatura é a falta de suporte por parte da média e alta gerência. Na ARA desenvolvida, esta barreira tem como causas-raiz a decisão da empresa de não buscar consultores com experiência prévia na implantação do SPE e a falta de treinamento de seus funcionários. Como consequência, tem-se a falta de recursos humanos e financeiros para implantar o SPE e a insegurança dos funcionários em desempenhar novas atribuições. A falta de treinamento das áreas de apoio também conduz à inadequação dos seus processos ao SPE e a não antecipação dos impactos sistêmicos da produção enxuta em todas as áreas da organização.

A questão do conflito de indicadores está considerada na ARA, tendo como causas-raiz a inexistência de um sistema de custos que atenda todas as demandas e a crença da área financeira nos sistemas de custos tradicionais. Como consequência tem-se temas relevantes como a falta de critérios de medição do processo de implantação do SPE, a dificuldade em perceber os benefícios financeiros da implantação e sistemas de custos tradicionais encorajando altos níveis de inventário.

Outro efeito indesejado incluído na ARA da Literatura foi o impacto no sistema produtivo das variações súbitas de demanda, impacto este amplificado pela sincronização proporcionada pelo SPE. A inexistência de ação junto ao cliente para estabilizar a demanda ou a indefinição de processo interno que neutralize a variação tem como causa-raiz o não entendimento da necessidade de estabilização da demanda. Por sua vez, o não entendimento está relacionado com a falta de

conhecimento, experiência ou habilidade dos gerentes para conduzir o processo de implantação.

Finalmente, aborda-se a questão da conexão com fornecedores, mais especificamente o não envolvimento destes no processo de implantação do SPE. Como consequência tem-se a produção interna “puxada” (conforme preconizado pelo SPE) e o abastecimento pelos fornecedores “empurrado” com base no MRP, gerando tanto excesso como falta de materiais. Como causa-raiz define-se a não percepção da necessidade de receber materiais dos fornecedores na quantidade e tempo exatos (JIT).

Desta forma, construiu-se a ARA da Literatura em que as principais barreiras à implantação do SPE mencionadas pela literatura investigada são incluídas e interligadas dentro de uma lógica de causa-efeito, partindo-se do efeito indesejado e chegando-se à causa-raiz. Conforme exposto, esta ARA da Literatura contribuirá para a definição da ARA Consolidada, em que se tem as barreiras mencionadas pela literatura juntamente com as barreiras observadas nas Empresas 1 e 2.

4.2 Indícios empíricos – ARA da empresa 1

A questão da falta de comunicação, que já havia sido abordada na ARA da Literatura, ressurge na discussão das barreiras da Empresa 1, mas sob outro aspecto. Enquanto a Literatura reporta a falha em disseminar as melhores práticas como causa, aqui a causa-raiz é a falta de discussão envolvendo todas as áreas da empresa e falta de consenso quanto ao plano de implantação do SPE. A falta de consenso tem aqui causas históricas e contextuais. O plano de implantação foi definido a partir da corporação da empresa, situada no exterior. O plano definido foi executado e acompanhado de forma monolítica em todos os países em que a empresa opera, não se admitindo adaptações locais. O foco da implantação foi o setor produtivo, não se considerando a participação dos demais setores da empresa. Em um segundo momento há a implantação do *Lean Office*, mas não como uma abordagem sistêmica do SPE, e sim como uma extensão da eliminação das perdas

para os processos administrativos. Assim, não existe o consenso interno sobre as vantagens da implantação do SPE e algumas áreas funcionais se sentem alijadas do processo, promovendo resistência expressa ou velada ao processo de implantação. Estes conflitos, muitos deles subliminares, não são equacionados e impactam a velocidade de implantação do plano. A discussão dos aspectos sistêmicos do plano de implantação não ocorre.

A discussão sobre a estabilização dos processos também tem na Empresa 1 um aspecto contextual. As causas da falta de estabilidade seguem o que foi discutido na ARA da Literatura, mas o enfoque aqui não é a existência de recursos técnicos e sim sua manutenção. A Empresa 1 havia evoluído na estabilidade do processo ao longo dos anos, tanto a nível de redução de paradas para manutenção corretiva quanto em relação a estabilização e redução de tempos de set-up, tendo ciência da importância destes fatores para a implantação do SPE. Com a drástica redução de demanda iniciada em 2013/2014, viu-se forçada a adequar sua estrutura a este novo patamar, como condição de sobrevivência. Recursos de engenharia e manutenção foram eliminados. Os indicadores de estabilidade de processo estagnaram ou retroagiram em alguns setores. Como consequência, inseguras com relação à confiabilidade dos equipamentos, algumas lideranças promoveram a formação de estoques protetivos, agindo contrariamente ao preconizado pelo SPE e envolvendo o processo de implantação em alguns setores.

Outra barreira discutida durante a avaliação da Empresa 1 foi o conflito de indicadores. Aqui se confirmou o que havia sido verificado na literatura, com indicadores locais não coerentes com a produção enxuta levando à superprodução e altos níveis de inventário. Como exemplo destes indicadores locais pode-se mencionar indicadores de produção média diária e produtividade. A história recente proporcionou oportunidades interessantes de observação, pois a redução de demanda ocorrida na crise de 2013 colocou a empresa na condição de ter de decidir muitas vezes entre superprodução ou ociosidade de recursos, principalmente mão-de-obra. Este conflito de indicadores, associado à dificuldade em perceber os benefícios econômicos da implantação do SPE, provocaram dúvidas nos primeiros níveis de liderança sobre como agir nestas situações, reduzindo o ritmo de implantação do SPE.

Uma barreira detectada na discussão da Empresa 1 e que não foi descrita na literatura foi a questão da gestão da demanda. Foi observada a falta de capacidade

produtiva para recuperação dos supermercados, quando uma interrupção de fluxo ocorre por qualquer motivo. Como causa-raiz detectou-se a falta de percepção da necessidade de manutenção desta capacidade disponível para recuperação e a política da empresa de vender toda a capacidade disponível e investir considerando apenas a saturação da capacidade.

Outra barreira detectada na Empresa 1 e que não havia sido apontada na literatura é a restrição a investimentos para melhoria de fluxo. Esta restrição pode ocorrer tanto a nível de área construída como a nível de investimento em equipamentos redundantes para eliminar tempos de espera e estoques intermediários. A Empresa 1 é impactada pela exiguidade de espaço físico, dificultando o fluxo de peças e a gestão visual de estoques intermediários. Como causa-raiz detectou-se a dificuldade em demonstrar o impacto econômico da melhoria do fluxo de peças. O sistema de rateio de custos vigente na Empresa 1 considera apenas os tempos operacionais das peças, não considerando tempo de espera, tempos de *set-up* e tempos de atravessamento. Como consequência verifica-se o *lay-out* fabril inadequado para a otimização do fluxo de peças e restrições de fluxo decorrentes de equipamentos compartilhados.

A construção da ARA da Empresa 1 permitiu a confirmação de barreiras listadas pela literatura e o aprofundamento de sua compreensão, dentro de um contexto e momento histórico específico. Adicionalmente foram detectadas barreiras não mencionadas pela literatura, que estarão presentes na ARA Consolidada.

4.3 Indícios empíricos – ARA da empresa 2

A discussão sobre a barreira instabilidade dos processos produtivos abordou a mesma causa-raiz da falta de recursos técnicos já verificada na Empresa 1, aprofundando a sua extensão. Esta situação é compreensível, considerando-se que a Empresa 2 é fornecedora do setor de caminhões, onde a redução de demanda nos anos recentes foi ainda mais profunda. Durante as entrevistas, foi constatado que a quantidade de recursos técnicos disponíveis havia sofrido profunda redução, quando

comparada com a situação anterior à crise econômica, o que estava impactando a estabilidade de processos que já havia sido obtida.

Novamente se verificou na Empresa 2 a barreira do conflito de indicadores, com os mesmos impactos reportados na Empresa 1. No entanto, há na Empresa 2 uma consciência desta questão e uma proposição de critérios de decisão a nível de sistema de custos gerencial, que sugerem que a empresa vá caminhar nesta direção.

A barreira da falta de suporte pela liderança intermediária da produção foi discutida e constatou-se como causas-raiz a falta de treinamento em SPE da liderança intermediária (uma vez que o treinamento privilegiou operadores e *team leaders*), a falta de clareza sobre o novo papel da liderança intermediária e a insegurança provocada pela transferência de conhecimento e autoridade para os operadores e *team leaders*. Também a falta de aderência das áreas de apoio ao processo de implantação do SPE foi discutida como barreira, tendo por base a indefinição sobre o papel das áreas de apoio após a implantação e a insegurança provocada por esta indefinição.

Uma barreira reportada pela Empresa 2 no processo de implantação do SPE que não havia sido mencionada pela literatura e não havia sido identificada na Empresa 1 foi a falta de comprometimento por parte da produção no processo de implantação, como decorrência do estabelecimento de uma equipe externa de apoio à implantação e a indefinição de responsabilidades. Entendeu a produção que a responsabilidade pela implantação era desta equipe de apoio e se absteve de participar do processo. A constituição desta equipe de apoio deve ser precedida de uma clara definição de responsabilidades, objetivos e expectativas.

Outra barreira inédita reportada pela Empresa 2 foi a heterogeneidade no nível de conhecimento em SPE, que tem como causas a dificuldade de entendimento pelas lideranças mais antigas, o *turnover* de pessoal levando à admissão de funcionários com menor nível de conhecimento em SPE, e o reduzido tempo de treinamento para novos funcionários.

Estas últimas barreiras foram incorporadas à ARA Consolidada, enriquecendo seu conteúdo.

4.4 Análise integrada – ARA Consolidada

Para efeito de organização, optou-se em segmentar a ARA Consolidada em *Hard*, a qual trata das questões técnicas, e *Soft*, que endereça os aspectos sócio-culturais e comportamentais. Os efeitos indesejados a partir dos quais foi estruturada a ARA Consolidada foram ainda agrupados em Dimensões, as quais são listadas a seguir, sendo as Dimensões 1 a 7 constituintes da ARA *Hard* e as Dimensões 8 a 11 constituintes da ARA *Soft*:

1. Dimensão Gestão da demanda
2. Dimensão Gestão da capacidade
3. Dimensão Gestão de fornecedores
4. Dimensão Otimização do fluxo
5. Dimensão Estabilização dos processos
6. Dimensão Conflito de indicadores
7. Dimensão Heterogeneidade
8. Dimensão Suporte e Autonomia
9. Dimensão Falta de consenso e comunicação
10. Dimensão Cultura Organizacional
11. Dimensão Estrutura de Apoio e seu papel

4.4.1 Dimensão Gestão da demanda

A questão da gestão da demanda é um dos principais elementos da *interface* com os clientes e, caso não tratada adequadamente, afeta também no outro extremo a relação com os fornecedores da empresa. O principal fator a ser considerado é a variabilidade da demanda, principalmente no curto prazo, e seus impactos, tanto internamente como para toda a cadeia de fornecimento. Observou-se que, para o mesmo mercado de atuação, existem comportamentos distintos por parte dos clientes com relação à variabilidade de demanda. Alguns clientes, notadamente de

origem asiática, mantém seus programas de produção praticamente congelados no curto prazo e fazem ajustes apenas no médio e longo prazos, sempre com comunicação prévia a seus fornecedores. Por sua vez, os clientes de origem americana e europeia aplicam variações súbitas em seus programas de produção, frequentemente sem comunicação prévia a seus fornecedores, e sem respeitar o *lead time* de seus processos produtivos internos e de seus subfornecedores. Estas variações súbitas fazem com que a empresa e seus fornecedores tenham que mobilizar rapidamente recursos adicionais a um alto custo, em caso de aumento de demanda, ou fiquem com recursos ociosos, em caso de redução súbita de demanda. Quando isto ocorre, a empresa tem duas opções: tentar agir junto a seus clientes para convencê-los dos impactos negativos das variações súbitas de demanda no curto prazo, ou desenvolver mecanismos internos que neutralizem o impacto destas variações súbitas (*Heijunka*). No caso específico das empresas investigadas, que atuam no setor automobilístico, o poder está concentrado a jusante da cadeia de fornecimento e a capacidade de influência dos fornecedores junto às montadoras, individualmente ou mesmo em conjunto, é limitado. Resta portanto a segunda opção: o desenvolvimento de mecanismos de nivelamento de produção, que devem estar definidos em termos de frequências de cálculo, extensão no tempo, e responsabilidades. A variabilidade da demanda no curto prazo tem impacto sobre a empresa e sua cadeia de fornecedores, independentemente do sistema de produção que adotem, mas impacta em maior grau as empresas que adotam ou estão em processo de implantação do SPE. Neste sistema os estoques intermediários e finais são reduzidos e com isto, os impactos são maiores. Não há o efeito amortecedor proporcionado pelos inventários em processo e todas as linhas afetadas tem que reagir mais rapidamente. Assim, a não consideração de um processo de nivelamento da produção se transforma em uma barreira para a implantação de SPE.

Outro impacto negativo para a empresa, caso um sistema de nivelamento de produção não seja adotado, é o desperdício de recursos produtivos nos momentos de demanda reduzida -“vales”, e eventualmente a impossibilidade de acompanhar o incremento da demanda - “picos”(por falta de recursos), afetando as taxas de entrega. Com a aplicação do nivelamento de produção, a demanda “média” pode ser atendida e a taxa de entrega não é afetada.

A Dimensão Gestão da Demanda pode ser definida como o conjunto de procedimentos adotados para reduzir a variabilidade advindos dos clientes como mecanismo de preparar a organização para a implantação e contribuir para a manutenção do SPE.

4.4.2 Dimensão Gestão da Capacidade

A política da empresa quanto à utilização e planejamento da capacidade produtiva pode ser transformar em outra barreira para a implantação do SPE. Observou-se nas empresas investigadas que o planejamento é feito buscando-se uma equalização das capacidades produtivas de todos os processos. Quando isto não ocorre é porque houve a atuação de fatores não previstos, provocando o desbalanceamento. Em uma condição de balanceamento das capacidades produtivas, quando ocorre uma quebra imprevista de fluxo (quebra de máquina por exemplo), a capacidade de recuperação desta operação é limitada pela capacidade adicional existente em relação à demanda. Em um SPE, a sincronização das operações em um sistema “puxado” e a redução de estoques intermediários fazem com que o impacto de interrupções de fluxo seja potencializado, atingindo sequencialmente e paralisando todas as operações, na medida em que os supermercados das áreas não atingidas são completados e as operações são interrompidas para evitar a super-produção. Assim, é recomendável que seja preservada uma parcela da capacidade produtiva para uma rápida recuperação quando o fluxo é restabelecido. Esta prática foi observada *in loco* em visita à Toyota, em que os dois turnos de trabalho são deslocados para permitir algumas horas de recuperação da produção diariamente, em regime de hora-extra, em caso de perda de produção.

Assim, a venda de toda a capacidade produtiva, não observando a necessidade de alguma capacidade disponível para recuperação, pode se transformar em uma barreira para a implantação do SPE. O dimensionamento desta capacidade disponível para recuperação está relacionado com o nível de estabilidade dos processos, e deve ser determinada caso a caso.

A Dimensão Gestão da Capacidade pode ser entendida como a política definida pela empresa para dimensionamento de sua capacidade instalada, tanto em relação à demanda como um recurso ou operação em relação aos demais.

4.4.3 Dimensão Gestão de fornecedores

Devido à especialização de processos e restrição de investimentos, uma parte crescente do processo dos produtos da empresa é produzida por fornecedores. Assim é contraditório pensar-se em promover melhorias na parte interna do processo, através da implantação do SPE, e não considerar a extensão destas mesmas melhorias para a parte do processo que é executada em fornecedores. Mas o que se observou nas empresas avaliadas foi a implantação do SPE a partir do setor de produção, sem considerar seus impactos em outros setores da empresa e fornecedores. Na ausência desta visão sistêmica, o não envolvimento dos fornecedores no processo de planejamento e implantação do SPE se transformou em uma barreira à implantação, com o estabelecimento de uma desconexão entre a produção interna “puxada” e o abastecimento pelos fornecedores “empurrada” com base no MRP. Esta desconexão provocou o desabastecimento de alguns itens e excesso de estoque em outros. Adicionalmente, o esforço de redução interna de *lead time* é pouco efetivo se os fornecedores não promoverem a mesma redução na parte do processo que controlam. O engajamento dos fornecedores pode ocorrer em diferentes níveis, podendo se limitar a um fornecimento *just-in-time* a partir de sua expedição, ou pode compreender a implantação do SPE em sua atividade produtiva. Neste caso, tem-se também a redução do *lead time* total, considerando-se todo o processo produtivo, e conseqüentemente um aumento na flexibilidade e na taxa de entrega. Para que este engajamento dos fornecedores se efetive, é necessário que se considere no planejamento da implantação do SPE a atividade de desenvolvimento dos fornecedores para o SPE, e se garanta os recursos e estrutura necessários.

As empresas analisadas apresentaram comportamentos distintos neste aspecto. A empresa 2 ainda não estendeu a implantação do SPE para seus fornecedores, e começa a sentir as limitações provocadas por esta situação. A

empresa 1, por sua vez, estendeu o fornecimento em sistema “puxado” para a maioria de seus fornecedores locais, mas restam algumas situações específicas a resolver:

- a) Fornecedores que por sua característica tem longos ciclos produtivos, como aciarias, e com isto limitam as possibilidades de melhoria no *lead time* total.
- b) Fornecedores com visão de resultado de curto prazo, que aceitam o fornecimento JIT ao longo do mês, mas insistem em faturar o previsto originalmente no fechamento do mês.
- c) Fornecedores localizados no exterior, em que é difícil operacionalizar um sistema JIT, considerando-se o longo tempo de trânsito e os custos de desconsolidação de cargas no caso de embarques parciais.

Por Gestão de Fornecedores entende-se as atividades direcionadas para a “conversão” dos fornecedores ao SPE, incluindo entregas JIT, e sua interligação dentro de uma cadeia logística que busca a eliminação das perdas, a redução gradativa dos inventários e o aumento da taxa de entrega.

4.4.4 Dimensão Otimização do fluxo

As duas empresas analisadas reportaram como barreira para a implantação do SPE a dificuldade em aprovar investimentos para melhoria de fluxo. Ambas as empresas possuem a mesma condição de implantar um SPE a partir de uma situação anterior de *lay-out* por processos e espaço fabril previamente definido. Todo o *lay-out* foi refeito com a constituição de células de produção, mas as limitações de espaço não permitiram a implantação de um melhor fluxo de produção, prejudicando também a gestão visual de inventários em processo. Verificou-se que a dificuldade em justificar investimentos em expansões de área para melhoria de fluxo está relacionada com a inadequação do sistema de custeio, que está baseado em tempos operacionais e não reconhece melhorias no *lead time*. Com isto, há uma dificuldade em demonstrar o impacto econômico da melhoria do fluxo e justificar

investimentos. Da mesma forma, investimentos em máquinas somente são considerados em caso de saturação de capacidade. Duplicações de equipamentos, ainda que de baixo investimento, para eliminar restrições de fluxo, não são aceitos, uma vez que os benefícios decorrentes não podem ser evidenciados. Esta situação traz como consequências dificuldades de programação e a necessidade de sequenciamento da produção nos pontos de restrição de fluxo, com a formação de estoques intermediários.

A Dimensão Otimização de Fluxo pode ser definida como o esforço na redução dos tempos de atravessamento, tendo como consequência a maior flexibilidade fabril e aumento nas taxas de entrega aos clientes. A redução pode ser obtida por redução de inventários intermediários e tempos de espera e/ou eliminação de restrições de capacidade e compartilhamento de recursos.

4.4.5 Dimensão Estabilização dos processos

A queda da atividade econômica do país nos últimos anos, ainda mais intensa no setor automobilístico, fez as empresas promoverem uma reestruturação, tanto nos setores produtivos, como nas áreas de suporte. Esta reestruturação nas áreas técnicas de suporte, como manutenção e engenharia de processos, impactou a condição das empresas de promoverem a estabilidade em seus processos, gerando uma restrição para a implantação do SPE. Esta dificuldade foi experimentada pelas duas empresas analisadas. A redução dos quadros de manutenção impactou a disponibilidade de máquinas e o OEE dos equipamentos, enquanto a redução da estrutura de engenharia de processos prejudicou os esforços de redução e estabilização dos tempos de *set-up* e o trabalho de melhoria de capacidade de máquinas. Esta situação provocou uma maior instabilidade no *output* do sistema produtivo, o que conjugado com a redução de estoques em processo promovida pelo SPE, afetou as taxas de entrega e suscitou dúvidas sobre a adequação do SPE às necessidades da empresa. Outro impacto observado no setor automobilístico nos últimos anos foi o elevado número de lançamentos de novos modelos e uma significativa alteração na participação de mercado dos competidores, com o

consequente aumento na complexidade de fabricação. Internamente, esta situação provocou o aumento no número de itens fabricados com os mesmos recursos, com o aumento no número de *set-ups* e redução do tamanho de lotes de fabricação. Como consequência, um maior percentual da disponibilidade dos equipamentos foi consumido com *set-ups* e observou-se uma redução do OEE.

Uma barreira enfrentada pelas empresas objeto desta investigação neste período foi a dificuldade em prever o impacto da redução de estrutura organizacional, principalmente das áreas técnicas, na estabilidade dos processos produtivos e de seu *output*, prejudicando assim a justificativa para a sua preservação.

Por Estabilização de Processos entende-se as ações direcionadas para reduzir a variação no *output* do sistema produtivo, aumentando a sua previsibilidade. São exemplos de ações a manutenção preventiva dos equipamentos e a melhoria contínua da capacidade dos processos.

4.4.6 Dimensão Conflito de indicadores

Uma das barreiras mais importantes mencionadas pelos entrevistados foi a existência de indicadores conflitantes, gerando dúvidas nos decisores sobre qual a linha de ação mais apropriada. Uma situação que evidencia este conflito é a redução súbita de demanda, de tal forma que não é possível a adequação imediata dos recursos humanos. O sistema de custeio de absorção total empregado pelas empresas investigadas indica a continuidade da produção, mesmo sem venda imediata, uma vez que a superprodução e a consequente formação de estoques de produtos finais melhora os resultados econômicos. Ao mesmo tempo, a formação de estoques sem previsão de venda consome o caixa da empresa e contraria os preceitos do SPE, que considera o inventário e a superprodução como perdas. Este tipo de situação coloca o decisor em uma condição de incerteza e dúvida e, neste caso, ele tende a retornar ao modelo anterior de produção “empurrada” em que ele se sentia confortável e protegido. Cabe à empresa neste caso definir previamente que caminho seguir e dar referências aos seus gestores para que possam tomar a decisão mais apropriada. Se por um lado o inventário é uma perda, por outro a

ociosidade de recursos humanos e equipamentos também o é, e cada empresa deve buscar o ponto de equilíbrio para a sua condição.

Outro exemplo de conflito é a busca do atingimento de indicadores locais como produtividade e eficiência, em detrimento de indicadores globais da empresa. Este foco nos indicadores locais pode inibir a transferência de recursos e a flexibilização do seu uso em áreas da empresa mais necessitadas, o que poderia ser uma solução para a redução súbita de demanda mencionada acima. Esta possibilidade de flexibilização poderia ser incentivada e planejada, por meio do treinamento de alguns funcionários em atividades alternativas em outros setores.

A Dimensão Conflito de indicadores aborda diversas situações em que diferentes indicadores conduzem a linhas de ação conflitantes, gerando incerteza e insegurança nos decisores.

4.4.7 Dimensão Heterogeneidade do Nível de Conhecimento sobre SPE

Para que haja um nivelamento do nível de conhecimento em SPE, é necessário que seja aplicado um intenso programa de treinamento inicial. A heterogeneidade de conhecimento é prejudicial para o processo de implantação do SPE, tendo as empresas pesquisadas reportado algumas situações que geram esta heterogeneidade.

A primeira delas está relacionada com novas contratações, após o período de treinamento inicial. Existe uma tendência de desconfiança com relação a projeções de aumento de demanda, o que faz com que as empresas posterguem a decisão de contratação de novos funcionários até o último momento. A consequência prática é que, quando finalmente os funcionários são contratados, não existe mais o tempo necessário para treinamento e eles são conduzidos quase que diretamente para a operação, ficando o treinamento em SPE postergado para um segundo momento. Com isto há um desnivelamento de conhecimento e uma dificuldade no entendimento dos preceitos do SPE. Uma segunda situação está relacionada com o *turnover* natural que existe em empresas industriais. Em situações normais, são poucos funcionários por mês, mas os entrantes também necessitam de treinamento. Neste caso, é difícil mobilizar a mesma estrutura de treinamento que foi

disponibilizada para o treinamento inicial (implantação do SPE), quando a quantidade de treinandos era muito maior. A solução normalmente é formar turmas de tempos em tempos, mas com isto alguns funcionários permanecem um tempo importante sem o treinamento necessário, também contribuindo para a heterogeneidade no nível de conhecimento em SPE.

A terceira e última situação é o caso de funcionários, normalmente mais antigos, que já tiveram dificuldade de absorção dos novos conceitos no treinamento inicial e que, ainda que acompanhados, mantem esta dificuldade. Neste caso a alternativa é a realocação para atividades onde o conhecimento em SPE não seja crítico.

A Dimensão Heterogeneidade do Nível de Conhecimento sobre SPE especifica diferentes situações em que esta heterogeneidade é gerada.

4.4.8 Dimensão Suporte e Autonomia

Esta barreira refere-se ao receio da liderança intermediária da produção em transferir autoridade e informação aos primeiros níveis da organização, condição esta preconizada pelo SPE para que os problemas sejam resolvidos de forma mais rápida e eficaz. Este receio está relacionado à falta de esclarecimento sobre o novo papel da liderança intermediária após a implantação do SPE, fazendo com que fique insegura com relação ao seu futuro na organização. Assim, os líderes ou não delegam autoridade aos primeiros níveis para a tomada de decisão, ou suprimem a informação necessária para o processo decisório. Este receio também pode estar relacionado com deficiências no treinamento em SPE, em que não tem firmeza nos novos conceitos e passam a temer o desconhecido. Adicionalmente, a falta de experiência na implantação do SPE por parte dos gestores, conjugado com a decisão de não contratar consultores experientes para suporte, faz a organização não ter o suporte necessário para o processo de implantação ou não disponha dos recursos para simultaneamente manter as atividades de rotina e implantar o SPE. Esta falta de suporte faz os primeiros níveis da organização se sentirem inseguros para desempenhar novas atribuições e retornem às práticas anteriores da produção “empurrada”.

O não envolvimento das áreas de suporte na implantação do SPE e o desconhecimento de seus conceitos pelos profissionais destas áreas faz com que não haja uma antecipação dos impactos sistêmicos da produção enxuta em todas as áreas da organização. Com isto não ocorre um ajustamento dos processos das áreas de apoio ao novo sistema de produção e os profissionais destas áreas, não entendendo suas novas funções dentro do processo de implantação ou pós-implantação, são omissos no processo ou passam a resistir ativa ou passivamente.

A Dimensão Suporte e Autonomia proporciona a discussão das causas que limitam o suporte à implantação do SPE por parte da chefia. As mesmas causas inibem a transferência de autonomia aos primeiros níveis da organização, a qual é condição necessária para o sucesso da implantação do SPE.

4.4.9 Dimensão Falta de Consenso e Comunicação

Uma característica comum às empresas investigadas é o fato de fazerem parte de corporações internacionais, com unidades industriais em vários países. Esta característica dificulta a discussão do programa de implantação do SPE envolvendo todas estas unidades. Em consequência, as empresas optaram, a partir de suas corporações, por implantar sistemas de produção padrões globalmente. Esta decisão implica em outra barreira, ao não considerar o contexto e as diferenças culturais entre as várias unidades fabris. Também, ao a empresa optar pela implantação *top-down* de sistemas de produção definidos centralmente, as diferentes unidades não tiveram a oportunidade de participar da definição e planejamento da implantação do SPE, onde as questões contextuais e culturais poderiam ter sido consideradas. Estes sistemas de produção foram implantados a partir da área de produção, perdendo-se a oportunidade de envolver todos os setores da empresa em uma discussão ampla onde seriam considerados os aspectos sistêmicos e se buscava o consenso sobre as vantagens trazidas pelo SPE e sobre a melhor forma de sua implantação. Isto fez com que alguns setores da empresa se sentissem alijados do processo de implantação do SPE, fazendo com que passassem a opor resistência aberta ou velada ao novo sistema de produção. Estas resistências por vezes foram toleradas, aceitando-se a acomodação e o baixo

desempenho na implantação do SPE, talvez por uma dificuldade da empresa em explicitar e enfrentar conflitos. A não-participação inicial dos setores não-produtivos na implantação do SPE fez com que estas áreas continuassem organizadas funcionalmente, e não organizadas por processos, não havendo um alinhamento dos processos administrativos ao novo sistema produtivo. Estas barreiras reportadas fizeram com que os vários *value streams* tivessem diferentes velocidades de implantação, conforme o comportamento de sua liderança e dos vários agentes de mudança. Como não houve um esforço de nivelamento do nível de conhecimento e disseminação das melhores práticas, os *value streams* mais atrasados acabaram por provocar desconexões e frear os *value streams* mais avançados na implantação do SPE.

Por falta de consenso e comunicação entende-se a carência de iniciativas que oportunizem uma discussão participativa do plano de implantação do SPE, alinhando seu entendimento e eliminando pontos de conflito. Adicionalmente se aborda a questão da comunicação e nivelamento do conhecimento, onde se inclui a disseminação das melhores práticas.

4.4.10 Dimensão Cultura Organizacional

As questões culturais mencionadas pela literatura como relevantes no processo de implantação do SPE não se constituíram em barreiras para esta implantação nas empresas pesquisadas porque já tinham sido equacionadas bem antes do início do processo de implantação, ainda que na época ainda não se falasse em SPE e não se tivesse a compreensão de sua relevância no processo. O alavancador para a adaptação da cultura das empresas às características propostas para um SPE foi a constituição de um programas de ideias, ainda na década de 1980. Isto ocorreu quando se tornou popular no país os CCQ, Círculos de Controle de Qualidade, aos quais se atribuía na época o sucesso das empresas automobilísticas japonesas. Estes programas foram copiados pelas duas empresas pesquisadas, ainda que não tivessem a compreensão do SPE como um todo e do papel dos CCQ neste sistema. Inicialmente se buscavam propostas desenvolvidas em equipe para a eliminação dos problemas de qualidade e reduções de custo e desperdício de uma forma geral.

Em um segundo momento, se incorporou ao programa as sugestões individuais, que passaram a coexistir com as sugestões em grupo. As sugestões mais elaboradas e de maior impacto econômico provêm das atividades de grupo, sendo as sugestões individuais de natureza mais simples. Em 2014 a Empresa 1 incorporou o seu programa de ideias, tanto de grupos como individuais, ao PPR, Programa de Participação de Resultados, sendo parte dos resultados distribuídos rateado entre os integrantes do programa de ideias, a partir de um sistema de pontos concedidos para cada projeto implantado.

A partir do programa de ideias original, outras características importantes de uma cultura “enxuta” se desenvolveram, como o trabalho em equipe, a busca do consenso e o senso de propriedade e comprometimento. A partir da identificação e eliminação dos desperdícios, os integrantes dos grupos de CCQ passaram a pensar e refletir como donos da empresa, e o comprometimento se desenvolveu naturalmente. Um ganho adicional da atividade dos grupos de CCQ foi o aprendizado e utilização de técnicas de solução de problemas, como o MASP, 8D e A3. Estas técnicas passaram a fazer parte do cotidiano da empresa e estão alinhadas com o uso do raciocínio científico para solução de problemas preconizado pelo STP. Cada grupo de CCQ tinha a função do coordenador, normalmente uma chefia da área de atuação do grupo, que buscava a aprovação de despesas e investimentos para a implantação das ideias propostas, quando necessário. A estrutura hierárquica permaneceu rígida e a aprovação de despesas seguia o fluxo formal. Com isto não se desenvolveu uma característica cultural mencionada na literatura – a delegação de autoridade para os níveis mais baixos da organização.

Assim, como as empresas pesquisadas estavam razoavelmente alinhadas com o preconizado pela literatura em termos de características culturais, não foi possível observar o impacto que a não-adequação a estas características poderia trazer ao processo de implantação do SPE.

A Dimensão Cultura Organizacional aborda os aspectos da cultura da empresa considerados relevantes para o êxito da implantação do SPE.

4.4.11 Dimensão Estrutura de Apoio e seu Papel

A discussão sobre a estrutura de apoio a ser criada para facilitar o processo de implantação do SPE deve ser priorizada pela empresa. Questões importantes como a constituição da equipe de apoio, quais devem ser as especialidades presentes, quando devem ser constituídas, o que fazer com elas após a implantação, qual exatamente as responsabilidades desta equipe, como deve ser a interface com as áreas formais da empresa; devem ser discutidas e respondidas durante o processo de preparação. Conforme reportado pela Empresa 2, em um primeiro momento, a indefinição das responsabilidades do setor de produção no processo de implantação fez com que este não se comprometesse no processo, delegando a responsabilidade para a equipe de suporte. A situação só foi resolvida quando esta equipe foi incorporada aos setores formais da empresa, e seus ex-integrantes atuaram alavancando o processo em suas novas áreas de atuação. Esta situação não teria ocorrido se a responsabilidade das áreas formais da empresa tivesse sido definida desde o início do processo. Foi o que ocorreu com a Empresa 1, onde esta situação não se verificou. A conclusão é que a constituição de uma equipe de suporte, que deveria acelerar o processo de implantação, pode se transformar em uma barreira, caso não se tomem os cuidados mencionados acima para a definição de responsabilidades.

A Dimensão Estrutura de Apoio e seu Papel discute a constituição de uma equipe dedicada de suporte à implantação do SPE e sua interface com a organização da empresa.

A partir das dimensões da ARA, foram identificadas 21 causas-raízes, listadas no Quadro 13. Estas causas-raízes constituem a base construtiva do Modelo de Diagnóstico proposto.

Quadro 13: Dimensões Preparatórias e Causas-raízes associadas

Dimensão de preparação para o SPE	Causas-Raízes
1. Gestão da demanda	Falta de conhecimento em SPE Falta de processo de <i>heijunka</i>
2. Gestão de capacidade	Falta de conhecimento em SPE Há uma política da empresa de utilização máxima dos recursos e minimização dos investimentos
3. Otimização de fluxo	Falta de conhecimento em SPE Desalinhamento de indicadores operacionais:sistema

(Continua)

	de rateio de custos não considera tempo de atravessamento.
4. Estabilização dos processos	Modelo de maximização de resultados no curto prazo, reduzindo ao mínimo a estrutura organizacional de suporte
5. Conflito de indicadores	Cobrança de indicadores locais A empresa utiliza o sistema de custos por absorção total para tomada de decisões
6. Gestão de fornecedores	Falta de conhecimento em SPE Inexistência de JIT para fornecedores Falta de experiência dos gestores na implantação do SPE
7. Heterogeneidade	Descrença quanto às previsões de demanda
8. Suporte e autonomia	Falta de conhecimento em SPE Falta de experiência dos gerentes na implantação do SPE Não antecipação dos impactos sistêmicos da produção enxuta em todas as áreas da organização Falta de esclarecimento sobre novo papel da liderança no SPE
9. Falta de consenso e comunicação	Não consideração dos fatores culturais e contextuais Não há busca de consenso gerando plano de implantação do SPE que envolva toda a empresa
10. Cultura organizacional	Falta de experiência dos gerentes na implantação do SPE Não existe promoção do trabalho em equipe Senso de propriedade e comprometimento não são incentivados Não existe a prática da busca do consenso nas decisões e soluções de problemas Não existe o hábito da busca da melhoria contínua Não existe acompanhamento sistemático de um conjunto de indicadores Estrutura hierárquica rígida não admite transferência de autoridade aos níveis mais baixos da organização
11. Estrutura de apoio	Indefinição das responsabilidades da produção no processo de implantação do SPE.

Fonte: Elaborado pelo autor

5 PROPOSIÇÃO DO MODELO DE DIAGNÓSTICO

O modelo de diagnóstico se organiza em dois eixos de análise. O primeiro eixo de análise (eixo horizontal ou eixo X) consiste no ordenamento das dimensões preparatórias para a implantação do SPE, conforme seu grau de importância. O segundo eixo de análise (eixo vertical ou eixo Y) consiste na avaliação da preparação a implantação para o SPE em cada uma das dimensões. A partir desta avaliação é possível diagnosticar a situação atual e apoiar o processo de planejamento e priorização de ações para a preparação para a implantação do SPE no sistema produtivo.

O posicionamento de cada Dimensão Preparatória ao longo do eixo X é definido pelo somatório dos efeitos indesejados impactados por todas as causas-raízes que compõem a dimensão. No caso de uma causa-raiz estar presente também em outras dimensões, considera-se o somatório de efeitos indesejados impactados por esta causa-raiz em todas as dimensões. O Quadro 14 apresenta os valores obtidos para avaliação da importância de cada dimensão preparatória a partir do critério definido e da análise da Árvore da Realidade Atual Consolidada.

Quadro 14: Priorização das Dimensões Preparatória à implantação do SPE

Dimensão de Preparação para o SPE	Causas-raízes	Efeitos Indesejados Impactados (A)	Total de efeitos indesejados impactados na dimensão (B)
1. Gestão da demanda	Falta de conhecimento em SPE	39	46(4º)
	Falta de processo de heijunka	7	
2. Gestão de capacidade	Falta de conhecimento em SPE	39	44(5º)
	Há uma política da empresa de utilização máxima dos recursos e minimização dos investimentos	5	
3. Otimização de fluxo	Falta de conhecimento em SPE	39	47(3º)
	Desalinhamento de indicadores operacionais: sistema de rateio de custos não considera tempo de atravessamento.	8	
4. Estabilização dos processos	Modelo de maximização de resultados no curto prazo, reduzindo ao mínimo a estrutura organizacional de suporte	9	9(9º)
5. Conflito de indicadores	Cobrança de indicadores locais	8	15(8º)
	A empresa utiliza o sistema de custos por absorção total para tomada de decisões	7	
6. Gestão de fornecedores	Falta de conhecimento em SPE	39	65(2º)
	Inexistência de JIT para	8	

(Continua)

	forneecedores		
Dimensão de Preparação para o SPE	Causas-raízes	Efeitos Indesejados Impactados (A)	Total de efeitos indesejados impactados na dimensão (B)
	Falta de experiência dos gestores na implantação do SPE	21	
7. Heterogeneidade	Descrença quanto às previsões de demanda	7	7(10°)
8. Suporte e autonomia	Falta de conhecimento em SPE	39	70(1°)
	Falta de experiência dos gerentes na implantação do SPE	21	
	Não antecipação dos impactos sistêmicos da produção enxuta em todas as áreas da organização	3	
	Falta de esclarecimento sobre novo papel da liderança no SPE	7	
9. Falta de consenso e comunicação	Não consideração dos fatores culturais e contextuais	9	16(7°)
	Não há busca de consenso gerando plano de implantação do SPE que envolva toda a empresa	7	
10. Cultura organizacional	Falta de experiência dos gerentes na implantação do SPE	21	33(6°)
	Não existe promoção do trabalho em equipe	2	

(Continua)

Dimensão de Preparação para o SPE	Causas-raízes	Efeitos Indesejados Impactados (A)	Total de efeitos indesejados impactados na dimensão (B)
	Não existe a prática da busca do consenso nas decisões e soluções de problemas	2	
	Não existe o hábito da busca da melhoria contínua	2	
	Não existe acompanhamento sistemático de um conjunto de indicadores	2	
	Estrutura hierárquica rígida não admite transferência de autoridade aos níveis mais baixos da organização	2	
11. Estrutura de apoio	Indefinição das responsabilidades da produção no processo de implantação do SPE	3	3(11°)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A avaliação do Nível de Preparação do Sistema Produtivo à Implantação do SPE em cada Dimensão Preparatória é construída a partir da pontuação atingida em cada causa-raiz daquela Dimensão, aplicando-se o instrumento de observação exposto no Quadro 15. A partir da pontuação em cada causa-raiz se realiza a média ponderada para cada Dimensão Preparatória, onde o fator de ponderação é a quantidade de efeitos indesejados derivados da causa-raiz. Obtém-se assim o nível de preparação em cada Dimensão Preparatória, valor este que é levado à Matriz de Avaliação do Nível de Preparação para a Implantação do SPE. A pontuação 1 (Nível 1) indica que a causa-raiz está presente na empresa, enquanto a pontuação 3 (Nível 3) indica que a situação já evoluiu na direção de eliminar a causa-raiz. Portanto, a atenção da empresa deve-se voltar para as Dimensões e causas-raízes com menor pontuação, em que a situação atual pode vir a comprometer seus planos de implantação do SPE. Dentre as Dimensões com menor pontuação, a prioridade deve ser daquelas com maior importância.

Quadro 15: Eixo desempenho

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
1.a. Falta de conhecimento em SPE	Conhecimento básico em SPE. Informação teórica sobre algumas ferramentas mas desconhecimento sobre como interagem formando um sistema.	Conhecimento sobre as ferramentas que constituem o SPE, mas ainda pouca percepção sobre os aspectos sistêmicos e impactos sobre os diversos processos da empresa. Pouca clareza sobre a nova estrutura organizacional necessária após implantação do SPE.	Conhecimento teórico e prático sobre o SPE, suas ferramentas, interações e aspectos sistêmicos. Conhecimento sobre principais barreiras e pré-requisitos à implantação do SPE.	Compreensão das implicações sistêmicas para o SPE das interfaces com clientes e toda cadeia de fornecedores.
1.b. Falta de processo de Heijunka (nivelamento da produção)	Programas de produção recebidos dos clientes são carregados no ERP sem qualquer análise crítica. Variações súbitas de demanda afetam tanto o sistema produtivo interno como toda cadeia produtiva. <i>Lead times</i> não são respeitados, originando custos logísticos e interrupções de produção.	Percepção do impacto negativo de variações súbitas de demanda em todo sistema produtivo. Primeiras tentativas de nivelamento da produção de forma pontual e informal. Fornecedores começam a ser consultados antes da aceitação das variações de demanda.	Programas de produção recebidos dos clientes são criticados antes de ser carregados no ERP. Variações súbitas de programa são negociadas com clientes e/ou suavizadas com o uso de algoritmos de nivelamento de produção. Impacto das variações é amortecido, tanto no sistema produtivo interno como na cadeia de fornecedores. <i>Lead times</i> são considerados.	Definição de protocolos logísticos com clientes, definindo variações máximas de programas na linha do tempo, conforme <i>lead time</i> de fornecedores. Participação dos fornecedores na negociação das variações máximas.

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
<p>2.a. Política de utilização máxima dos recursos e minimização dos investimentos</p>	<p>Investimento considera apenas a função operação: capacidade <i>versus</i> demanda de cada elo do sistema produtivo. A capacidade é totalmente vendida sempre que houver demanda para maximizar o uso dos recursos de capital.</p>	<p>Constantes interrupções do fluxo produtivo levam à percepção de que é necessário preservar alguma capacidade para recuperação dos supermercados e manutenção do fluxo produtivo. Dificuldade em justificar economicamente o impacto positivo da manutenção do fluxo.</p>	<p>Investimento considera tanto a função operação como a função processo. Decisão de resguardar um <i>buffer</i> de capacidade para recuperação dos supermercados quando necessário.</p>	<p><i>Buffer</i> de capacidade definido com base no histórico de interrupções de produção. Plano de ação estabelecido para a redução sistemática das interrupções de produção e melhoria da confiabilidade dos equipamentos e fornecedores. Redução progressiva do <i>buffer</i> de capacidade na medida em que as interrupções de produção são eliminadas.</p>
<p>3.a. Desalinhamento de indicadores operacionais: sistema de rateio de custos não considera tempo de atravessamento</p>	<p>Todo sistema de custos atrelado à função operação: tempos operacionais como único critério de rateio.</p>	<p>Entendimento da importância da redução dos tempos de atravessamento. Conflito com sistema de custeio em uso, que não capta esta melhoria.</p>	<p>Desenvolvido sistema de custos que considera a função processo e o tempo de atravessamento como critério de rateio.</p>	<p>Novo sistema de custos integrado com sistema contábil e sistema gerencial. Pontos de atrito são compreendidos e eliminados.</p>

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
<p>4.a. Modelo de maximização de resultados no curto prazo, reduzindo ao mínimo a estrutura organizacional de suporte à produção</p>	<p>Recursos de engenharia de processos focados em desenvolvimento de novos produtos. Não existe compreensão da importância da estabilidade de processos como pré-requisito para implantação do SPE. Capacidade de processos não é acompanhada. Tempos de set-up longos e instáveis. Manutenção basicamente corretiva com quebras de máquinas frequentes e repetitivas. Causa-raiz das quebras não é analisada.</p>	<p>Investigação da capacidade dos processos mais críticos, mas não existe acompanhamento sistemático. Melhorias realizadas não se mantêm quando o problema deixa de ser prioridade. Primeiras equipes de redução de tempo de set-up são formadas. Início do planejamento de manutenção. Problemas mais crônicos começam a ser analisados, com a participação dos operadores. Começo da implantação do TPM.</p>	<p>Alocação de recursos de engenharia para estabilização de processos e sua manutenção. Capacidade de processos acompanhada sistematicamente. Tempos de set-up são acompanhados e reduzidos continuamente. Equipes de manutenção preventiva e preditiva. TPM implantado em toda fábrica, com participação plena dos operadores. Problemas crônicos de quebras de máquinas são analisados e eliminados. Existe compreensão da importância da estabilização dos processos como pré-requisito para implantação do SPE.</p>	<p>Excelentes níveis de estabilização da produção. Aprendizados no processo de estabilização registrados, transmitidos aos novos funcionários, e considerados no projeto de novos produtos e processos. Como consequência da estabilização, inventários em processo são reduzidos e pequenos tempos de atravessamento são alcançados. LTA (<i>Lost Time Analysis</i>), é praticado sistematicamente na produção.</p>

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
5.a. Cobrança de indicadores locais	Cobrança de indicadores locais como produtividade e produção média diária estimula a superprodução e inibem a melhor alocação de recursos. Não existe treinamento operacional buscando aumento da flexibilidade de uso da mão-de-obra. Pouca colaboração entre as áreas produtivas, cada um buscando alcançar as suas metas.	Questionamento dos indicadores locais em determinadas circunstâncias. Entendimento de que nem sempre conduzem ao ótimo global. Início de um processo de colaboração e transferência de recursos entre as áreas.	Indicadores locais são entendidos dentro do seu contexto. O compartilhamento e transferência de recursos é incentivado e planejado através de treinamento operacional buscando a flexibilidade da mão-de-obra. O ótimo global se sobrepõe ao ótimo local, estimulando a colaboração e o trabalho em equipe.	A redistribuição de recursos produtivos é prática sistêmica, vinculada às revisões de programação, realizadas periodicamente. Conflitos de indicadores são entendidos e gerenciados.
5.b. A empresa utiliza o sistema de custos por absorção total para tomada de decisões	A empresa utiliza o sistema de custos por absorção total para tomada de decisões. Com isto busca a utilização plena de todos os recursos, mesmo que isto represente aumento de estoques em processo e de produtos prontos (no caso de demanda inferior à capacidade). Resultados econômicos melhoram com o aumento de estoques.	Questionamento das decisões baseadas no sistema de custos por absorção total, que contrariam por vezes as diretrizes do SPE. Proposição de sistemas gerenciais que complementam o sistema de custos por absorção em algumas decisões. Discussão sobre a melhor solução para a empresa dentro da ótica de minimização de desperdícios.	Sistema de custos por absorção total é complementado por sistema gerencial para algumas decisões. Existe definição de quando utilizar um sistema ou outro. Busca da flexibilização do uso dos recursos para minimizar desperdício caso decisão da empresa seja produzir apenas a demanda.	Flexibilização no uso de recursos é sistêmico. Clara definição da empresa em produzir apenas a demanda, ainda que esta decisão impacte negativamente alguns indicadores financeiros no curto prazo.

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
6.a. Inexistência de JIT com fornecedores	<p>Programação de fornecedores é feita por MRP. Variações de programas no curto prazo originam atritos. Tempos de atravessamento não são considerados para efeito de programação. Relacionamento com fornecedores mais conflitivo que colaborativo. Questões comerciais prioritárias na definição dos fornecedores.</p>	<p>Mapeamento de processos realizado em conjunto com fornecedores. Existe conhecimento do fluxo de peças e fluxo de informações dentro do fornecedor. Início de um processo de aproximação com fornecedores, com discussão conjunta de melhorias no processo. Primeiros passos de implantação de um sistema JIT com fornecedores, com redução de inventários em toda a cadeia de suprimentos. Consulta prévia aos fornecedores no caso de variações de demanda no curto prazo.</p>	<p>MRP é considerada pelos fornecedores como informação avançada para programação de matéria-prima. Execução da programação é feita por sistema puxado e alguma forma de kanban. Relacionamento com fornecedores é colaborativa e busca estabilidade no longo prazo. Processos dos fornecedores conhecidos e integrados com os processos da empresa. Tempo de atravessamento da cadeia produtiva considerado na discussão das variações de demanda de curto prazo. Qualidade, entrega e relacionamento considerados para definição de fornecedores, além das questões comerciais.</p>	<p>Fornecedores optam por implantar SPE em seus sistemas produtivos, integrando-os ao sistema produtivo do cliente. Fluxo de peças e informação está mapeado e plano de ação para melhoria é revisado periodicamente.</p>

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
6.b. Falta de experiência dos gerentes na implantação do SPE	Nenhuma experiência prática dos gerentes da empresa na implantação de sistemas de produção enxutas.	Experiência dos gerentes na implantação parcial ou total de algumas ferramentas de SPE, mas não no sistema como um todo.	Experiência prática dos gerentes na implantação de SPE em outros <i>sites</i> da mesma empresa ou em outras empresas.	Participação dos gerentes em entidades como o <i>Lean Institute</i> com troca de experiências com outros gestores envolvidos na implantação do SPE.
7.a. Descrença quanto às previsões de demanda	Previsões de demanda com baixa confiabilidade, impedindo que a empresa contrate recursos (principalmente mão-de-obra) com a antecedência adequada.	Início de um processo de transparência dos clientes quanto ao seu plano fabril. Variações de demanda no curto prazo ainda acontecem, provocando dúvidas sobre a confiabilidade da informação e postergando decisões de contratação de recursos.	Informações frequentes e confiáveis dos clientes quanto ao seu plano fabril, permitindo que a empresa planeje adequadamente seus recursos. Treinamento dos contratados realizado antes que iniciem em suas funções.	Participação em comitês de fornecedores dentro dos clientes, com amplo acesso às informações de demanda, tão logo as decisões são tomadas, ganhando tempo para sua preparação e implantação.
8.a. Não antecipação dos impactos sistêmicos da produção enxuta em todas as áreas da organização	Planejamento da implantação do SPE engloba apenas a área de produção, sem considerar impactos sistêmicos e efeito sobre demais áreas da empresa. Indefinição sobre futuro das funções não diretamente envolvidas com o processo de implantação do SPE.	Planejamento da implantação do SPE considera no início apenas área produtiva. Existem algumas discussões sobre impactos sistêmicos, mas novos processos nas áreas de apoio não são formalmente definidos. A estrutura organizacional não é redesenhada e novas funções não são esclarecidas, gerando dúvidas e insegurança na estrutura atual.	Planejamento da implantação do SPE englobando toda a empresa (área de produção e atividades de apoio). Mapeamento do estado futuro realizado, realocando processos das áreas de apoio para os <i>value streams</i> . Estrutura organizacional redesenhada para dar suporte aos processos alinhados com os <i>value streams</i> .	Nova estrutura organizacional comunicada. Plano de migração da estrutura atual para a nova estrutura definido.

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
8.b. Falta de esclarecimento sobre novo papel da liderança no SPE	Falta de esclarecimento sobre novo papel da liderança no SPE. Aquelas lideranças não envolvidas no planejamento da implantação do SPE se sentem alijadas do processo e inseguras quanto ao seu futuro profissional.	Discussões sobre necessidades da estrutura organizacional pós processo de implantação do SPE, mas nova estrutura ainda não foi definida.	Futura estrutura organizacional (pós-implantação do SPE) desenhada e comunicada a toda liderança, esclarecendo dúvidas e eliminando inseguranças.	Nova estrutura organizacional (pós-implantação do SPE) comunicada a toda a empresa. Transparência sobre cargos que serão criados e eliminados ao longo do processo.
9.a. Não consideração dos fatores culturais e contextuais	Não consideração dos fatores culturais e contextuais no plano de implantação do SPE. Em empresas globais é implantado programa corporativo monoliticamente, não admitindo adaptações locais.	Começa a haver a percepção dos impactos potenciais da realidade local sobre o plano básico, mas ainda não existe força política suficiente para alterá-lo.	Fatores culturais e contextuais são considerados e retroalimentam o plano original. Empresas globais admitem adaptações do plano básico à realidade local.	Plano global corporativo já é elaborado considerando as realidades locais. Corporação tem consciência das diferenças culturais e contextuais. Compreende que um único programa não pode ser imposto monoliticamente em todas as unidades e países.

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
9.b. Não há busca de consenso gerando plano de implantação de SPE que envolva toda a empresa	Não há busca de consenso na elaboração do plano de implantação do SPE. Dúvidas não são discutidas e esclarecidas, criando resistências à implantação do plano. Algumas áreas sentem-se marginalizada e alijadas do processo, não se comprometendo ou resistindo ativamente às mudanças.	Algumas áreas mais diretamente envolvidas com o plano de implantação do SPE participam de sua elaboração, mas a discussão não abrange toda a empresa.	Plano de implantação do SPE é discutido abertamente e todas as áreas da empresa participam de sua elaboração. Dúvidas são discutidas e esclarecidas, eliminando resistências.	Plano de implantação é discutido com principais clientes e fornecedores. Interfaces e implicações são compreendidas.
10.a. Não existe promoção de trabalho em equipe	Não existe tradição de trabalho em equipe. Iniciativas de melhorias e reduções de custo são majoritariamente individuais, assim como os reconhecimentos. Processos são desenhados dentro dos limites das áreas funcionais, com pouca atividade interdepartamental.	Reconhecimento de problemas nos processos nas fronteiras interdepartamentais leva a uma aproximação entre as áreas envolvidas, buscando solução conjunta para os problemas. Primeiras equipes multifuncionais formalmente constituídas. Coexistência de iniciativas individuais e em equipe para melhorias e solução de problemas.	Áreas funcionais mantidas como centros de especialização e competências, mas processos são desenhados reconhecendo sua natureza interdepartamental. Interação intensa entre áreas funcionais e entre estas e a produção, com várias equipes multi-funcionais em atividade, para resolver problemas específicos. Trabalhos de melhoria em equipe. Reconhecimento é coletivo.	Gestão participativa plenamente estabelecida. Funcionários contam com canais formais para manifestar-se. Crença na sinergia e na força da equipe como valores da cultura empresarial.

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
<p>10.b. Senso de propriedade e comprometimento não são incentivados</p>	<p>Atitude egoísta e individualista por parte dos empregados. Não existe ligação afetiva entre eles e a empresa. Relações trabalhistas são de confronto. Forte atividade sindical e histórico de greves e paralisações. Casos frequentes de vandalismo.</p>	<p>Número crescente de funcionários demonstra forte comprometimento com a empresa, mas maioria ainda é indiferente. Clima interno começa a melhorar e aumenta o grau de confiança na chefia para a solução de problemas. Atividade sindical começa a perder força.</p>	<p>Forte ligação afetiva entre empregados e empresa. Histórico de relacionamento transparente e profissional. Excelente comunicação entre os níveis hierárquicos. Problemas são resolvidos em negociação direta com a empresa. Senso de propriedade e pertença por parte dos empregados. Pouco espaço para atividade sindical.</p>	<p>Oportunidade para crescimento pessoal e profissional dentro da empresa. Alinhamento entre objetivos pessoais e empresariais. Alto grau de motivação no trabalho, reforçando os sentimentos de pertença e propriedade. Empresa ouve os funcionários periodicamente e considera os anseios e planos individuais no seu plano de treinamento e desenvolvimento.</p>
<p>10.c. Não existe a prática da busca do consenso nas decisões e soluções de problemas</p>	<p>Decisões de cunho individual seguindo a estrutura hierárquica.</p>	<p>Transição de uma gestão hierárquica para uma gestão participativa. Empregados sentem-se seguros e começam a manifestar sua opinião.</p>	<p>Decisões em grupo, buscando o consenso sempre que possível. A manifestação de opiniões é estimulada e estas são consideradas.</p>	<p>Definição de canais formais para a manifestação de opiniões e idéias, as quais são sempre respondidas, tanto em caso de aceitação como de rejeição, com as devidas justificativas.</p>

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
10.d. Não existe o hábito da busca da melhoria contínua	Empregados não consideram que seja sua função apresentar propostas de melhoria. Estas partem da chefia ou das áreas técnicas.	Primeiras equipes de melhoria constituídas. Incentivo por parte da empresa para que outras equipes se formem. Reconhecimento dos resultados alcançados.	Inúmeras equipes multifuncionais constituídas para desenvolver propostas de melhoria, envolvendo a maior parte dos empregados. Sistema de reconhecimento estabelecido, com participação dos empregados nos ganhos alcançados.	Inclusão de clientes e fornecedores, sempre que pertinente, em equipes para solução de problemas.
10.e. Não existe acompanhamento sistemático de um conjunto de indicadores	Não existe um conjunto de indicadores de performance formalmente definido. Para aqueles que existem, acompanhamento é irregular e ações corretivas não estão definidas.	Indicadores começam a ser definidos mas planos de ações e acompanhamento de prazos ainda não é sistêmico. Ciclo PDCA não está fechado.	Sistema de indicadores definidos e acompanhados em toda a organização, com planos de ação para aqueles abaixo da meta. Processo de <i>escalation</i> definido para ações em atraso.	Processo de <i>escalation</i> definido para ações em atraso. Sistema de remuneração variável atrelado ao sistema de indicadores.
10.f. A estrutura hierárquica rígida não admite transferência de autoridade aos níveis mais baixos da organização	Estrutura hierárquica rígida resiste a delegar autoridade e transferir informação aos primeiros níveis da organização. Operadores consultam a chefia para decidir tudo que extrapola a sua rotina. Chefia sente-se insegura quanto ao seu futuro.	Chefia começa a delegar algumas decisões. Primeiros níveis sentem-se suportados e valorizados. A transferência de informações ainda não é sistêmica.	Autoridade e informação transferida regularmente aos primeiros níveis da organização. Operadores sentem-se seguros e suportados para tomar decisões. Chefia compreende sua nova função na organização após implantação do SPE.	Chefia compreende que sua principal função é o treinamento e suporte aos seus subordinados.

(Continua)

Causa-Raiz	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
11.a. Indefinição das responsabilidades da produção no processo de implantação do SPE	Adicionada equipe de suporte para implantação do SPE, mas responsabilidades não estão definidas, provocando atritos com a estrutura formal. Momento da equipe de suporte sair de cena não definido inicialmente.	Responsabilidades da equipe de suporte não definida formalmente, mas consensada com a estrutura formal a partir da interação e cooperação entre estas áreas. O momento de sair de cena é acordado entre equipe de suporte e a liderança, ou a equipe é absorvida pela estrutura formal da organização.	Adicionada equipe de suporte para implantação do SPE, com divisão de responsabilidades com a estrutura formal definida. Planejamento prévio sobre tempo de permanência da estrutura de apoio.	Entendimento por parte da equipe de suporte de que sua função é transitória. Transferência de conhecimento e experiência para a estrutura formal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A descrição dos níveis na régua foi elaborada não só com a intenção de definir a situação atual da empresa com relação àquela causa-raiz, mas também indicar o caminho a seguir para reduzir o impacto ou mesmo eliminar a presença daquela causa-raiz. O Quadro 16 mostra, de forma ilustrativa, os níveis definidos para cada causa-raiz na avaliação da Empresa 1 e o cálculo da média ponderada do desempenho de cada Dimensão, valores estes utilizados para a construção da Matriz de Avaliação do Nível de Preparação para a Implantação do SPE (eixo vertical). Para fins de ilustração apresenta-se a Figura 4, resultante da aplicação do Modelo à Empresa 1, considerando-se a pontuação de cada causa-raiz arbitrada pelo autor a partir de seu julgamento.

Quadro 16: Nível de Preparação em cada uma das Dimensões Preparatórias

Dimensões de preparação para o SPE	Causas-Raízes	Efeitos Indesejados impactados (A)	Total de Efeitos Indesejados impactados na dimensão (B)	Nível de desempenho observado da causa-raiz da dimensão (C)	Desempenho na dimensão de preparação para o SPE ($\sum Ax C$) / B (D)
1.Gestão da demanda	Falta de conhecimento em SPE	39	46	2	2,0
	Falta de processo de <i>heijunka</i>	7		2	
2.Gestão de capacidade	Falta de conhecimento em SPE	39	44	2	1,9
	Há uma política da empresa de utilização máxima dos recursos e minimização dos investimentos	5		1	
3.Otimização de fluxo	Falta de conhecimento em SPE	39	47	2	1,8
	Desalinhamento de indicadores operacionais:sistema de rateio de custos não considera tempo de atravessamento.	8		1	
4.Estabilização dos processos	Modelo de maximização de resultados no curto prazo, reduzindo ao mínimo a estrutura organizacional de suporte	9	9	2	2
5.Conflito de indicadores	Cobrança de indicadores locais	8	15	1	1

(Continua)

Dimensões de preparação para o SPE	Causas-Raízes	Efeitos Indesejados impactados (A)	Total de Efeitos Indesejados impactados na dimensão (B)	Nível de desempenho observado da causa-raiz da dimensão (C)	Desempenho na dimensão de preparação para o SPE $(\sum Ax C) / B (D)$
	A empresa utiliza o sistema de custos por absorção total para tomada de decisões	7		1	
6.Gestão de fornecedores	Falta de conhecimento em SPE	39	68	2	2,1
	Inexistência de JIT para fornecedores	8		3	
	Falta de experiência dos gestores na implantação do SPE	21		2	
7.Heterogeneidade	Descrença quanto às previsões de demanda	7	7	1	1
8.Suporte e autonomia	Falta de conhecimento em SPE	39	70	2	2
	Falta de experiência dos gerentes na implantação do SPE	21		2	
	Não antecipação dos impactos sistêmicos da produção enxuta em todas as áreas da organização	3		2	
	Falta de esclarecimento sobre novo papel da liderança no SPE	7		2	
9.Falta de consenso e comunicação	Não consideração dos fatores culturais e contextuais	9	16	1	1

(Continua)

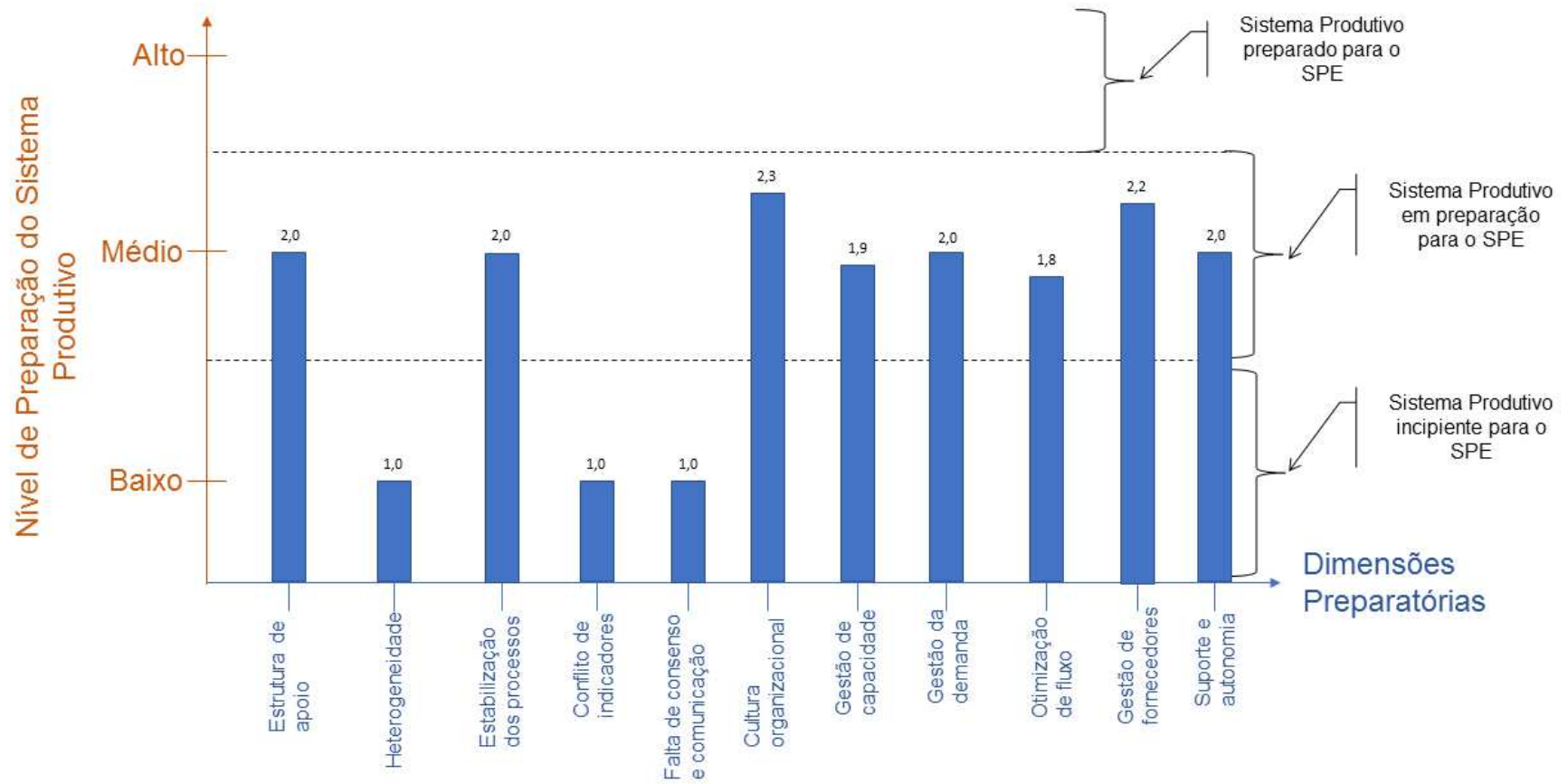
Dimensões de preparação para o SPE	Causas-Raízes	Efeitos Indesejados impactados (A)	Total de Efeitos Indesejados impactados na dimensão (B)	Nível de desempenho observado da causa-raiz da dimensão (C)	Desempenho na dimensão de preparação para o SPE $(\sum Ax C) / B (D)$
	Não há busca de consenso gerando plano de implantação do SPE que envolva toda a empresa	7		1	
10.Cultura organizacional	Falta de experiência dos gerentes na implantação do SPE	21	33	2	2,3
	Não existe promoção do trabalho em equipe	2		3	
	Senso de propriedade e comprometimento não são incentivados	2		2	
	Não existe a prática da busca do consenso nas decisões e soluções de problemas	2		3	
	Não existe o hábito da busca da melhoria contínua	2		3	
	Não existe acompanhamento sistemático de um conjunto de indicadores	2		3	
	Estrutura hierárquica rígida não admite transferência de autoridade aos níveis mais baixos da organização	2		3	

(Continua)

Dimensões de preparação para o SPE	Causas-Raízes	Efeitos Indesejados impactados (A)	Total de Efeitos Indesejados impactados na dimensão (B)	Nível de desempenho observado da causa-raiz da dimensão (C)	Desempenho na dimensão de preparação para o SPE $(\sum A \times C) / B$ (D)
11.Estrutura de apoio	Indefinição das responsabilidades da produção no processo de implantação do SPE	3	3	2	2
<u>Nível de Preparação do Sistema Produtivo a Implantação do SPE</u>					
$\frac{\sum D \times B}{\sum B}$					

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4: Matriz de Avaliação do Nível de Preparação para a Implantação do SPE (ilustrativa)



Fonte: Elaborado pelo autor.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a análise causal das barreiras para implantação do SPE e a descrição do modelo de diagnóstico, entende-se como pertinente uma breve discussão sobre a contribuição desta pesquisa para a academia e a atividade empresarial.

O ponto de partida para esta pesquisa foi a convicção de que algumas barreiras surgidas durante processos de implantação de SPE estavam relacionadas com a falta de uma preparação pré-implantação por parte da empresa, evitando que estas barreiras se manifestassem durante a fase de implantação do SPE. Entende-se como fase de implantação a aplicação das ferramentas do SPE, de farta descrição na literatura. Pretendeu-se, através da investigação das barreiras em duas empresas selecionadas, chegar-se às suas causas-raízes e ao modelo de diagnóstico. Neste processo, detectaram-se algumas barreiras e causas-raízes não descritas pela literatura investigada.

A questão da gestão da demanda, assim como a causa-raíz a ela associada – a inexistência de um processo de *Heijunka* ou nivelamento de produção, não havia sido descrita como barreira à implantação do SPE. Outra questão associada à gestão de demanda, a gestão de capacidade, também não havia sido referida. A gestão de capacidade abre a discussão sobre a necessidade e quantificação de *buffers* de capacidade, para permitir uma rápida recuperação de super-mercados em situações de ruptura de fluxo. Esta decisão contradiz o conceito de utilização plena dos recursos, com venda de toda capacidade disponível.

Outra discussão verificada na investigação foi a questão da dificuldade de aprovação de investimentos voltados para a melhoria de fluxo, tanto em máquinas como espaço físico, com priorização de investimentos em expansão de capacidade produtiva.

A necessidade de estabilização de processos como pré-condição para a implantação de SPE já havia sido reconhecida por Liker e Meier (2006), mas a deficiência de estrutura organizacional especificamente em engenharia de processos e manutenção, para o atingimento e perpetuação desta estabilidade de processos, ainda não havia sido descrita como barreira. Marodin e Saurin (2014) falam apenas em falta de recursos humanos e financeiros genericamente.

A Dimensão Gestão de Fornecedores e sua causa-raíz associada, a inexistência de JIT com fornecedores, ainda não havia sido descrita com este enfoque. Marodin e Saurin (2012) mencionam “falta de relação com fornecedores” como barreira à implantação de SPE, enquanto Bortolotti *et al* (2015) lista como pré-condição para implantação de SPE uma “relação de parceria com fornecedores”, sem explicitar o que vem a ser esta relação de parceria.

A discussão das Dimensões Gestão de Fornecedores e Gestão da Demanda permitiu um aprofundamento do entendimento do impacto da relação com fornecedores e clientes no esforço de implantação do SPE, extrapolando a discussão da empresa para todo o *Supply Chain* envolvido.

Outros temas que não haviam sido mencionados na literatura sobre barreiras à implantação de SPE são a heterogeneidade no nível de conhecimento de SPE, a falta de consenso com relação ao plano de implantação e a discussão sobre a relação com a estrutura de apoio montada para a implantação e a indefinição de responsabilidades.

Além da ampliação da discussão sobre as barreiras proporcionada por esta pesquisa, tem-se a proposição de um Modelo de Diagnóstico pré-implantação, o que é uma contribuição à literatura. Sezen *et al* (2012) propõe um modelo para medir a aderência a práticas *lean*, mas já em fase de implantação do SPE. Pantaleão (2003) propõe um instrumento de diagnóstico da aprendizagem organizacional com relação aos conceitos *lean*, mas este instrumento está focado na questão de aprendizagem e não verifica todas as dimensões propostas nesta pesquisa, assim como não se restringe ao momento pré-implantação.

O Modelo de Diagnóstico sugerido inclui um critério de priorização das dimensões investigadas, a partir da quantificação do impacto das causas-raiz definidas. Desta forma, atende uma das lacunas descritas na investigação da literatura, em que vários autores listavam as barreiras sem discutir suas causas-raiz e sem relativizar sua importância (SAHWAN *et al* (2012); MARODIN & SAURIN (2012); ACHANGA *et al* (2006); HU *et al* (2015)).

A aplicação do Modelo de Diagnóstico proposto nesta pesquisa permitirá às empresas que pretendem implantar o SPE uma compreensão de sua situação com relação às barreiras descritas e à presença das respectivas causas-raízes. Este diagnóstico permitirá então que se preparem com antecipação, eliminado ou mitigando as causas-raízes e evitando que as barreiras descritas venham a surgir

durante o processo de implantação do SPE. Entende-se que assim as empresas estarão aumentando suas chances de sucesso na execução do plano de implantação.

7 CONCLUSÃO

Através do estudo de caso em duas empresas do setor metal-mecânico em processo de implantação do SPE, foi possível identificar várias barreiras surgidas durante o processo. Para a análise causal destas barreiras foi utilizada a ferramenta ARA – Árvore da Realidade Atual – modelo lógico proposto por Elyiahu Goldratt. Neste modelo as barreiras são consideradas efeitos indesejáveis, e através de relações causa-efeito, chega-se às causas-raízes que levam aos efeitos indesejados.

As duas ARAs desenvolvidas, uma para cada empresa investigada, foram consolidadas com uma ARA desenvolvida a partir da literatura, dando origem a uma ARA consolidada. Nesta ARA cada efeito indesejável desdobrado deu origem a uma dimensão. Estes foram então divididos em Dimensões *Soft* e Dimensões *Hard*. Na parte inferior das ARAS chegou-se às causas-raízes que provocaram os efeitos indesejados. Esta ARA consolidada foi revisada e validada por vários profissionais com experiência prática na implantação de SPE ou com experiência didática em Engenharia de Produção (APÊNDICE 14).

As causas-raízes foram então utilizadas como dados de entrada para a proposição de um Modelo de Diagnóstico pré-implantação do SPE. Este Modelo permitirá o aprofundamento da discussão sobre as causas-raízes que levam ao fracasso de várias iniciativas de implantação de SPE e permitirá que as empresas se preparem mais eficientemente para este processo de implantação, aumentando suas chances de sucesso.

A aplicação do Modelo de Diagnóstico para outras empresas que estão iniciando a implantação do SPE permitirá sua validação e a definição de sua possível extensão a outros setores da indústria.

As dimensões e as causas-raízes identificadas podem dar origem a outras investigações, como as possíveis correlações e efeitos amplificadores e redutores de impactos. Uma relação que merece um aprofundamento é aquela entre estabilidade de processo, dimensionamento de supermercados e *buffer* de capacidade. Uma melhoria na estabilidade pode levar a uma redução no dimensionamento de *supermercados* ou uma redução do *buffer* de capacidade

necessário; ou um aumento no supermercado pode permitir uma redução no *buffer* de capacidade.

A Dimensão Conflito de Indicadores, detectada como barreira nas duas empresas investigadas, reforça a discussão sobre o sistema de custos mais adequado à implantação do SPE. Esta discussão é objeto de estudo de autores como Tillema e Van der Steen (2015) e Fernandes *et al* (2015). Esta pesquisa pouco contribuiu para esta discussão, uma vez que as empresas objeto de análise não chegaram a propor um sistema de custos alternativo, sendo uma oportunidade de desenvolvimento futuro.

Para a definição do eixo de importância do Modelo de Diagnóstico proposto foi utilizado o número de efeitos indesejados impactado por cada Dimensão, permitindo que se estabeleça um critério de relevância entre as várias Dimensões. Da mesma forma, dentro de cada Dimensão, é possível verificar as causas-raízes com maior impacto. Desta forma se estabelece as prioridades de atuação para a adequação da empresa, o que é uma contribuição desta pesquisa.

Finalmente, como derivação do Modelo de Diagnóstico proposto, poderia ser desenvolvido um Método de Preparação da empresa para o processo de implantação do SPE, que teria como ponto de partida o resultado de aplicação do Modelo de Diagnóstico.

REFERÊNCIAS

ACHANGA, Pius; SHEHAB, Esam; ROY, Rajkumar; NELDER, Geoff. Critical success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 460-471, 2006.

ALBUQUERQUE, Thiago Pimenta. **Manufatura enxuta**: dificuldades encontradas para implantação em indústrias de manufatura. Dissertação (Mestrado em Administração). Núcleo de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal da Bahia, 2008.

ALONSO, Renato M. **Manufatura enxuta**: implementação de um modelo de gestão em uma indústria de produtos laminados. Monografia (MBA em Gerenciamento da Produção e Tecnologia), Universidade de Taubaté, 2002.

BAKER, P. Why is lean so far off? **Works Management**, v. 55, p. 26-29, 2002.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições70, 2015.

BHASIN, S. Prominent Obstacles to Lean. **International Journal of Production and Performance**, v. 61, n.4, p. 403-425, 2012.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

BLANCHARD, D. Census of U.S. Manufacturers: Lean Green and Low Cost. **Industry Week**, October, 2007.

BOOTH, Wayne C.; COLOMB, Gregory G.; WILLIAMS, Joseph M. **A arte da pesquisa**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

BORTOLOTTI, Thomas; BOSCARI, Stefania; DANESE, Pamela. Successful lean implementation: organizational culture and soft lean practices. **International Journey Production Economics**, 160, p. 182-201, 2015.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **A construção política do Brasil**. São Paulo: Editora 34, 2014.

BULLEN, Christine V.; ROCKART, John F. A primer on Critical Success Factors. **Sloan School of Management**, n. 69, 1981.

CHAY, Tickfei; XU, Yuchun; TIWARY, Ashutosh; CHAY, Frosoon. Towards lean transformation: the analysis of lean implementation frameworks. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 7, p. 1031-1052, 2015.

COX, Jeff; SPENCER, Michael S. **Manual da Teoria das Restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

COX III, J. F.; SCHLEIER JR., J. G. **Handbook da Teoria das Restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

CUA, K. O.; MCKONE, K. E.; SCHROEDER, R. G. JIT Manufacturing: a survey of implementation in small and large US manufacturers. **Management Science**, v. 45(1), p. 1-15, 2001.

DEPERT, J.; SCHROEDER, R. G.; MAURIEL, J. A framework for linking culture and improvement initiatives in organizations. **Acad. Manage**, v. 25, n. 4, p. 850-863, 2000.

DETTMER, H.W. **The logical thinking process**: A systems approach to complex problem solving. Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press, 2007.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antônio Valle. **Design Science Research**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FERNANDES, Sheila Mendes; DAL FORNO, Ana Julia; FORCELLINI, Fernando. Métodos de custeio na abordagem enxuta. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 7, p. 980-1012, 2015.

FLEISS, J. **Statistical methods for rates and proportions**. Nova York: John Wiley & Sons, 1981.

FONSECA, Ricardo; SILVA, Pedro; SILVA, Rita. Acordo inter-juízes: o caso do coeficiente kappa. **Laboratório de Psicologia**, v. 5, n. 1, p. 81-90, 2007.

GOLDRATT, Eliyahu M. Computerized Shop Floor Scheduling. **International Journal of Production Research**, v. 26, p. 443-455, 1988.

GOLDRATT, Eliyahu M. **What is this thing called Theory of Constraints and how should it be implemented?** The North River Press: Great Barrington, MA, 1990.

GOLDRATT, Eliyahu M. Standing on the shoulders of giants – production concepts versus production applications. The Hitachi Tool Engineering example. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 3, p. 333-343, 2009.

HU, Qing; MASON, Robert; WILLIAMS, Sharon J.; FOUND, Pauline. Lean implementation within SMEs: a literature review, 2015.

JOHNSON, H.T. Lean accounting: to become lean, shed accounting. **Cost Management**, v. 20, n. 1, p. 6-17, 2006.

KRAFCIK, John F. Triumph of the lean production system. **Massachusetts Institute of Technology**, v. 30, n. 1, 1988.

LACERDA, Daniel P.; CASSEL, Ricardo A.; RODRIGUES, L. H. Service process analysis using process engineering and the theory of constraints thinking process. **Business Process Management Journal**, v. 16, n. 2, p. 264-281, 2010.

LACERDA, Daniel P.; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; ANTUNES JR., José Antônio Valle. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, 2013.

- LIBRELATO, Tatiane P.; LACERDA, Daniel P.; RODRIGUES, L. H.; VEIT, Douglas R. A process improvement approach based on the Value Stream Mapping and the Theory of Constraints Thinking Process. **Business Process Management Journal**, v. 20, n. 6, 2014.
- LIKER, Jeffrey. **The Toyota Way**. New York: McGraw-Hill, 2004.
- LIKER, Jeffrey; MEIER, David. **The Toyota Way Fieldbook**. New York: McGraw-Hill, 2006.
- LIKER, Jeffrey; ROTHER, Mike. Why lean programs fail. **Lean Enterprise Institute**, 2011.
- MANGAN, John; LALWANI, Chandra; GARDNER, Bernard. Combining quantitative and qualitative methodologies in logistics research. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 34, n. 7, p. 565-578, 2004.
- MANOOCHEHRI, G. H. JIT for small manufacturers. **Journal of Small Business Management**, v. 26, n. 4, p. 22-30, 1988.
- MARODIN, Giuliano; SAURIN, Tarcisio. Linhas de pesquisa em implantação de sistemas de produção enxuta de 2000 a 2012: uma revisão de literatura. **XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2012.
- MARODIN, Giuliano; SAURIN, Tarcisio. Managing barriers to lean production implementation: context matters. **International Journey of Production Research**, 2014.
- MASKELL, B. H.; BAGGALEY, B.; GRASSO, L. P. **Practical lean accounting: a proven system for measuring and managing the Lean Enterprise**. Boca Raton, 2012.
- NOREEN, Eric; SMITH, Debra; MACKEY, James T. **A Teoria das Restrições e suas implicações na contabilidade gerencial**. São Paulo: Educator, 1996.
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PANTALEÃO, Luis Henrique. Desenvolvimento de um modelo de diagnóstico da aderência aos princípios do Sistema Toyota de Produção (Lean Production System): um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Administração). Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2003.
- SAHWAN, Mohd Azhar; RAHMAN, Mohd Nizam Ab; DEROS, Baba Md. Barriers to implement lean manufacturing in Malaysian automotive industry. **Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)**, v. 59, Suppl. 2, p. 107-110, 2012.
- SAURIN, Tarcisio Abreu; ROOKE, John; KOSKELA, Lauri. A complex systems theory perspective of lean production. **International Journey of Production Research**, v. 51, n. 19, p. 5824-5838, 2013.

SEZEN, Bulent; KARAKADILAR, Ibrahim S.; BUYUKOZKAN, Gulcin. Proposition of a model for measuring adherence to lean practices: applied to Turkish automotive part suppliers. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 14, p. 3878-3894, 2012.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, p. 785-805, 2007.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Cleide. Apesar da crise, aumento de exportações faz Renault contratar 550 trabalhadores. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 31 mai. 2016.

SIM, Khim L.; ROGERS, John W. Implementing lean production systems: barriers to change. **Management Research News**, v. 32, n. 1, p. 37-49, 2009.

SINDIPEÇAS. Relatório de Acompanhamento Econômico, Março de 2016.

SPEAR, Steven; BOWEN, H. Kent. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, 1999.

TILLEMA, Sandra; VAN DER STEEN, Martijn. Co-existing concepts of management control. The containment of tensions due to the implementation of lean production. **Management Accounting Research**, v. 27, p. 67-83, 2015.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. New York: Macmillan, 1990.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine os desperdícios e crie riquezas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

APÊNDICE 1: QUESTÕES PARA ENTREVISTA NAS EMPRESAS

1. Delineamento do contexto:

Questão	Objetivo
Evolução do faturamento	Contextualização. Definir se a empresa estava em período de expansão durante a implantação do SPE.
Principais clientes	Contextualização. Verificar quais os mercados atendidos, o que pode impactar o SPE.
Organograma da empresa	Contextualização. Verificar como a estrutura de poder está estabelecida.
Evolução do nº de funcionários	Contextualização. Reduções significativas de lotação podem ter impacto no clima interno.
Organização da produção: níveis hierárquicos e relação nº funcionários/chefia em cada nível	Compreensão da distribuição de autoridade.
Estrutura física: nº de linhas de produção e tipos de produto	Contextualização. Definir se o layout está definido por produto ou processo e se favorece o fluxo contínuo de peças.
Complexidade: nº de produtos fabricados em cada linha de produção	Contextualização. Terá impacto em nº de set-ups e tamanho de lote.
Indicadores de performance: OEE, PPM int e ext, % máquinas capazes, % indisponibilidade por manutenção e set-up, DSA com clientes e fornecedores, PPM fornecedores	Contextualização. Verificar a estabilidade interna da manufatura e sua evolução ao longo do período de implantação.

2. Ferramentas do SPE utilizadas:

Neste item pretende-se utilizar o modelo de avaliação proposto por Sezen et al. (2012), complementado por itens introduzidos pelo autor.

Indicar a extensão com que sua empresa utiliza as seguintes ferramentas do SPE (1 – não pratica, 4 - pratica parcialmente, 7 – pratica integralmente)

Questão	Nota	Desvio Padrão
Nós nos esforçamos em reduzir o tempo de set-up de máquinas		
Sistemas puxados e kanban são usados na produção		
Nós procuramos reduzir os lotes de produção		
Nós evitamos manter mais estoque em processo que o necessário		
Sempre que possível, nós utilizamos fluxo peça a peça		
Mapeamentos do fluxo de valor são realizados		
Nós nos esforçamos em melhorar o fluxo nos processos		
Atividades de manutenção preventiva são realizadas rotineiramente com a participação de todos os empregados		
Os processos podem ser acompanhados facilmente, com aplicação de 5S		
Áreas de trabalho são limpas regularmente e a ordem é mantida		
Diagramas de peixe, círculos de qualidade e outras técnicas são empregadas para encontrar a causa-raiz dos problemas		
Um programa de sugestões é empregado em nossa empresa		
A cultura de melhoria contínua é estabelecida na empresa		
Dispositivos a prova de erro (poka-yokes) são utilizados em nossa empresa		
Esforço é empregado para eliminar os desperdícios em todos os processos		
O <i>lay-out</i> da fábrica favorece o fluxo contínuo de peças*		
<i>Standard work</i> definido para todas as operações e visual*		
Informação é disponibilizada no chão-de-fábrica, favorecendo o gerenciamento visual*		
Fornecedores fazem suas entregas em um sistema JIT*		
Controle estatístico de processo é utilizado extensivamente em toda a fábrica para monitoramento dos processos*		
Alguns clientes possuem sistema puxado para a solicitação de peças*		
Sequenciamento da produção e definição de super-mercados são práticas normais no planejamento da produção*		

Fonte: Sezen et al (2012), com contribuições do autor*

3. Investigação das práticas administrativas:

Questão	Objetivo
Como é calculada a capacidade? Qual a política de utilização da capacidade?	Verificar se a programação de produção considera espaço para recuperação, o que pode afetar a aplicação de sistemas puxados de produção
Qual a informação é disponibilizada para o operador?	Verificação se há transferência de poder para os níveis mais baixos da hierarquia
Qual o nível de autonomia do operador para tomada de decisão na operação e na implantação de melhorias?	Idem
Qual o nível de autonomia para aprovação de despesas?	Idem
Qual o nível de autonomia da gerência intermediária e primeiro nível de chefia?	Idem
Qual o processo de comunicação com os operadores? Existem reuniões mensais de resultados? Existem reuniões diárias?	Verificar se a gestão participativa é praticada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4. O processo de implantação do SPE:

Questão	Objetivo
Qual o seu conceito de SPE?	Entender o nível de entendimento do entrevistado.
O que motivou a empresa a implantar o SPE?	Verificar o entendimento das razões da empresa.
Como o processo de implantação foi planejado e executado? Quais os passos?	Entender o processo de planejamento: passos, duração, recursos alocados, etc.
Qual foi o treinamento disponibilizado?	Verificar o nível de informação dos participantes.
Qual o estágio do SPE hoje? Quais os planos futuros?	Entender onde a empresa se encontra no processo.
Quais foram os indicadores utilizados para acompanhar o processo? Como foi a evolução destes indicadores? Foram feitas auditorias? Auto-avaliações?	Entender como foi feito o monitoramento.
Houve participação de auditores externos no processo?	Entender quais foram os recursos disponibilizados.
Foi um programa corporativo ou iniciativa local?	Compreender de quem foi a iniciativa.
Teve ações preparativas prévias ou começou com a implantação das ferramentas?	Entender qual o grau de preparação da empresa para o início do processo de implantação do SPE.
Houve uma sequência na implantação das ferramentas? Qual? Qual o motivo?	Definir qual a sequência utilizada e o porque.
O plano incluía a extensão do SPE para fornecedores?	Compreender a interface com fornecedores.
O plano definia como seria a interface com clientes?	Compreender a interface com clientes.
Qual o horizonte temporal do plano? Foi mantido ao longo do tempo ou alterado com trocas de gestores?	Verificar qual a extensão e o comprometimento dos gestores com o plano original.
Havia funcionários com dedicação exclusiva à implantação do SPE? Qual era a estrutura de implantação?	Entender quais os recursos disponibilizados.
Os indicadores do SPE tem impacto no bônus de operadores, chefia e gerência?	Verificar se havia um sistema de recompensa.
O processo foi concluído? Quais os resultados alcançados até o momento?	Entender em que etapa a empresa se encontra.
Houve alinhamento de indicadores operacionais antes do início do processo de implantação? Existe conflito com indicadores financeiros?	Verificar o alinhamento de indicadores e a existência ou não de conflitos entre os indicadores.
Se existe sistema de produção puxada, como se relaciona com MRP? Existem conflitos?	Entender a ligação da produção puxada com o MRP
Qual foi a participação das áreas de apoio na implantação do SPE? O papel de cada departamento estava definido?	Verifica se a implantação do SPE era um objetivo da produção ou da empresa como um todo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5. Barreiras encontradas e montagem da ARA: Neste momento se passa a discutir as barreiras – efeitos indesejáveis – e a discutir a formação da ARA, após breve explicação do método, com a orientação do entrevistador.

APÊNDICE 2: RELAÇÃO DE DOCUMENTOS A ANALISAR

Documento	Objetivo
Evolução OEE em células representativas	Verificar disponibilidade de recursos produtivos e estabilidade de processo.
Evolução <i>downtime</i> com manutenção corretiva e preventiva.	Idem.
Evolução tempo médio de <i>set-up</i> .	Verificar resultado de esforço de redução de tempo de <i>set-up</i> .
Inventário matéria-prima, em processo e produto final.	Verificar se empresa está comprometida com redução de inventário.
PPM interno, externo e de fornecedores.	Verificar estabilidade de processo.
DSA de clientes e fornecedores.	Verificar estabilidade de processo.
Indicador de clima interno, se existir	Verificar nível de satisfação.
Absenteísmo e <i>turn-over</i> .	Idem
% de máquinas capazes	Verificar estabilidade de processo.
Evolução tamanho médio de lote e nº de <i>set-ups</i> .	Verificar se tamanho de lote está reduzindo.
Nº de ideias geradas por funcionário.	Verificar nível de comprometimento.

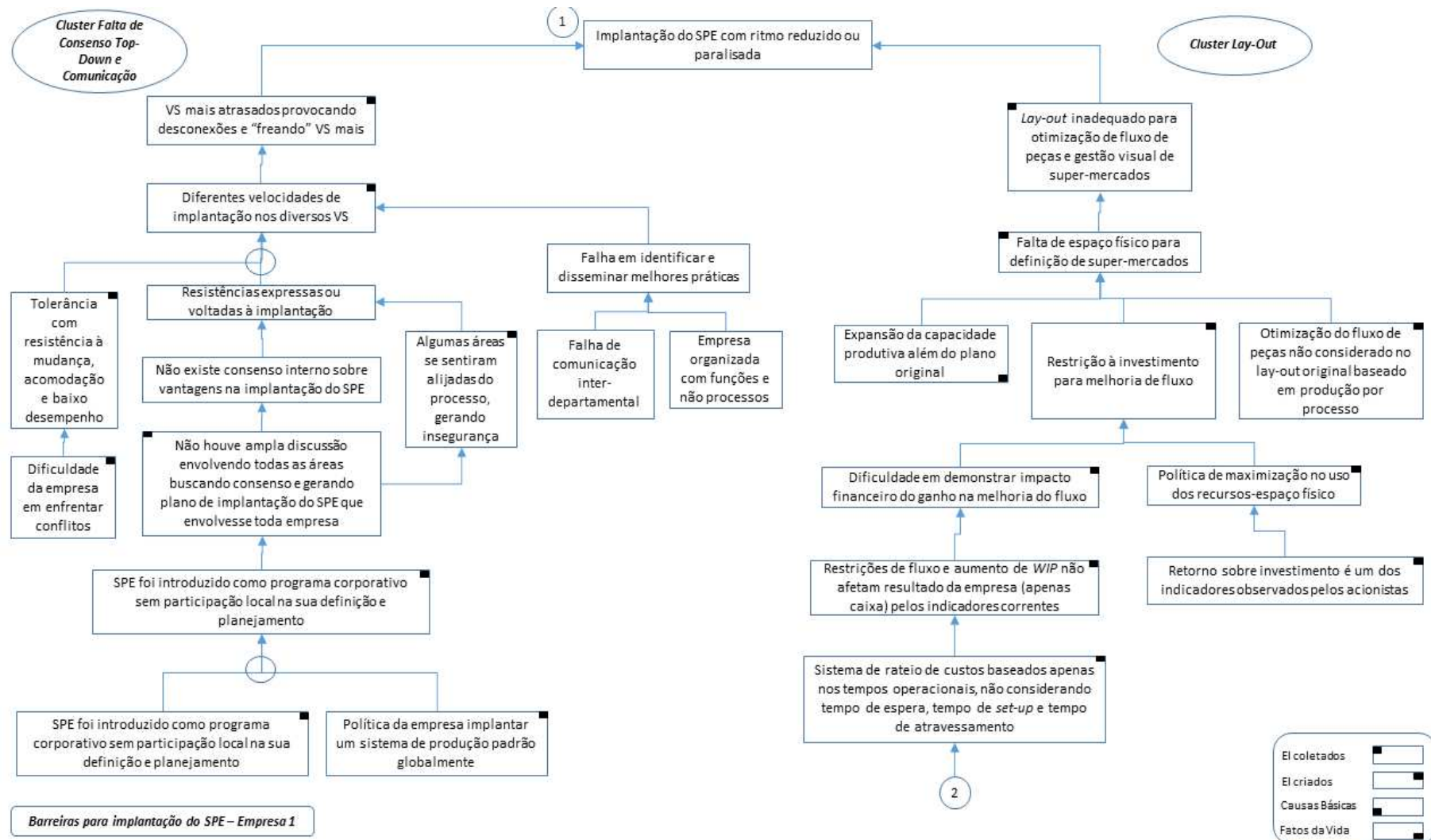
Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE 3: OBSERVAÇÃO DIRETA

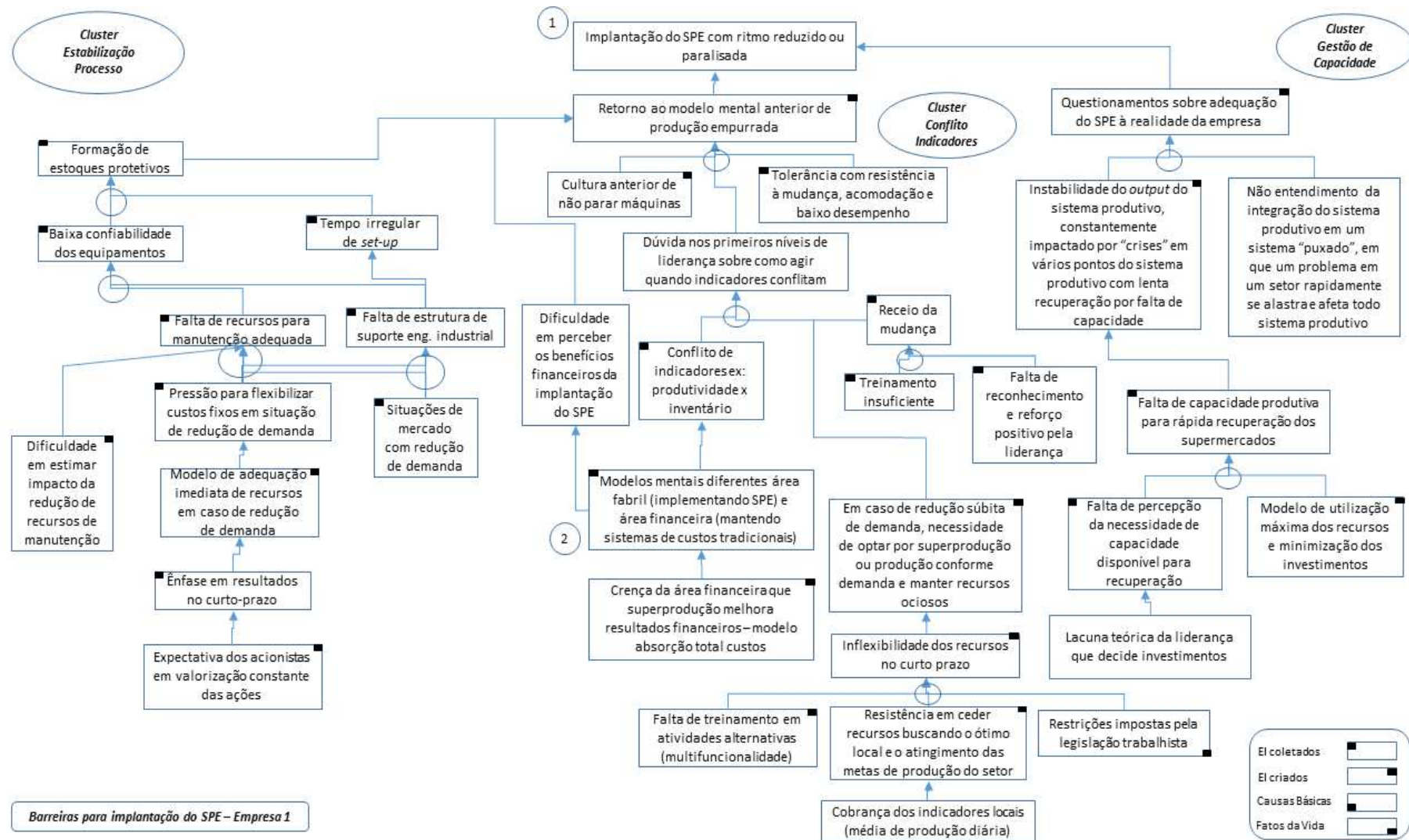
O que observar	Objetivo
Nível geral de inventário	Determinar estágio de implantação SPE.
<i>Lay-out</i> da fábrica	Verificar se permite fluxo contínuo.
Existe sistema puxado?	Determinar estágio de implantação SPE.
Informação disponível no chão-de-fábrica?	Definir se existe acesso à informação.
<i>Standard-work</i> definido e visual?	Determinar estágio de implantação SPE.
5S	Indica nível de comprometimento.
Existem cartas de CEP nas máquinas?	Indica estabilidade do processo.
Existem <i>poka-yokes</i> ?	Indica garantia da qualidade.
Nível de inventário no almoxarifado	Indica JIT com fornecedores.
Existem quadros de produção hora a hora? Estão preenchidos?	Avaliar nível de participação do nível operacional na gestão.
LTA é praticado regularmente?	Idem.
Existem planos de melhoria?	Idem.
Como são gerenciados?	Idem.
Existe um processo de <i>escalation</i> ?	Verificar conexão da operação com nível gerencial.
São realizados <i>Kaizens</i> ?	Determinar estágio de implantação SPE.
VSM estão disponíveis para todos os fluxos de valor – estado atual e estado futuro?	Idem.
Com que frequência são revisados?	Determinar nível de comprometimento.
VSM estão disponíveis para os processos administrativos?	Verificar se áreas administrativas estão envolvidas no processo.
Com que frequência são revisados?	Verificar nível de comprometimento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

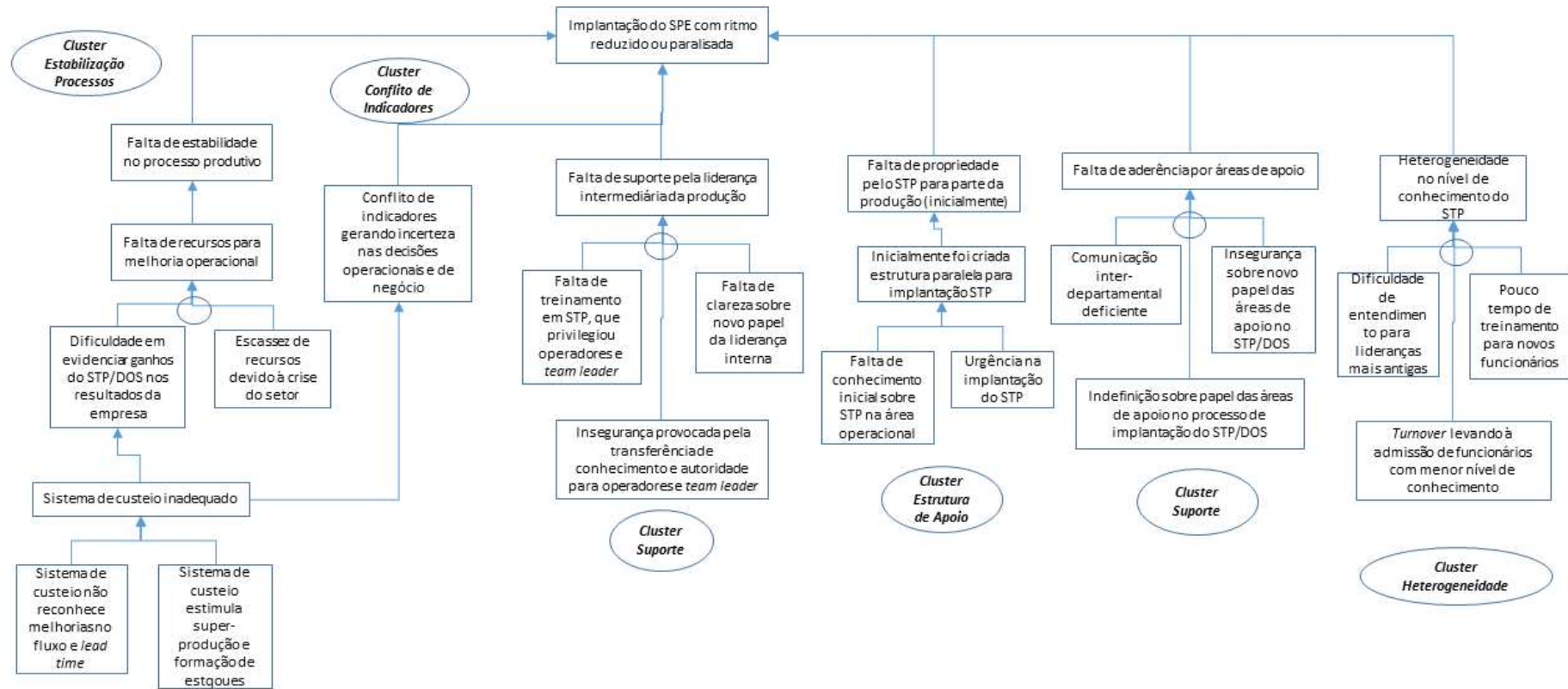
APÊNDICE 4: ARA DA EMPRESA 1 PARTE 1



APÊNDICE 5: ARA DA EMPRESA 1 PARTE 2



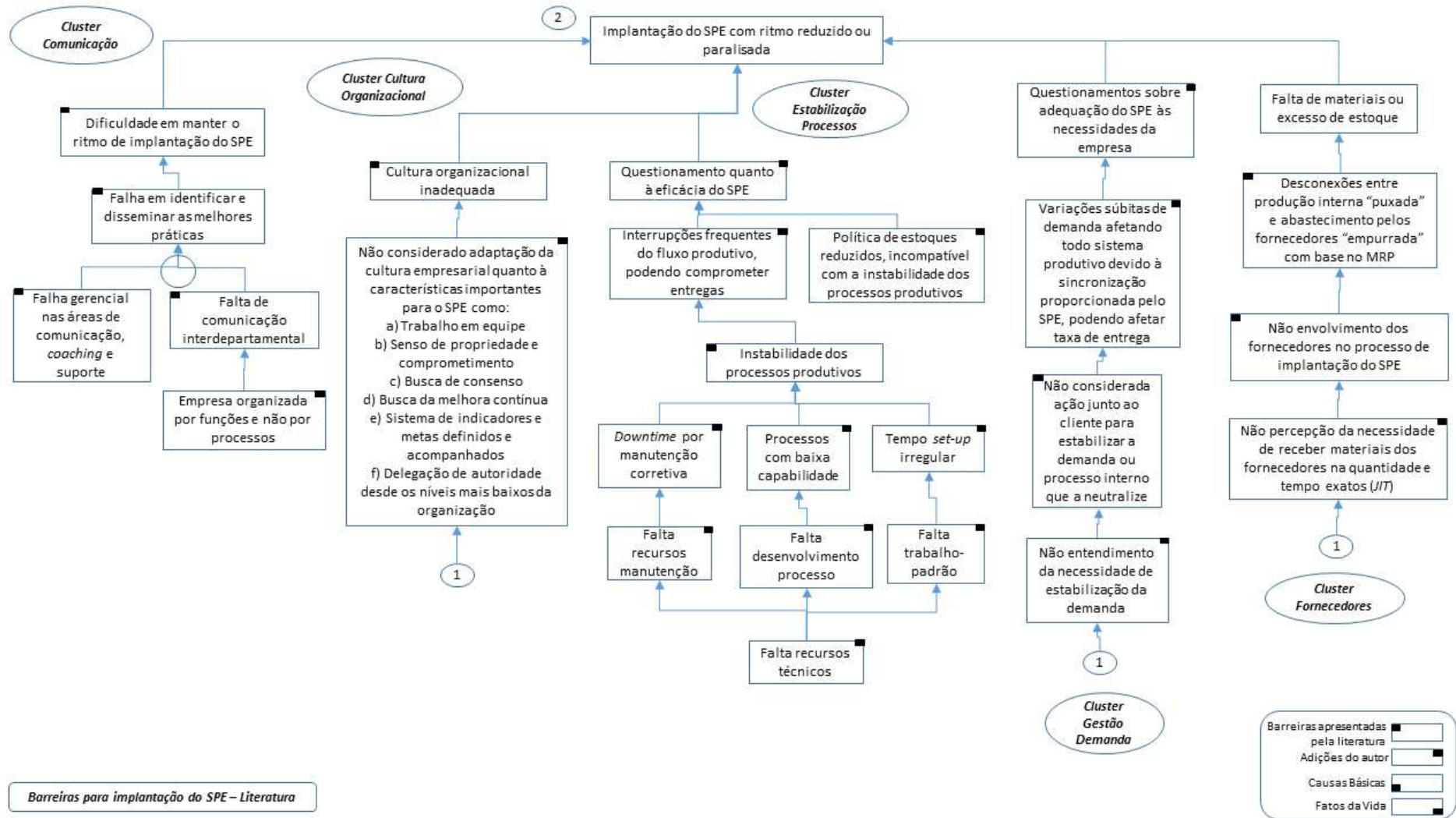
APÊNDICE 6: ARA DA EMPRESA 2



Barreiras para implantação do SPE – Empresa 2

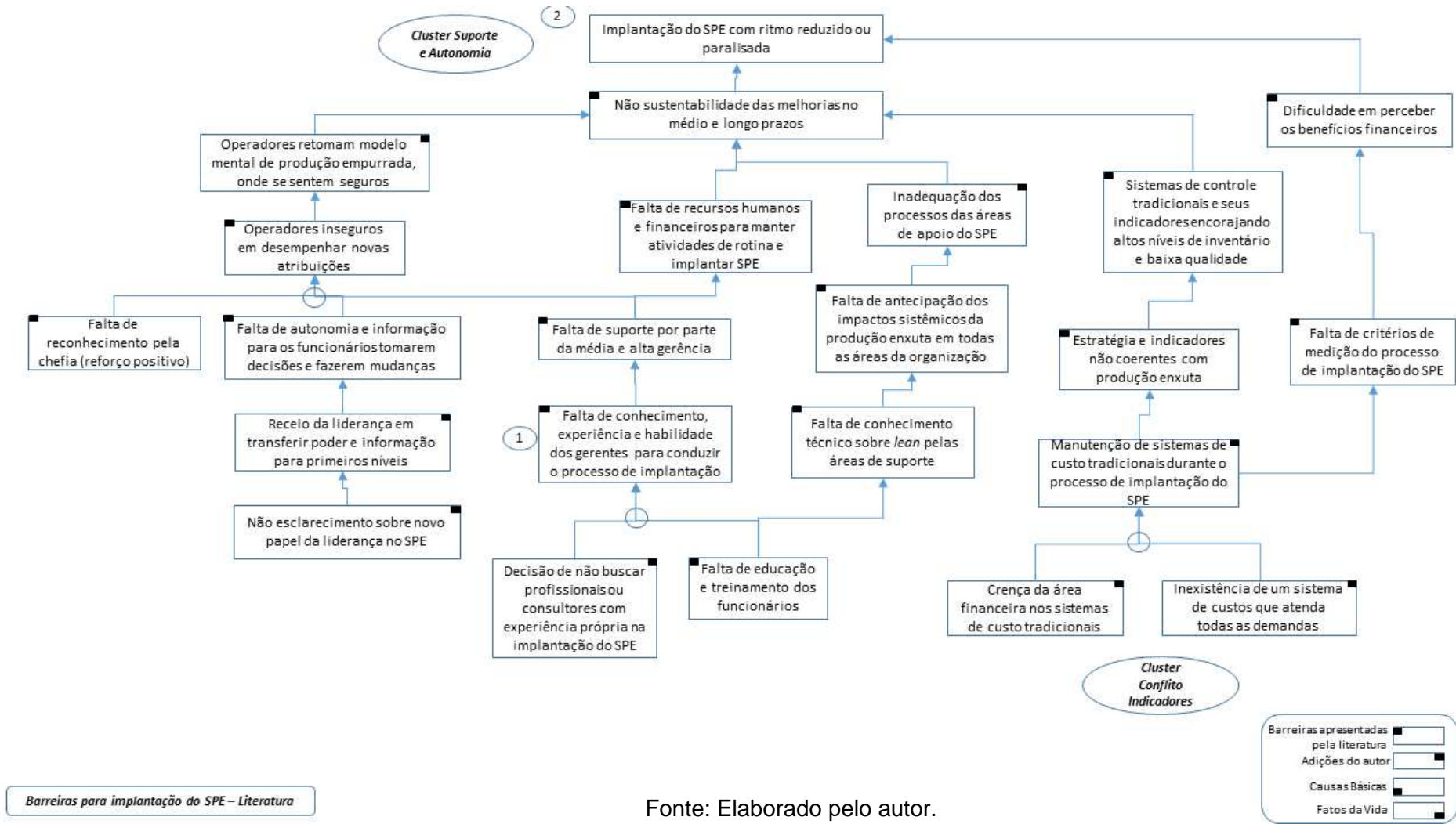
Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE 7: ARA DA LITERATURA PARTE 1

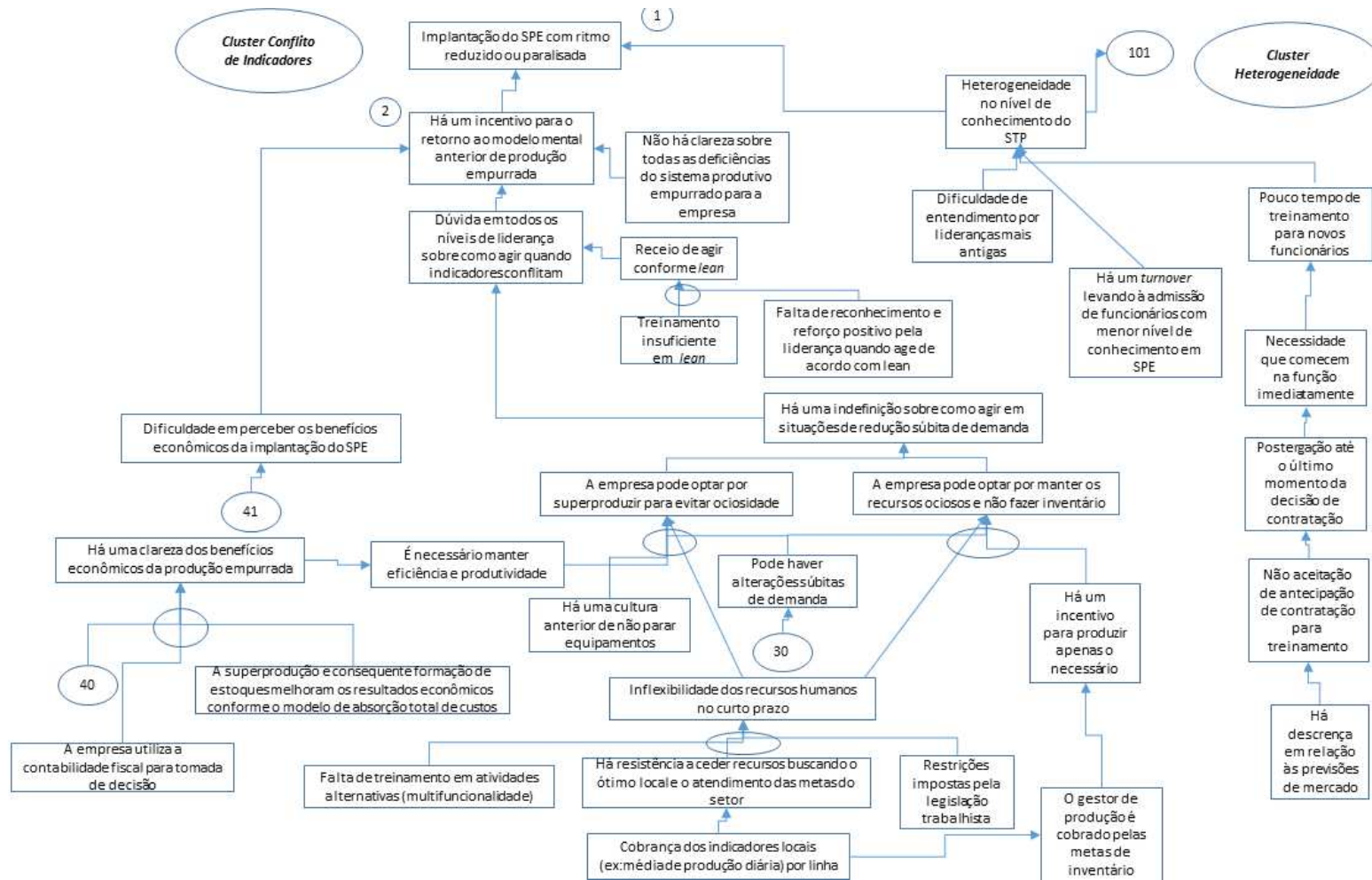


Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE 8: ARA DA LITERATURA PARTE 2

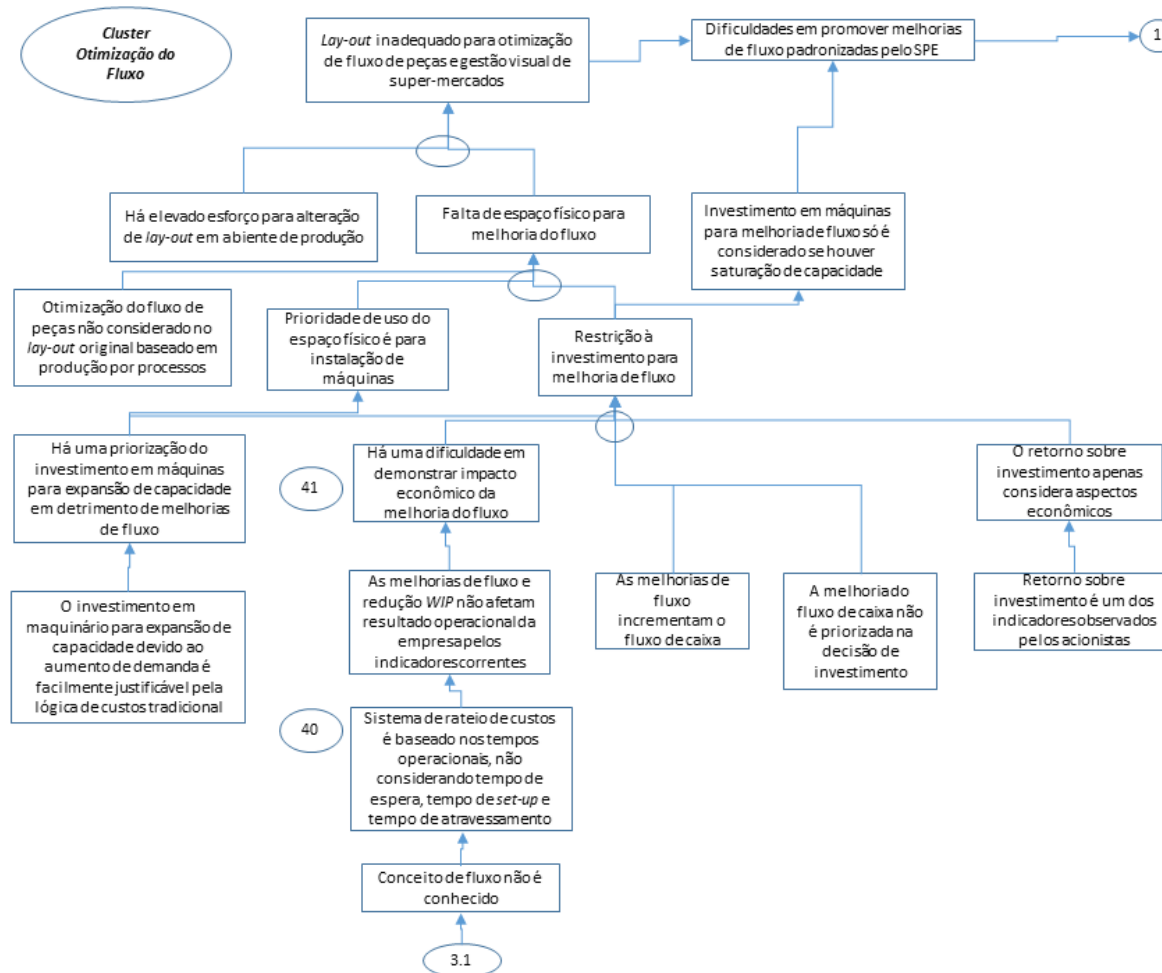


APÊNDICE 9: ARA CONSOLIDADA HARD PARTE 1



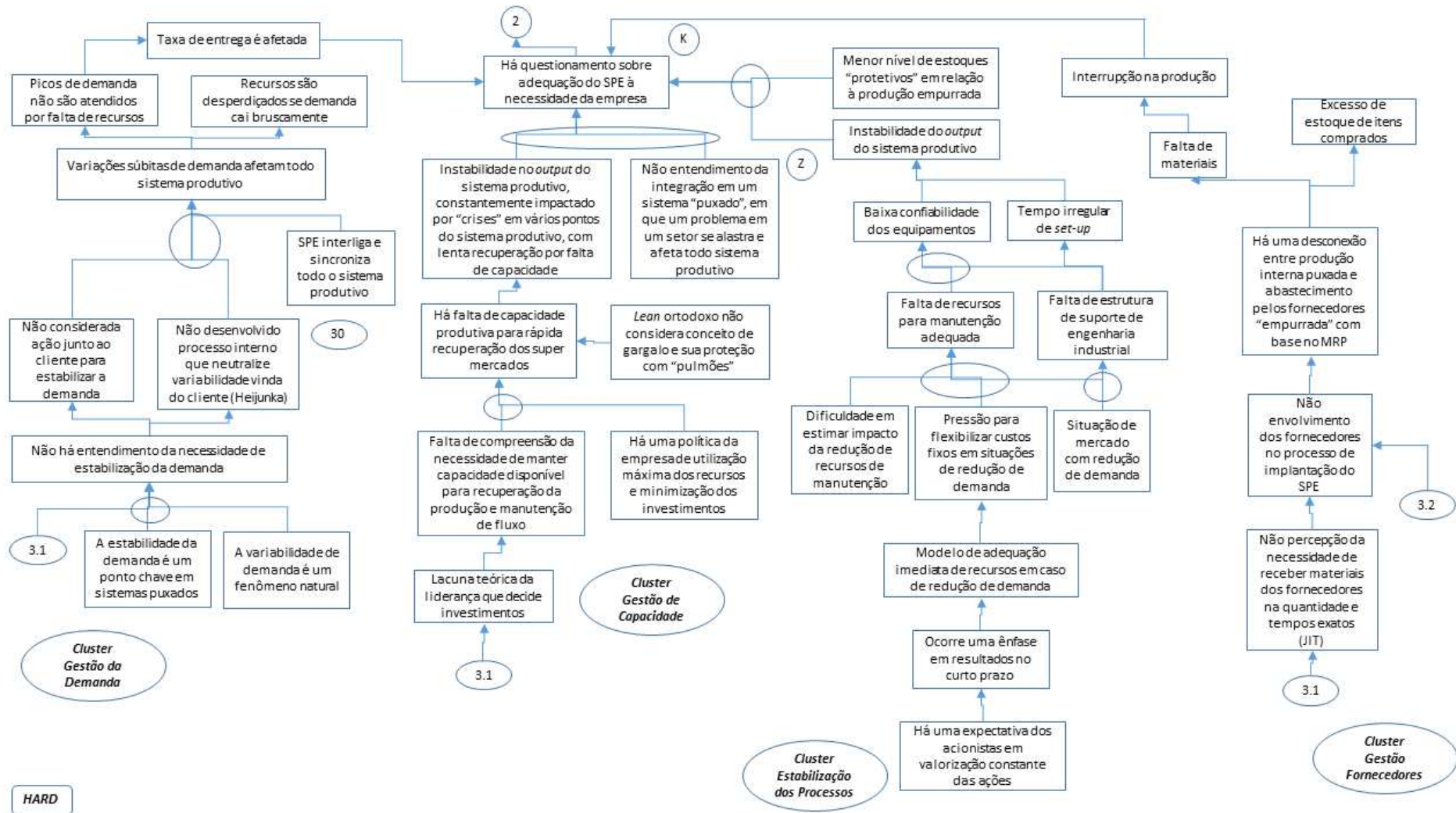
Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE 10: ARA CONSOLIDADA HARD PARTE 2

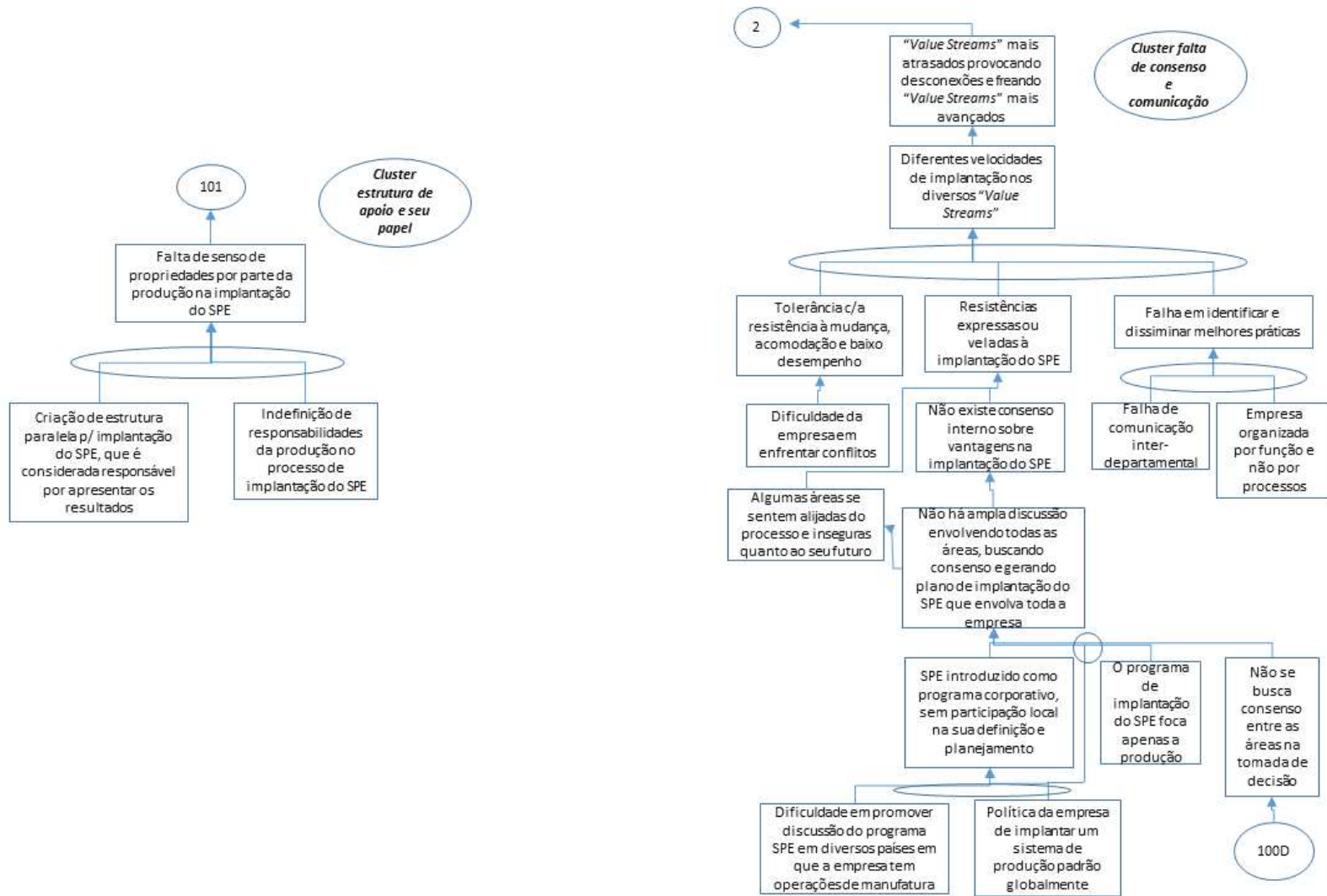


Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE 11: ARA CONSOLIDADA HARD PARTE 3

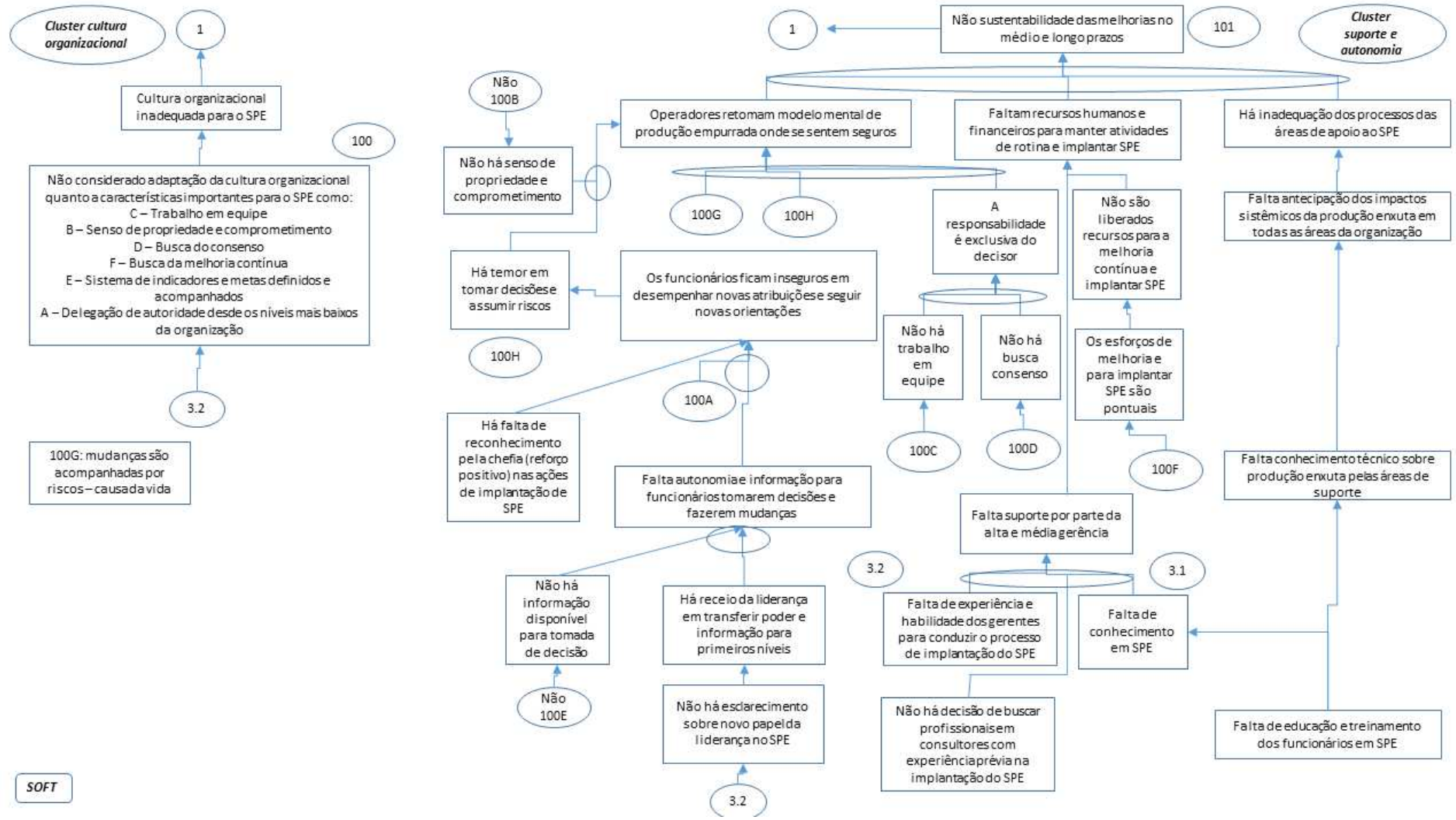


APÊNDICE 12: ARA CONSOLIDADA SOFT PARTE 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE 13: ARA CONSOLIDADA SOFT PARTE 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE 14: CURRICULUM VITAE CONSULTORES**Consultor 1: Eng. Carlos Hilgert**

Mestre em Engenharia de Produção pelo PPGE/UFGRS (2001). Graduado em Engenharia Mecânica pela PUCRS (1992). Graduado em Engenharia Eletrônica pela PUCRS (1985). Consultor nas áreas de Teoria das Restrições, Sistema Toyota de Produção, Custos Industriais, Logística Interna, Engenharia Industrial, PCP, Layout (Macro e Micro) e implantação de nova plantas fabris. Professor de Engenharia Eletrônica na PUC RS entre 1988 e 1994 e funcionário DANA Corporation durante 22 anos (1983 a 2005). Possui experiência internacional de 6 anos (1999 a 2005) morando nos EUA como funcionário da DANA Corporation. Proprietário de empresa do ramo metal-mecânico a 10 anos. Membro do SAE e pesquisador independente.

Consultor 2: Jácome Barbosa da Cruz

Sócio Consultor da empresa Produttare. Graduado em Administração de Empresas com ênfase em Produção pela UNOPAR-PR. Técnico em Mecatrônica e Metalurgia. Analista Sênior em Engenharia Industrial e Sistemas Produtivos com ênfase em Gestão (Indicadores de Desempenho), Produtividade (OEE/TEEP, Gestão Visual, Cronoanálise), Flexibilidade (Set-up Rápido – TRF e Preset), Velocidade (Macro e Micro Layout), Operações Padronizadas e Padronização (Balanceamento de Fluxos), Mapeamento de Fluxos e Conceituação de Fábricas. Experiência de mais de 20 anos na indústria como Gestor de Produção e Analista de Processos, atuando como coordenador de projetos na área de Sistemas Flexíveis de produção e na capacitação de multiplicadores internos em Conceitos Básicos de Engenharia de Produção.

Consultor 3: Ariel Possebon

Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Graduado em Administração de Empresas pela Universidade Norte do Paraná. Técnico em Automação Industrial. Atualmente é Sócio-Consultor da Produttare Consultores Associados e Professor dos cursos de Engenharia de Produção e Gestão da Produção Industrial na FEEVALE. Especialista em Planejamento, Programação e Controle da Produção e dos Materiais (PPCPM), Ciência de Dados e Gestão de Operações.

Consultor 4: Alex Marques de Souza

Graduação em Engenharia de Produção – Mecânica pela Unisinos, Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas na Unisinos. Mais de 15 anos de atuação em multinacionais do ramo metalmeccânico nas áreas de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção inclusive com participação em projetos internacionais (Áustria, Argentina, México e Colômbia). Possui experiência em docência na disciplina de Planejamento e Controle de Produção. Atualmente é Especialista Sênior de Melhoria Contínua na STIHL Ferramentas Motorizadas.

Consultor 5: Prof. Ms. Douglas Rafael Veit

Doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale dos Sinos – UNISINOS (2014). Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale dos Sinos – UNISINOS (2013). Possui graduação em Administração pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões(2010). Atualmente atua como pesquisador do Grupo de Pesquisa em Modelagem para Aprendizagem – GMAP UNISINOS e atuou como consultor na Prodttare Consultores Associados. Também é coordenador e professor do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial (UNISINOS) desde 2013 e coordenador e professor do curso de Engenharia de Produção da UNISINOS desde 2017. Tem experiência na área de Engenharia e Gestão da Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Engenharia de Processos de Negócios, Mapeamento do Fluxo de Valor, Gestão dos Postos de Trabalho e Manufatura Aditiva.