

Modelo de relações entre os riscos que afetam a implantação de produção enxuta

Model of risk interactions hindering lean production implementation

Giuliano Almeida Marodin¹
Tarcisio Abreu Saurin²
Guilherme Luz Tortorella³
Diego de Castro Fettermann³

Resumo: O baixo índice de sucesso e as mudanças estruturais e organizacionais necessárias para a Implantação da Produção Enxuta (IPE) indicam a necessidade do uso da abordagem de Gestão de Riscos (GR) para gerenciar esta transformação. Este artigo tem como objetivo apresentar um modelo gráfico para explicitar as relações entre os riscos na IPE por meio da utilização da *Interpretative Structural Modelling* em uma empresa e entender os motivos destas relações. O estudo está baseado em um caso conduzido na unidade de uma empresa global fabricante de componentes hidráulicos. A coleta de dados foi realizada por meio de múltiplas fontes de evidência, como entrevistas, observações, visitas à fábrica e análise de documentos. O modelo desenvolvido propiciou o esclarecimento e entendimento dos efeitos diretos e indiretos da presença dos riscos na IPE na empresa. As principais relações identificadas no modelo foram confirmadas por meio das explicações dos motivos pelos quais tais relações ocorriam no caso.

Palavras-chave: Produção enxuta; *Interpretative Structural Modelling*; Gestão de riscos.

Abstract: *The low success rate and the complex structural and organizational changes required for lean production implementation (LPI) require the use of the risk management approach to manage this transformation. This paper aims to present a graphical model to explain the relationships between the risks in LPI through interpretive structural modeling (ISM) and to understand the reasons behind such relationships. The case study was conducted in a factory of a global company that manufactures hydraulic components. Data were collected from multiple sources, including interviews, observations, visits to the plant, and document analysis. The research contributed to clarifying and understanding the direct and indirect influences of risks that hinder the LPI at the plant. The main relationships identified in the model were confirmed by explanations of reasons for such relationships occurred in the case.*

Keywords: *Lean production; Interpretive Structural Modeling; Risk management.*

1 Introdução

A Produção Enxuta (PE) vem sendo usada por empresas de todo o mundo para melhorar o desempenho operacional (Herron & Hicks, 2008; Saurin et al., 2010; Tortorella et al., 2015a). No entanto, a implantação da Produção Enxuta (IPE) é frequentemente limitada a um conjunto de práticas operacionais e não a um sistema de gestão empresarial, o que contribui para que as melhorias no desempenho sejam aquém do esperado (Hines et al., 2004). Alguns autores afirmam que é baixo o número de empresas que têm sucesso na IPE (Boyle et al., 2011; Taylor et al., 2013).

As dificuldades que as empresas enfrentam na IPE decorrem, em parte: (a) de sua própria natureza da PE, que é contingencial, ou seja, não há uma maneira de aplicação que seja efetiva para qualquer empresa, pois o processo será sempre único e dependente do contexto (Hines et al., 2004; Papadopoulos & Ozbayrak, 2005); (b) do fato de a PE ser um sistema em que o conjunto de práticas e princípios que a constituem estão intimamente conectados por meio de dependência mútua (Cua et al., 2001; Shah & Ward, 2007); (c) dos fatores que afetam a IPE a interagir

¹ Moore School of Business, University of South Carolina, 1014 Greene Street, 405L, 29208, Columbia, South Carolina, United States, e-mail: gmarodin@moore.sc.edu

² Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Transportes – PPGEP, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Av. Osvaldo Aranha, 99, 5º andar, CEP 90035-190, Porto Alegre, RS, Brasil, e-mail: saurin@ufrgs.br

³ Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – PPGEP, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n, Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil, e-mail: gtortorella@bol.com.br; dcfettermann@gmail.com

entre si de modo não completamente previsível e controlável (Lewis, 2000).

O baixo índice de sucesso e as mudanças estruturais e organizacionais complexas exigidas pela IPE indicam a necessidade do uso de abordagem apropriada para tal objetivo, como a gestão de riscos (GR) (Scherer & Ribeiro, 2013). De fato, o uso da perspectiva de GR ao processo de IPE implica o uso de uma robusta base de conceitos e ferramentas que contribuem tanto para a identificação das dificuldades de IPE quanto para sua gestão segundo a lógica PDCA (Marodin et al., 2014). Essa possibilidade decorre da maturidade do tema GR em outros tipos de projetos, como no desenvolvimento e implantação de *softwares* (ex. Boehm, 1991; Aloini et al., 2012) e na gestão da cadeia de suprimentos (ex. Ritchie & Brindley, 2007). Scherer & Ribeiro (2013), Marodin & Saurin (2014) e Marodin et al. (2014) são os poucos estudos que usam a abordagem da GR na IPE.

Vale salientar que os riscos na IPE são pesquisados há algum tempo, sendo também denominados como barreiras (Sim & Rogers, 2009), fontes de fracasso (Scherrer-Rathje et al., 2009) ou fatores-chave (Achanga et al., 2006; Farris et al., 2009). Entretanto tais riscos à IPE vêm sendo identificados e discutidos de forma individual e limitada pela literatura, sem que sejam evidenciadas as inter-relações entre eles. Por exemplo, Motwani (2003), em um estudo de caso em uma empresa automotiva, identifica algumas dificuldades à IPE (por exemplo, falta de apoio da gerência e falta de visão de longo prazo), porém não ficam claras as relações de dependência entre elas. Segundo Shah & Ward (2007, p. 791), a Produção Enxuta (PE) é “[...] um sistema sociotécnico integrado, cujo principal objetivo é eliminar o desperdício e reduzir ou minimizar a variabilidade dos clientes, fornecedores e interna.” Deste modo, a IPE tem impacto em todas as áreas do negócio, permeando o sistema técnico, social, organizacional e externo de uma empresa, o que aponta para a possível interligação entre os riscos à IPE.

A literatura ainda comumente foca apenas uma perspectiva, por exemplo, a social (Sim & Rogers, 2009), organizacional (Achanga et al., 2006) ou externa (Shah & Ward, 2003; Boyle et al., 2011), característica esta que prejudica a visão sistêmica da IPE. A análise fragmentada dos riscos à IPE reflete a falta de conhecimento acerca da natureza sistêmica da IPE (Saurin et al., 2011).

De acordo com Barki et al. (1993), existem relações causais entre os riscos em qualquer tipo de projeto, o que faz com que o gerenciamento individual dos riscos seja ineficaz. Segundo Chapman & Ward (2003), a análise dos riscos sem a avaliação das interdependências entre eles resulta em um entendimento superficial e incompleto. As respostas mais eficazes no tratamento de alguns riscos podem estar em

reduzir as probabilidades de ocorrências de riscos que o precedem (Aloini et al., 2012; Echeveste et al., 2017). Desta forma, há necessidade de investigação aprofundada para coletar evidências empíricas sobre as relações entre os riscos na IPE. A modelagem das relações entre os riscos tem sido usada para projetos de desenvolvimentos de *softwares* não só para o entendimento de tais relações, mas também para evidenciar os efeitos destes e os fatos que os originam (ex. Wallace et al., 2004; Aloini et al., 2007).

Os projetos de desenvolvimento de *softwares* possuem uma natureza complexa, de longo prazo, envolvem diversas etapas e necessitam da interação entre pessoas e tecnologias, algo próximo a uma IPE. Scherer & Ribeiro (2013) propõem algumas relações entre os riscos na IPE com base na opinião de especialistas, entretanto pouco contribuem para explicitar graficamente as relações entre os riscos ou entender os motivos pelos quais tais relações estão presentes. Além disto, o modelo proposto por Scherer & Ribeiro (2013) teve como objetivo calcular a probabilidade de sucesso da IPE na empresa e pouco contribui para auxiliar as empresas a compreenderem e gerenciarem os riscos durante ou antes da IPE.

A partir disso, este artigo tem como objetivo apresentar um modelo gráfico para explicitar as relações entre os riscos na IPE em uma empresa e entender os motivos por trás de tais relações. O método de pesquisa está baseado no estudo de um caso conduzido em uma fábrica de uma empresa global que fabrica componentes hidráulicos. O modelo de relações entre os riscos foi construído a partir do uso da *Interpretative Structural Modelling* (ISM). A ISM permite identificar e explicitar as interdependências entre elementos por meio de um modelo de relações causais. Tal modelo também pode ajudar os gestores a compreenderem as influências diretas e indiretas das ações e o tratamento de riscos (Aloini et al., 2012). A ISM foi usada recentemente em estudos direcionados à compreensão dos riscos em projetos de desenvolvimento de *softwares* (Aloini et al., 2012), na gestão da cadeia de suprimentos (Faisal et al., 2006; Pfohl et al., 2011) e também entre práticas enxutas (Kumar et al., 2013).

2 Produção enxuta

A literatura não apresenta um consenso sobre a definição de PE, entretanto as ideias centrais são similares entre diferentes estudos (Paez et al., 2004; Taylor et al., 2013). Womack et al. (1990) popularizaram o termo *lean production* como uma forma superior de fabricar produtos que utiliza menos recursos para produzir maior valor aos clientes. Definições mais frequentes reconhecem a PE como um sistema gerencial formado por dois níveis de abstração: princípios e práticas (Hines et al., 2004; Shah & Ward, 2007; Pettersen, 2009).

Os princípios representam os ideais e leis do sistema, por exemplo, encorajar a participação dos funcionários em atividades de melhoria contínua (Papadopoulou & Ozbayrak, 2005). As práticas operacionalizam os princípios e são representadas por uma extensa variedade de métodos gerenciais integrados, que incluem o *just-in-time*, sistemas de qualidade, trabalho em equipe, manufatura celular e gestão de fornecedores (Shah & Ward, 2003). Os princípios e práticas da PE estão fortemente interligados (Shah & Ward, 2007). O objetivo principal é reduzir o nível de entradas (insumos) no sistema com a eliminação dos desperdícios (menos materiais, pessoas, equipamentos, espaço e etc.) e, ao mesmo tempo, melhorar o resultado dos produtos gerados pelo sistema (Lewis, 2000; Black & Hunter, 2003).

3 Riscos na IPE

Os riscos são definidos de diferentes modos na literatura (Aloini et al., 2007). Por exemplo, Scherrer-Rathje et al. (2009), em um estudo longitudinal em uma empresa de alimentos, identificaram fontes de falha na IPE, como a falta de comprometimento da alta administração e a falta de comunicação na empresa. Enquanto isto, Achanga et al. (2006) se referem aos fatores de sucesso da IPE em pequenas e médias empresas por meio de dez estudos de caso (ex. disponibilidade de recursos humanos e financeiros). Farris et al. (2009) também identificam os fatores de sucesso, mas em eventos *kaizens* em seis empresas, dentre eles, por exemplo, o suporte da alta administração. Embora as conclusões desses estudos tenham sido expressas como fatores de sucesso, por exemplo, e não como riscos, é possível que o oposto de cada fator constitua um risco (e.g. falta de recursos humanos e financeiros). Deste modo, tais fontes de falha e fatores de sucesso podem ser reinterpretados como riscos à IPE. Em um estudo recente, Marodin & Saurin (2014) definem quatorze riscos na IPE (Tabela 1).

4 Método de pesquisa

4.1 Visão geral

O método de pesquisa foi realizado em quatro etapas, sendo elas: a) definição da unidade de análise e caracterização da empresa; b) coleta de dados sobre os riscos e a jornada de IPE; c) relações entre os riscos por meio da ISM; d) fontes de evidências para as relações do modelo; e d) a reunião de *feedback* e plano de ação. A estratégia de pesquisa baseada em caso foi escolhida pela capacidade de gerar conhecimento em processos sociais complexos (Eisenhardt & Graebner, 2007), como a IPE. A investigação baseada em caso é amplamente usada para a construção e refinamento de teoria na área de gestão de operações (Voss et al.,

2002), como no tema de IPE (Walter & Tubino, 2013), o que aponta para a adequação desta estratégia para este artigo. Além disto, os estudos empíricos permitem que se investigue um grande número de variáveis para identificar novas relações entre eles (Wacker, 1998), como no objetivo deste estudo.

A literatura recente sobre IPE menciona que há uma grande necessidade de estudos de caso aprofundados no tema (Taylor et al., 2013). Os procedimentos adotados visaram à validade interna, validade dos construtos e confiabilidade dos resultados segundo Eisenhardt (1989) e Yin (2003), tais como:

- (a) a definição de uma questão de pesquisa, dos construtos (nesse caso, os riscos que dificultam a IPE) e os formulários previamente à pesquisa de campo por meio do protocolo de estudo de caso. Deste modo, foi possível, na fase de planejamento do trabalho de campo, identificar quais dados deveriam ser coletados para mensurar os construtos e para identificar as relações entre eles;
- (b) a triangulação de métodos de coleta de dados (múltiplas entrevistas, observações e documentos) e o uso de dados qualitativos e quantitativos, o que aumenta a credibilidade dos resultados;
- (c) a sobreposição das atividades de coleta e análise de dados, o que permite identificar a necessidade de ajustes nos procedimentos de coleta de dados, caso se perceba que dados pouco relevantes ou imprecisos tenham sido coletados. Como exemplo do impacto dessa sobreposição, os pesquisadores perceberam que a observação das reuniões diárias de produção era necessária para a compreensão de interações sociais e detalhes técnicos que não estavam sendo adequadamente capturados pelas demais fontes de dados;
- (d) a criação de uma base de dados (por exemplo, transcrições de entrevistas, relatórios de observações), o que permitiu a rastreabilidade de sua origem, bem como facilitou a contínua reinterpretação com base no apoio da literatura;
- (e) a seleção da empresa de forma intencional, permitindo a investigação de um caso relevante em que possivelmente todos os construtos existiriam e, portanto, seria viabilizada a sua investigação empírica;
- (f) o estabelecimento de uma cadeia de padrões, explicações e relações de causa e efeito para explicar a influência dos riscos à IPE e entre eles próprios.

Tabela 1. Riscos à IPE.

Riscos à IPE
<p>R1 – Desmotivação dos envolvidos após as primeiras mudanças Evidências: desinteresse das pessoas em participar de atividades ligadas ao processo após alguns meses ou anos do início do processo.</p>
<p>R2 - Falta de conhecimento das áreas de apoio (Engenharia, Manutenção e áreas dedicadas à PE) para orientar o andamento da IPE Evidências: aplicação de práticas <i>lean</i> isoladas, sem integração ou visão dos impactos sistêmicos da implantação de cada prática. Insegurança e receio das áreas de apoio em orientar e aplicar práticas <i>lean</i>. Dificuldade em identificar quais as práticas necessárias e como devem ser implantadas.</p>
<p>R3 - Falta de recursos humanos e/ou financeiros destinados ao processo Evidências: não destinar tempo suficiente para as pessoas realizarem atividades de treinamento e aplicação das práticas <i>lean</i>. Não destinar recursos financeiros suficientes para treinar os funcionários em <i>lean</i>.</p>
<p>R4 - Falta de clareza na comunicação para todos os funcionários sobre o início e o progresso da implantação Evidências: não divulgar por meios oficiais os resultados alcançados, as atividades realizadas, os participantes do processo e os objetivos.</p>
<p>R5 - Dificuldades de comprovar o retorno financeiro das ações realizadas Evidências: apego aos indicadores tradicionais que não apontam resultados como atendimento ao cliente, estoque em excesso, área liberada, entre outros. Priorizar ações de impacto em indicadores de curto prazo, sem valorizar melhorias qualitativas ou de maior resultado a médio e longo prazo.</p>
<p>R6 - Falta de apoio da média gerência Evidências: a média gerência não cobrar prazos e resultados do processo, não disponibilizar tempo para esclarecer dúvidas e resolver problemas de implantação, ou não ter comprometimento com a aplicação das práticas <i>lean</i> e de seus benefícios.</p>
<p>R7 - Falta de apoio da alta direção Evidências: a alta direção não controlar e auxiliar no andamento do processo, não vincular as ações às metas e aos objetivos do negócio, ou priorizar outras ações em detrimento daquelas que envolvam a IPE.</p>
<p>R8 - O nível operacional não apoiar a implantação Evidências: operadores ou supervisores sem interesse em aplicar ou usar as práticas <i>lean</i>. Receio dos operadores e supervisores em manter o emprego, em função da IPE levar ao uso de menos recursos (operadores, estoque ou máquinas) para atingir as metas.</p>
<p>R9 - Insegurança dos operadores na realização de novas atribuições Evidências: os supervisores e áreas de apoio não apoiarem os operadores na realização de melhorias, no trabalho em equipe, na padronização, no uso de quadros de acompanhamento da produção, ao chamado da cadeia de ajuda e na parada da produção. Os supervisores não respeitarem as ideias e sugestões de melhorias provenientes dos operadores. Não capacitar os operadores para estas novas atribuições.</p>
<p>R10 – A demissão de operadores em função do excesso de mão de obra gerado pelas melhorias implantadas Evidências: após a realização de atividades de melhorias (ou <i>kaizens</i>) na fábrica, demitir os operadores que não são mais necessários pelos ganhos de produtividade alcançados. Demitir operadores de acordo com a oscilação da demanda.</p>
<p>R11 – Os operadores não se sentirem responsáveis pelo uso das práticas <i>lean</i> e pela solução de problemas Evidências: não envolver os operadores na realização de melhorias na fábrica e na implantação de práticas de PE. Falta de participação dos operadores no processo de implantação.</p>
<p>R12 - Os gerentes e diretores não terem o conhecimento suficiente sobre o <i>lean</i> Evidências: dificuldade da alta e média gerência em estabelecer objetivos para implantação, acompanhar e garantir a utilização dos princípios e práticas <i>lean</i>. A alta e média gerência não guiar a IPE.</p>
<p>R13 – Não sustentar as melhorias a médio e longo prazo Evidências: melhorias realizadas na aplicação de práticas ou solução de problemas que acabam retornando ao estado original após alguns meses. Não há um acompanhamento por meio de auditorias, nem padronização das melhorias.</p>
<p>R14 - Dificuldades na gestão do processo de implantação Evidências: os responsáveis pelo processo não cobrarem prazos e acompanharem as atividades previstas. Falta de auditorias no andamento do processo. Falta de comprometimento com os prazos e objetivos do processo.</p>

Fonte: adaptado de Marodin & Saurin (2014). IPE – Implementação da Produção Enxuta; PE – Produção Enxuta.

A empresa foi selecionada pelos seguintes motivos: a) tem a IPE como estratégia corporativa há mais de uma década, o que demonstrava um potencial de manifestação dos riscos; b) a equipe de pesquisa teve acesso incomum aos dados necessários para a realização do estudo, porque a empresa era membro de um grupo de empresas que tem mantido uma colaboração duradoura com uma das instituições dos autores. A oportunidade de acesso à pesquisa incomum é um dos critérios sugeridos por Yin (2003) para a escolha de uma empresa para o estudo de caso. A planta foi escolhida em uma reunião com o diretor corporativo de *lean* da empresa em que o protocolo de pesquisa foi apresentado. O principal motivo da escolha da planta foi experiência em *lean* desta unidade em comparação às demais.

A abordagem de Sistemas Sociotécnicos (STS) foi utilizada para definir a unidade de análise e explorar as características do contexto. Os quatro subsistemas do STS segundo a literatura (Hendrick & Kleiner, 2001; Baxter & Sommerville, 2011) são: social (indivíduos, cultura das organizações, normas e comportamentos); técnico (equipamentos, tecnologias e produtos); externo (ambiente político, cultural, econômico, social e legal da região); e organização do trabalho (práticas organizacionais como os procedimentos, as práticas de liderança, a forma de executar as tarefas).

4.2 Caracterização da empresa

A empresa tem cerca de duzentas plantas em quarenta e oito países, com uma receita de US\$ 13 bilhões em 2012. Ela produz sistemas e tecnologias de movimentação e controle para uma ampla variedade de setores, como veículos pesados, industriais e aeroespaciais. A planta de Válvulas iniciou as suas operações em 1983 e faz parte de um grupo de três plantas da divisão de Válvulas Hidráulicas. A caracterização dos quatro subsistemas que compõem o contexto é apresentada na Tabela 2.

4.3 Coleta de dados sobre os riscos e a jornada de IPE

Os dados foram coletados em oito dias de visitas à planta com base em múltiplas fontes de evidências. Todas as visitas ocorreram em agosto de 2012. As entrevistas com o Gerente de *Lean* da Planta (GLP) também contribuíram para o entendimento da jornada de IPE. A Tabela 3 apresenta as respectivas fontes, duração de entrevistas e observações, bem como as formas utilizadas.

Dois formulários foram utilizados nesta fase, o primeiro com questões sobre as características do contexto nos quatro subsistemas do STS e tem cerca de 60 questões fechadas e abertas nos tópicos

de dados gerais da planta, clientes e fornecedores, recursos humanos, manutenção de equipamentos, engenharia e qualidade. Já o segundo formulário apresentava uma questão fechada e uma aberta para cada um dos riscos à IPE de Marodin & Saurin (2014). Na questão fechada, o entrevistado indica o grau de impacto de cada risco na IPE em uma escala Likert de 5 pontos (1 – muito baixo, 2 – baixo, 3 – médio, 4 – alto e 5 – muito alto). Em seguida, se questionou ao entrevistado os motivos que o levaram à sua resposta, na questão aberta. Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas.

Os riscos R6 e R7 foram unificados em razão da dificuldade dos respondentes em discernir entre a alta e a média gerência. De fato, os vários níveis hierárquicos entre os respondentes, de operador a um gerente de produção. Por exemplo, o gerente de produção enxergava como alta gerência o gerente da planta, que era o cargo acima do seu. Para o operador e o engenheiro de manufatura, a alta gerência era o próprio gerente de produção, pois eles não tinham contato com o gerente da planta.

4.4 Relações entre os riscos por meio da ISM

A análise das relações entre os riscos foi realizada por meio da *Interpretive Structural Modeling* (ISM), método que permite identificar e explicitar as interdependências entre elementos por meio de um modelo de relações causais entre as variáveis selecionadas (Sage, 1977). A ISM permite identificar, entender e apresentar de forma gráfica as relações entre os elementos que formam e interagem em um sistema complexo.

Os benefícios da sua utilização para a IPE podem ajudar os gestores a compreenderem as influências diretas e indiretas que alguns riscos exercem sobre outros. Tal compreensão permite que seja entendida a ordem de prioridade de tomada de decisão sobre as ações que serão realizadas para minimizar o impacto ou eliminar os riscos levando em consideração que os riscos que estão na base do modelo, ou seja, estão influenciando os demais, devem ser tratados primeiro. Isto ocorre em função destes riscos serem as causas raízes daqueles que estão acima no modelo. Os cinco passos para aplicação da ISM no caso foram baseados naqueles propostos por Attri et al. (2013):

- (a) identificar as variáveis que afetam o sistema e vão formar o modelo de relações. Neste caso, as variáveis correspondem aos riscos à IPE na empresa (Tabela 1);
- (b) desenvolver a *Reachability Matrix* (Tabela 4), na qual os catorze riscos foram listados nas colunas e nas linhas. Com base nos dados coletados nas

etapas anteriores, os pesquisadores inseriram, nas células da matriz, valor “1” quando havia a influência do risco que estava posicionado na linha sobre aquele que estava posicionado na coluna, e o valor “0” para os demais espaços. Como pressuposto para o preenchimento das

células, se o elemento “A” influencia “B” e “B” influencia “C”, “A” necessariamente influencia “C”;

(c) classificar os riscos de acordo com seu poder de influência (quantos elementos ele influencia) e dependência (quantos elementos o influenciam).

Tabela 2. Caracterização do STS – Sistema Toyota de Produção.

Subsistema ambiente externo
<ul style="list-style-type: none"> - Localizada em uma região bastante industrializada. - Abundância de mão de obra pouco qualificada e escassez de mão de obra qualificada. - Fornece para cerca de cem distribuidores, localizados em várias regiões dos EUA. - Pouca concentração de volume de venda (a soma do volume de vendas para os dez maiores clientes não chegava a 7% do total). - Mantém poucos itens em estoque de produtos acabados (apenas 5% do volume total), restante produzido sob encomenda.
Subsistema técnico
<ul style="list-style-type: none"> - Produz válvulas hidráulicas e cada produto tem, em média, 20 a 30 componentes, entre peças metálicas, plásticas, vedações e elastômeros. - Os produtos passam pelos processos de usinagem, furadeiras, brasagem, moagem, acabamento, CNCs, montagens e testes, além de alguns processos externos de tratamento térmico. - O arranjo físico por processo faz com que exista uma grande variedade de sequências de produção, o que agregava complexidade à gestão das operações e gerava desperdícios. - As exigências de qualidade são bastante rígidas para os produtos desta planta, pois eles são usados na indústria de alta periculosidade (ex. petróleo e aeroespacial), na qual pequenos erros e defeitos podem ter consequências de grande impacto. - A manutenção dos equipamentos não é simples, pois algumas máquinas são antigas (ex. furadeiras automáticas) e não é fácil conseguir peças de reposição e o conhecimento técnico necessário. - A eficiência dos equipamentos é baixa, em torno de 65%. As paradas ocorrem principalmente por manutenção corretiva e <i>setup</i> (demora até quatro horas nas máquinas de usinagem).
Subsistema social
<ul style="list-style-type: none"> - Duzentos empregados e a idade média de idade dos funcionários se situava entre 45 e 50 anos, sendo que eles têm uma larga experiência na empresa, entre 25 e 30 anos, pois começaram a trabalhar desde o início da planta. - Predominância de homens, principalmente nos processos de usinagem. - Cerca da metade dos operadores concluiu o segundo grau e a outra metade tinha cursado apenas o ensino primário. - Os operadores da planta estavam vinculados a um sindicato até o início dos anos 90, sendo que desde então não existe vínculo dessa natureza. - Os operadores dos equipamentos de usinagem requerem um treinamento mais extenso em comparação com aqueles que trabalham nas montagens, devido à complexidade das máquinas.
Subsistema organização do trabalho
<ul style="list-style-type: none"> - O gerente de produção tem três GFVs (Gerente de Fluxo de Valor) abaixo dele, cada um responsável por determinadas famílias de produtos. Os GFVs são responsáveis por gerenciar todos os processos pelos quais passavam algumas famílias de produtos, ou seja, do primeiro ao último processo de cada família de produtos, não importando a natureza do processo. Os operadores, os engenheiros de manufatura, os compradores/planejadores de materiais são subordinados aos GFVs. Os engenheiros de manufatura e os compradores/planejadores também exercem uma função adicional, denominada “<i>coaching</i>”. Esses funcionários, além das atribuições associadas à sua função principal (por exemplo, comprar materiais), têm o papel de gerenciar os problemas do dia a dia de um grupo de operadores, tais como programar a escala de férias, gerenciar a falta de operadores e ajustar a programação. - Os principais indicadores de desempenho são de qualidade, custo, entrega no prazo, segurança e estoque, dispostos visualmente na planta. - Há um bônus anual por desempenho, por meio de avaliações individuais e com critérios diferentes para operadores e para os demais funcionários. Os operadores têm um bônus de em média de 9% do salário anual e os demais funcionários chegavam a 18% do salário anual. - A maioria das tarefas realizadas pelos operadores tem procedimentos padronizados, mas não a sua totalidade. - A planta mantém uma certificação com base na norma ISO 9001, e não tem nenhum programa formal de sugestões de melhorias. Entretanto alguns operadores participam das reuniões semanais com os GFVs para acompanhar os indicadores e das ações de melhorias.

Tabela 3. Procedimentos e fontes de evidência da coleta de dados.

Fontes de evidências	Duração	Exemplos de quais dados foram coletados
Entrevista - GLP	5 horas	Início da IPE (o ano em que começaram os treinamentos realizados, pessoal envolvido e motivações), como está sendo a IPE no momento (pessoal envolvido, práticas implantadas, treinamentos, responsabilidades e próximos passos).
Entrevistas - Supervisores de Vendas e Logística	30 minutos cada	Mercados e fornecedores (número, tamanho e distância dos principais clientes e fornecedores, tipos de produtos fabricados e materiais comprados).
Entrevista – Engenheiro de Produto	30 minutos	Complexidade dos modelos dos produtos (média de componentes, tipo de materiais e número de modificações ao ano).
Site da empresa na internet e relatórios	-	Mercados, produtos, histórico da empresa e da planta.
Entrevistas - GLP, gerente de produção, dois gerentes de fluxo de valor (GFV), especialista <i>lean</i> , engenheiro de manufatura e operador	1,5 a 2 horas com cada um	Histórico da IPE na planta, análise e descrição dos riscos.
Observação – Participação de duas reuniões semanais com os membros de um dos fluxos de valor	1 hora	O modo que a fábrica reportava os problemas que ocorriam na produção, o andamento das ações de melhorias e o <i>feedback</i> da gerência sobre a IPE.
Observação – Visita à planta	4 horas	Práticas <i>lean</i> em uso, maneira como estavam sendo usadas e os principais desperdícios (ociosidade e transporte).
Documentos - Materiais de treinamento	-	Métodos e material de treinamento.
Documentos - Todos os relatórios e apresentações de eventos <i>kaizens</i> feitos na planta de 2001 a 2012	-	Melhorias realizadas, pessoas envolvidas nos <i>kaizens</i> , <i>kaizens</i> realizados, resultados alcançados.

IPE – Implementação da Produção Enxuta; GLP – Gerente Lean da Planta; GFV – Gerente de Fluxo de Valor.

Um gráfico com estes dois eixos foi desenhado e cada risco foi posicionado, possibilitando classificá-los em quatro classes: autônomos (baixa dependência e poder de influência), independentes (baixa dependência e alto poder de influência), dependentes (alta dependência e baixo poder de influência) e de união (alta dependência e alto poder de influência). As informações necessárias para posicionar cada risco neste gráfico foram obtidas a partir da *Reachability Matrix*;

(d) desenvolver uma tabela, com base na *Reachability Matrix* (Tabela 4), para posicionar os riscos em níveis do modelo. A tabela apresentava uma linha para cada risco e duas colunas. A primeira coluna se referia aos riscos que o influenciavam (*Reachability set*) e a segunda

aos riscos que ele influenciava (*Antecedent set*) (Tabela 5). Os riscos que não são influenciados por nenhum outro, ou seja, não há nenhum risco indicado na *Reachability set*, foram considerados de Nível I. Os riscos influenciados apenas pelos riscos de Nível I foram considerados de Nível II. O mesmo procedimento inicia novamente verificando aqueles riscos que apenas influenciam os riscos de Nível II para definir o Nível III e assim sucessivamente até que fosse definido um nível para cada risco. Tal etapa foi utilizada para posicionar os riscos nos níveis em que foram representados no Modelo;

(e) as relações entre os riscos foram desenhadas com base nos níveis identificados na etapa anterior. Nesse desenho, os níveis foram colocados de cima para baixo no modelo, do primeiro ao

Tabela 4. Matriz de *Reachability*.

Riscos das linhas afetam os riscos das colunas	R1	R2	R3	R4	R5	R6/7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
R1 – Desmotivação dos envolvidos após as primeiras mudanças	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
R2 - Falta de conhecimento das áreas de apoio (Engenharia, Manutenção e áreas dedicadas à PE) para orientar o andamento da IPE	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R3 - Falta de recursos humanos e/ou financeiros destinados ao processo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
R4 - Falta de clareza na comunicação para todos os funcionários sobre o início e o progresso da implantação	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
R5 - Dificuldades de comprovar o retorno financeiro das ações realizadas	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
R6 /7 - Falta de apoio da alta e média gerência	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
R8 - O nível operacional não apoiar a implantação	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
R9 - Insegurança dos operadores na realização de novas atribuições	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
R10 – A demissão de operadores em função do excesso de mão de obra gerado pelas melhorias implantadas	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
R11 – Os operadores não se sentirem responsáveis pelo uso das práticas <i>lean</i> e pela solução de problemas	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
R12 - Os gerentes e diretores não terem o conhecimento suficiente sobre o <i>lean</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
R13 – Não sustentar as melhorias a médio e longo prazo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
R14 - Dificuldades na gestão do processo de implantação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

IPE – Implementação da Produção Enxuta; PE –Produção Enxuta.

último. Em seguida, foi realizada a avaliação de consistência do modelo para identificar se todas as relações foram representadas. Por exemplo, a influência de um risco A (de nível III) em um risco C (de nível I), identificada na *Reachability Matrix*, deve ser representada pela influência de A em um risco B (do nível II), e, por conseguinte, deste risco B em C. Se isto não tiver sido realizado, o modelo deve incorporar uma seta de A para C, mesmo com dois níveis de diferença.

4.5 Fontes de evidências para as relações do modelo

Os dados coletados nas etapas anteriores serviram para identificar as fontes de evidência sobre as relações identificadas nos modelos. Primeiro, foi montado um banco de dados com as relações encontradas na ISM. A seguir, as transcrições das entrevistas e anotações dos pesquisadores foram utilizadas para identificar as fontes de evidência. Os trechos que expunham as

relações entre os riscos foram classificados e alocados como tal. O mesmo procedimento foi realizado para as demais fontes de evidência, como as observações, documentos e visitas. O uso de múltiplas fontes de evidência foi feito para atingir uma maior validade de construtos por meio da triangulação dos dados.

Em relação aos documentos, os pesquisadores tiveram todo o acesso a diversos materiais associados à IPE, como todos os relatórios, apresentações e fotos dos eventos *kaizens* feitos de 2001 a 2012. A participação nas reuniões e visitas à fábrica auxiliaram os pesquisadores a entender como as práticas *lean* eram usadas na fábrica, como os problemas eram discutidos entre os funcionários e como as melhorias eram resolvidas e monitoradas.

Vale salientar que algumas coletas de evidências sobre alguns riscos e algumas relações encontradas entre eles eram mais tangíveis do que outras. Por exemplo, a falta de recursos humanos, inicialmente identificada em entrevistas, pôde ser comprovada com dados relativos ao número de vagas não preenchidas no organograma e o incremento do volume produzido por operador de 2009 a 2012. Entretanto a resistência

Tabela 5. Níveis do modelo.

Riscos à IPE	Rechability set	Antecedent set	Níveis
R1 – Desmotivação dos envolvidos após as primeiras mudanças	R5	R13, R14	Nível II
R2 - Falta de conhecimento das áreas de apoio (Engenharia, Manutenção e áreas dedicadas à PE) para orientar o andamento da IPE	R12	R3, R14	Nível III
R3 - Falta de recursos humanos e ou financeiros destinados ao processo	R2, R6/7, R11	R13, R14	Nível II
R4 - Falta de clareza na comunicação para todos os funcionários sobre o início e o progresso da implantação		R8	Nível III
R5 - Dificuldades de comprovar o retorno financeiro das ações realizadas		R1	Nível III
R6 /7 - Falta de apoio da alta e média gerência		R3, R9, R13, R14	Nível IV
R8 - O nível operacional não apoiar a implantação	R4, R9, R10, R11, R12	R13, R14	Nível II
R9 - Insegurança dos operadores na realização de novas atribuições	R6/7, R12	R8	Nível III
R10 – A demissão de operadores em função do excesso de mão de obra gerado pelas melhorias implantadas		R8, R11	Nível IV
R11 – Os operadores não se sentirem responsáveis pelo uso das práticas <i>lean</i> e pela solução de problemas	R10	R3, R8, R13	Nível III
R12 - Os gerentes e diretores não terem o conhecimento suficiente sobre o <i>lean</i>		R2, R8, R9, R12, R14	Nível IV
R13 – Não sustentar as melhorias a médio e longo prazo	R1, R3, R6/7, R8, R11		Nível I
R14 - Dificuldades na gestão do processo de implantação	R1, R2, R3, R6/7, R8, R12		Nível I

IPE – Implementação da Produção Enxuta; PE –Produção Enxuta.

dos operadores foi evidenciada principalmente pelos relatos obtidos nas múltiplas entrevistas. As entrevistas são comumente usadas como principais fontes de evidência em estudos baseados em caso (Voss et al., 2002).

4.6 Reunião de *feedback* e plano de ação

Uma reunião com a equipe gerencial da planta e o diretor corporativo de *lean* da empresa foi usada para discutir e aprimorar os resultados da pesquisa. A reunião teve quatro momentos diferentes e foi coordenada por um dos pesquisadores.

A reunião iniciou com uma breve apresentação da jornada *lean* da planta. O primeiro momento permitiu verificar o entendimento dos pesquisadores sobre os fatos mais importantes que ocorreram na IPE. No segundo momento, foi apresentada a análise de risco e solicitou-se aos participantes que sugerissem os prováveis motivos que estariam aumentando e diminuindo o impacto de cada risco. Depois de ouvir

a opinião dos participantes, o pesquisador apresentou a sua interpretação dos motivos. Uma parte dos motivos sugerida pelos participantes foi a mesma identificada pelo pesquisador, tornando, assim, o consenso relativamente simples. Aqueles motivos que não tinham sido sugeridos pelos participantes foram explicados pelo pesquisador com base nos exemplos utilizados como evidências nos dados coletados. O terceiro momento da reunião foi a apresentação das oportunidades de melhoria sugeridas pelo pesquisador. A reunião durou cerca de quatro horas e foi gravada e transcrita.

Uma semana após a reunião de *feedback*, a equipe gerencial da planta teve uma reunião para definir as ações que seriam realizadas para tratar e controlar os riscos. Apesar de nenhum dos pesquisadores estar presente na reunião, os resultados foram passados por *e-mail* pelo GLP. Durante um período de seis meses após a reunião de *feedback*, os pesquisadores receberam três *e-mails* com comentários sobre o status IPE.

5 Resultados e discussões

5.1 Jornada de IPE

A IPE iniciou formalmente nesta planta em 2001, incentivada por um vice-presidente corporativo. Um funcionário da planta foi designado para GLP e se manteve no cargo até o período no qual a pesquisa foi realizada e foi o principal contato dos pesquisadores na empresa. As primeiras atividades foram a realização de diversos *kaizens* na fábrica. De 2005 a 2008, a planta teve apoio do consultor A e passou a usar o Mapa de Fluxo de Valor (MFV) para analisar o estado atual e planejar as melhorias. Neste período, foram realizados eventos *kaizens* em temas como 5S, gestão visual por fluxo de valor, diminuição da variedade de produtos e produção puxada.

Em 2008, um novo gerente de produção assumiu a planta. Este gerente de produção também assumiu um papel mais participativo e presente em guiar a IPE na planta e contou com o auxílio do gerente *lean* da divisão de Válvulas Hidráulicas, um funcionário que prestava apoio a várias plantas da empresa. Outras práticas *lean* foram implantadas, como supermercado para todos os produtos intermediários, ampliação do uso de abastecedores de materiais, quadros de acompanhamento de produção hora a hora, SMED (*Single Minute Exchange of Die*) e células de montagem.

A partir de 2011, novamente outra pessoa assumiu o cargo de gerente de produção. A partir desta mudança, o consultor B foi contratado para fazer visitas mensais à fábrica. Uma visita típica do consultor B transcorria da seguinte forma: a) ele fazia uma visita à fábrica e indicava algumas necessidades de melhorias para o GLP; b) as três equipes de trabalho apresentavam o que havia sido realizado, as dificuldades que tinham tido e propunham ações para o próximo mês; c) o consultor B oferecia o seu parecer sobre os próximos passos; e d) o GLP consolidava no dia seguinte as ações sugeridas em um plano de tarefas a serem executadas até a próxima visita do consultor B.

Havia uma diretriz corporativa que padronizava a apresentação visual dos dados de cada fluxo de valor. Tais quadros mostravam o MFV atual e futuro, as atividades de melhoria planejadas e os indicadores de desempenho principais (segurança, qualidade, serviço ao cliente, produtividade e estoque). Os GFVs eram responsáveis pela execução das atividades de melhoria para alcançar os estados futuros. Dentre as práticas *lean* implantadas durante este período, se destacam as rotas de abastecimento de materiais nos pontos de uso, o indicador de OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), o supermercado de produtos intermediários puxados por *kanban*, o nivelamento da produção das usinagens, as auditorias (*Kamishibay*) e uma célula de montagem em fluxo contínuo.

5.2 Relações entre os riscos por meio da ISM

A Figura 1 apresenta a classificação dos riscos segundo os quatro agrupamentos propostos pela ISM que permite uma organização hierárquica destes (Faisal et al., 2006). R6/7, R11 e R12 foram classificados como Independentes e prioritários para as ações de gerenciamento. Os elementos Independentes possuem um alto poder de influenciar outros e, assim, um potencial de impactar mais fortemente o sistema como um todo e, por isto, são considerados prioritários (Faisal et al., 2006). Além disto, estes riscos possuem poucos ou nenhum risco como antecedentes, ou seja, podem ser gerenciados diretamente (Ravi & Shankar, 2005). Pelo alto grau de relações no sistema, as ações de gestão destes riscos terão maior eficácia quando realizadas de forma conjunta.

R1, R2, R4, R5, R9 e R10 foram considerados como Autônomos, pois possuem um baixo poder de influência e baixa dependência de outros riscos. Este grupo é considerado como de baixa conexão com o sistema (Mandal & Deshmukh, 1994) e, por isto, podem ser gerenciados diretamente e de forma individual.

R3, R8, R13 e R14 foram classificados como Dependentes pelo alto grau de dependência e baixo poder de influência no sistema. Deste modo, os riscos que estão afetando, direta e indiretamente este grupo, devem ser gerenciados primeiro. Em especial, o R13 e o R14 foram considerados como os mais importantes, pois formam o nível mais elevado do sistema (Mandal & Deshmukh, 1994). Por estarem posicionados no nível mais alto do sistema, se pode afirmar que uma menor presença de riscos nesse nível resulta em uma maior chance de alcançar resultados esperados no sistema (Faisal et al., 2006).

A Figura 2 apresenta uma simplificação do diagrama das relações entre os riscos, pois transforma algumas das relações diretas entre elementos em relações indiretas, caracterizadas pelo efeito moderador do impacto ao longo de dois ou mais níveis de diferença. Por exemplo, a *Reachability Matrix* aponta

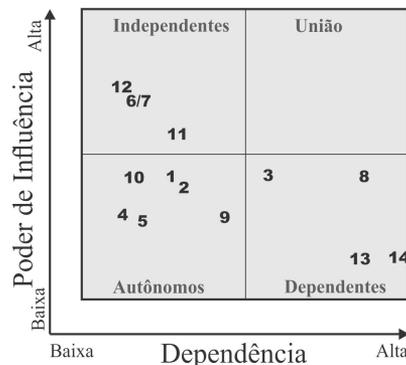


Figura 1. Diagrama de poder de influência e dependência entre os riscos.

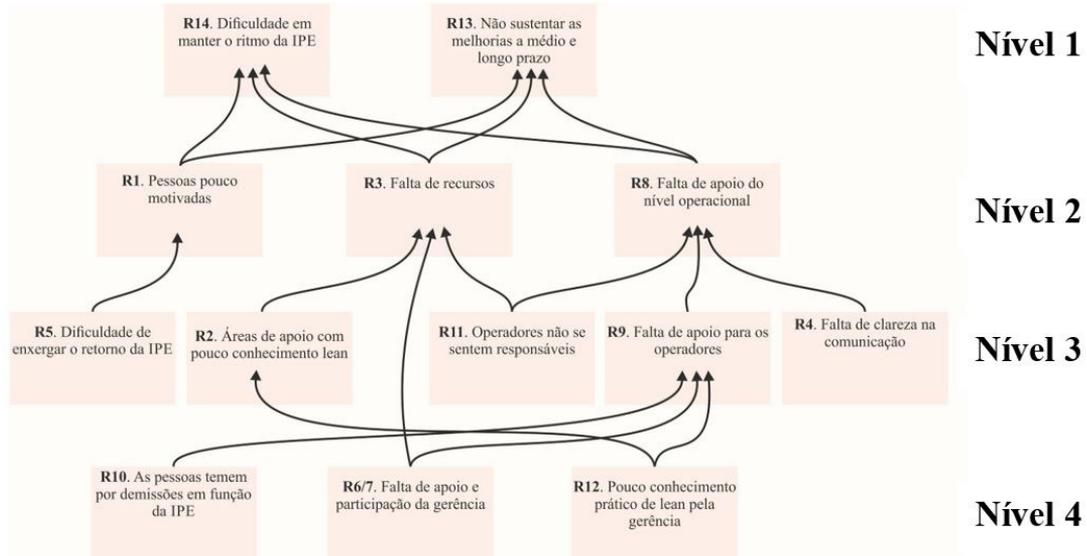


Figura 2. Modelo da ISM - *Interpretive Structural Modeling* representando as relações causais entre os riscos. IPE – Implementação da Produção Enxuta.

a influência de R11 em R3, R8 e R13. Entretanto as setas no ISM de R11 (Nível III) indicam apenas a sua influência em R3 e R8, ou seja, um nível a menos. Por sua vez, o R3 e o R8 (Nível II) influenciam R13 (Nível I). Assim, a influência de R11 em R13 continua representada no modelo, mas de modo indireto por meio de R3 e R8. A estrutura causal do ISM faz com que não seja necessário demonstrar a influência dos riscos em dois ou mais níveis de diferença, exceto quando não há consistência, conforme descrito no item 4.4.

Em termos práticos, o modelo permite enxergar a importância dos riscos R6/7, R12 e R11, como classificados anteriormente. Por exemplo, o modelo demonstra que a redução da presença do risco R11 irá também reduzir a presença de R3 e R8, no Nível II, e, conseqüentemente, de R13 e R14 no Nível I.

5.3 Fontes de evidências para as relações do modelo

5.3.1 Nível IV

O R12 (pouco conhecimento e pouca experiência prática sobre *lean* por parte da gerência) foi classificado como Independente, ou seja, com alto poder de influenciar outros riscos. A influência de R12 em outros riscos foi evidenciada, por exemplo, no modo como os GFVs e *coaches* apoiavam os operadores, um fator associado ao R9 (nível III). A gerência não tinha o pleno conhecimento sobre as práticas *lean* para poder explicar com detalhes, decidir sobre como estas deveriam ser implantadas, resolver os problemas que ocorriam nos primeiros momentos

após a implantação e visualizar qual seria a melhor ordem de implantar as práticas *lean*. O relato do engenheiro de manufatura ilustra tal argumento:

O treinamento (sobre OEE) não foi bom. Eu não acredito que as pessoas que deram o treinamento foram treinadas o suficiente para poderem treinar pessoas. Nós provavelmente sentamos aqui, várias vezes por cerca de 40 horas (após o treinamento), para chegar a um acordo sobre como (OEE) deveria funcionar e nunca chegamos ao acordo de como (o OEE) deveria funcionar.

5.3.2 Nível III

O R9 (falta de apoio para os operadores usarem as práticas *lean* ou participarem ativamente da solução de problemas) teve influência na resistência dos operadores à IPE (R8). Por exemplo, em visitas à fábrica, os pesquisadores perceberam que alguns dos quadros de acompanhamento de produção estavam preenchidos com a produção real de todo o dia, mesmo que ainda fosse o início do dia. Em outros locais, os quadros não descreviam os motivos das paradas na produção. De fato, o engenheiro de manufatura afirmou que os operadores não entendiam o sentido dos quadros de acompanhamento de produção, principalmente porque os quadros demandavam tempo dos operadores para o seu preenchimento. Entretanto a explicação para os operadores não apoiarem esta prática estava em R9, conforme trecho da entrevista com o engenheiro de manufatura:

O quadro (de acompanhamento de produção) não está sendo usado (pela equipe gerencial), eles são mais do que uma coisa visual, (eles servem) para os gerentes ficarem de olho na fábrica, olharem para o quadro e se eles entendessem os quadros e o modo que eles devem ser preenchidos, eles poderiam parar ali e perguntar para o operador (coisas do tipo): por que você não conseguiu alcançar a produção? o que está acontecendo agora? ou (elogiar dizendo) parabéns, você fez um bom trabalho. Infelizmente ninguém usa desta maneira, exceto o antigo gerente de produção, desde que ele saiu, a prioridade saiu com ele.

Vale salientar que Liker (2004) identifica outros objetivos para o quadro de acompanhamento de produção, como coletar informações que possibilitem a identificação e priorização dos principais problemas para, posteriormente, agir para solucionar os problemas que mais afetam aquele processo. Isto também não estava sendo realizado pela equipe gerencial. Deste modo, se pode supor que a falta de apoio da gerência estava fazendo com que o nível operacional também não aderisse a esta prática.

O R11 (os operadores não se sentem responsáveis em usar as práticas de *lean* e em solucionar problemas) foi considerado um dos riscos mais importantes na ISM. Dentre os motivos pelos quais os operadores não se sentiam responsáveis pela implantação e uso das práticas *lean* estava o modo com que eles eram envolvidos na IPE. O consultor B e a equipe gerencial costumavam desenvolver as soluções e apresentá-las aos operadores das usinagens e *coaches* com o intuito de verificar a opinião destas pessoas sobre a proposta. A equipe gerencial, possivelmente em virtude do R12 (pouco conhecimento e experiência prática suficiente sobre *lean* por parte da gerência), considerava que estava envolvendo os operadores de forma adequada. Entretanto os operadores e *coaches* não estavam participando da construção das soluções, ou seja, analisando os problemas e dando sugestões de modo a alcançar o consenso. Nos eventos *kaizens* realizados em anos anteriores, os operadores e *coaches* decidiam em conjunto como seriam feitas as melhorias, mas, recentemente, a planta não estava mais fazendo este tipo de evento. A partir de 2009, a planta não fez mais nenhum evento *kaizen* na fábrica.

O diretor corporativo de *lean* assumiu parte da culpa por este fato durante a reunião de *feedback*, pois o escritório corporativo começou, nesta época, a incentivar que o gerente de produção participasse mais ativamente da IPE e a usarem os MFVs. Apesar de esta diretriz não ter expressado claramente que não era mais para realizar eventos *kaizens*, várias plantas, inclusive a deste estudo, entenderam equivocadamente que o evento *kaizen* não era mais necessário, pois as melhorias seriam agora feitas pela equipe gerencial. Na prática, o resultado foi que os

operadores e *coaches* não se sentiam à vontade para usar algumas das práticas *lean* implantadas em razão da falta de participação direta e decisiva no processo de desenvolvimento da solução.

O R11 mostrou afetar o R8 (falta de apoio do nível operacional), por exemplo, em uma ocasião presenciada por um dos entrevistados, o especialista *lean*. Segundo o relato obtido, há alguns meses, a equipe gerencial chamou um operador para uma reunião em que o consultor B apresentou as ideias de uma reorganização do *layout* para criar uma célula no setor de montagem. O operador pouco questionou a solução proposta. Entretanto, após esta reunião, ele se reuniu com alguns operadores na fábrica para dizer que a ideia de uma célula em fluxo contínuo não iria funcionar e que seria uma “estupidez” tentar daquela forma. Neste momento, alguns dos operadores que participavam não concordaram com o colega, fato que indica que alguns apoiavam a IPE.

Neste exemplo, o operador foi chamado para uma reunião com a equipe gerencial e o consultor B quando a proposta de estado futuro já estava construída para o seu setor. O operador foi chamado quando a solução já estava pronta e a equipe contestaria os seus argumentos, pois desejava que a solução proposta fosse colocada em prática. Tal situação fez com que o operador não só tenha ficado pouco propenso a ajudar na solução mas também tenha decidido convencer os colegas a também se oporem a ela.

O evento *kaizen* funcionava de uma forma totalmente diferente, pois todos tinham o mesmo papel, que era o de entender o problema e desenvolver em conjunto a solução. Na visão do engenheiro de manufatura, no evento *kaizen*:

Todos juntos decidindo o que seria feito. A ideia (do kaizen) era discutir e concordar antes que fosse implantado. Era um pequeno grupo e era por isto que funcionava [...] as pessoas que estavam diretamente envolvidas eram aquelas que participavam da reunião. Eu estava lá (no kaizen) com as pessoas de outras áreas que estavam relacionadas ao assunto. Antes, todos sabiam exatamente o que eles deveriam fazer e como deveriam fazer. O grupo ouvia e decidia: aqui está o problema, como iremos resolver? Isto não é a maneira que estamos fazendo agora.

Em outra ocasião, na implantação dos sistemas puxados, a equipe gerencial também apresentou como funcionaria o sistema. Os operadores de chão de fábrica não apoiaram imediatamente o uso da prática, o que demandou muitas horas de discussão e ajustes antes e depois do início do uso do sistema puxado. Entretanto, segundo o operador entrevistado, a maior parte destes ajustes poderia ter sido feita no planejamento da implantação da prática, caso os operadores tivessem sido envolvidos de forma mais direta. Este tempo excessivo gasto pela equipe

gerencial nos ajustes para colocar as práticas *lean* em funcionamento impactou diretamente R3 (falta de recursos humanos ou financeiros). Ao invés de ser mais um recurso para auxiliar no desenvolvimento de ações de melhoria, os operadores de chão de fábrica, em algumas ocasiões, eram vistos como uma fonte de empecilhos que fazia com que as melhorias demorassem mais tempo para serem colocadas em uso de modo adequado. Apesar disto, esta dificuldade, antes do presente estudo de caso, nunca havia gerado uma reflexão sobre os motivos que levavam os operadores a não apoiarem algumas práticas *lean*.

5.3.3 Nível II

O R3 (falta de recursos humanos ou financeiros) foi classificado como de alta dependência pela ISM. O grande número de ações de melhoria planejadas, mas não implantadas, pode ter influenciado a percepção dos gestores sobre a falta de recursos. As ações de melhoria eram geradas de três formas diferentes: a) das visitas do consultor B; b) dos MFVs; e c) o gerente de produção solicitava um A3 de solução de problemas (Tortorella et al., 2015b) quando a meta de algum indicador de desempenho, associada ao quadro de indicadores dos GFVs, não fosse atingida. Estas três formas faziam com que várias ações fossem frequentemente adiadas, impactando R14 (dificuldade de manter o ritmo de implantação da IPE). De fato, o quadro de controle visual dos planos de ação indicava que várias ações dos MFVs estavam atrasadas e não havia um controle da execução das ações nos A3 em andamento.

A falta de suporte dos operadores de chão de fábrica (R8) foi considerada de alto impacto por todos os entrevistados e classificada como dependente no ISM. Em parte, o fato de a estratégia de IPE ter mudado várias vezes nos últimos anos pode ter contribuído para o alto impacto de R8. Estas mudanças na estratégia levavam os operadores de chão de fábrica a questionar o conhecimento em *lean* da equipe gerencial (R12). Um trecho da entrevista com uma pessoa da fábrica ilustra esse questionamento:

A maioria das coisas que ele (consultor B) fala vão contra as coisas que nós estávamos fazendo nos últimos três anos [...] muitas coisas mudaram a respeito do que nos ensinaram, se você continua mudando as coisas assim, é mais difícil de manter as pessoas a bordo.

Vale salientar que o trecho acima está relacionado às mudanças na estratégia de IPE e no que era considerado prioritário e importante a este processo. De fato, é normal que várias mudanças ocorram em decorrência da IPE, entretanto tais mudanças devem seguir os princípios do sistema *lean*, o que não faz com que elas sejam contrárias umas às outras, como

relatado, mas sim evoluam continuamente em direção aos princípios *lean*.

A falta de apoio de algumas pessoas do chão de fábrica (R8) dificultava a manutenção de um ritmo constante das melhorias (R14), pois gerava a necessidade de um tempo excessivo da equipe gerencial para implantar cada uma das práticas *lean*. Por exemplo, as rotas de abastecimento foram definidas pela equipe gerencial, sem nenhuma participação dos operadores. Quando os equipamentos estavam disponíveis para começar as rotas, tanto os abastecedores quando os operadores da fábrica não eram a favor da implantação desta prática. Segundo o GLP, os abastecedores se negaram a dirigir o equipamento que foi adquirido, mesmo após o treinamento realizado. A equipe gerencial e o gerente geral da planta chegaram a se reunir para convencer os abastecedores que o equipamento era adequado.

Após todo este trabalho, a equipe gerencial convenceu os abastecedores a fazerem a rota. Na primeira vez que a rota foi percorrida pelo abastecedor, o operador de uma máquina colocou uma caixa de cavaco no caminho de forma a atrapalhar o abastecedor. O momento foi captado em uma filmagem feita pelo GLP com uma câmera escondida. A câmera foi escondida pelo GLP, pois esse já esperava alguma reação negativa dos operadores.

O abastecedor, então, parou e esperou o operador tirar a caixa do caminho. Esta situação, somada ao fato de que inúmeras reclamações foram feitas pelos operadores nos dias que antecederam a implantação das rotas, fizeram com que o GLP e um *trainee* decidissem acompanhar todas as rotas e anotar todos os empecilhos levantados pelos operadores durante três semanas. Depois, uma equipe multifuncional tratou de solucionar os problemas levantados. A presença do R8 pode ser atribuída em parte à maneira com que a prática foi introduzida para os operadores, que fez com que eles a enxergassem como desnecessária e insegura. Seis meses após estes acontecimentos, no período em que esta pesquisa foi feita, os operadores entrevistados demonstravam satisfação com as rotas de abastecimento e, segundo eles, ela tinha solucionado grande parte dos problemas de falta de material no ponto de uso.

A resistência dos operadores do chão de fábrica na IPE também teve influência na sustentação de algumas melhorias (R13). Por exemplo, alguns operadores de máquinas de usinagem não apoiavam o uso de cartões *kanbans* para o supermercado de produtos intermediários abastecido por eles. O sistema puxado implantado tirava a autonomia dos operadores de usinagens de escolherem a sequência de produção que desejavam seguir, pois havia uma sequência padrão definida pelos cartões *kanbans* vinculados ao supermercado.

O cálculo dos níveis de estoque do supermercado levou em consideração uma sequência padrão estabelecida. Desta forma, as mudanças que os operadores faziam nesta sequência deixava o supermercado mais propenso à falta de peças, pois se estava adiantando algum produto em detrimento de outro e os estoques não estavam calculados desta forma. Em repetidas situações, a montagem final não conseguiu abastecer o seu estoque de produtos acabados, pois o desrespeito às regras do *kanban* por parte da usinagem fez com que faltassem produtos no supermercado de produtos intermediários que abastecia as montagens. Assim, a garantia do funcionamento e sustentação do recém implantado supermercado de produtos acabados dependia de os operadores seguirem as orientações dos cartões *kanbans* do supermercado de produtos intermediários.

5.3.4 Nível I

A falta de sustentação das melhorias (R13), classificada como um risco dependente pela ISM, foi apontada por todos como uma grande dificuldade na IPE. A realização de auditorias do uso das práticas *lean* era feita diariamente pela equipe gerencial com o intuito de sustentar as melhorias. Entretanto a presença do R3 (falta de recursos humanos) e R8 (falta de apoio do nível operacional) tornava as auditorias difíceis e demoradas. Durante as três semanas em que os dados para esta pesquisa foram coletados, as auditorias estiveram sempre com dois a três dias de atraso.

Na visão dos operadores do chão de fábrica, a IPE estava avançando em um ritmo constante, com várias práticas implantadas nos últimos meses. Entretanto a percepção da equipe gerencial era de que o R14 (dificuldade de manter o ritmo da IPE) vinha se manifestando fortemente. O R3 e R8 também tornavam a execução dos planos de ações mais demorada, além do grande número de ações propostas a partir dos três canais que as originavam, conforme anteriormente mencionado (4.2). Contudo, muitas melhorias foram implantadas ao longo de um ano de visitas do consultor B, por exemplo, o supermercado de produtos intermediários e acabados, a célula de fluxo contínuo, as rotas de abastecimento em toda a fábrica, o *Kamishibai* e a sequência padrão nivelada para os processos iniciais (ex. usinagens).

5.4 Reunião de *feedback* e plano de ação

A reunião de *feedback* proporcionou algumas implicações práticas para a empresa estudada, sendo que estas foram realizadas em um período de quatro meses após esta reunião. A Tabela 6 apresenta a relação entre as ações e os riscos tratados:

- a) Trabalho em equipe: a equipe gerencial e três operadores seniores visitaram outra planta da empresa em que os operadores de processos de usinagens atuavam em grupos de três pessoas e operavam um conjunto de dez máquinas. Tal prática foi considerada pela equipe gerencial como o primeiro passo para alcançar o trabalho em equipe e, posteriormente, o papel do líder de equipe. No estudo de caso, cada operador era responsável por três a quatro máquinas. Os operadores dependeriam do ritmo de cada um, teriam metas e indicadores comuns e deveriam se comunicar mais nos pequenos grupos;
- b) Treinamento: a equipe gerencial fez reuniões quinzenais para discutir literatura técnica sobre *lean*, na tentativa de construir uma visão compartilhada e uniforme sobre o tema. Tais discussões teórico-práticas foram posteriormente expandidas às equipes que atuavam ao longo das etapas do fluxo de valor, tais como engenheiros de manufatura, operadores seniores, planejadores e compradores. O objetivo era que a equipe gerencial entendesse melhor as razões e implicações das mudanças introduzidas pela IPE, ao invés de adotar cegamente as recomendações do consultor B. O GLP também participou de um curso de MFV a distância;
- c) Definir as responsabilidades: uma reunião foi feita com os operadores, os *coaches* e os GFVs para definir o trabalho padronizado e as responsabilidades de cada um dos papéis, inclusive na solução de problemas;
- d) Envolvimento dos funcionários da fábrica: o GLP solicitou que o consultor B guiasse a realização de um MFV de uma das famílias de produtos. Este evento foi feito com a presença da equipe envolvida no fluxo de valor (engenheiros de

Tabela 6. Relação entre ações executadas e riscos que se propunham a tratar.

Ações sugeridas / Riscos que impactam	R3	R11	R9	R13	R8	R14	R2	R1	R4	R12
a) Trabalho em equipe	X	X		X	X					
b) Treinamento		X	X	X			X			X
c) Definir as responsabilidades		X	X	X		X				
d) Envolvimento dos funcionários da fábrica	X	X		X	X	X		X	X	

manufatura, operadores seniores, planejadores e compradores). O objetivo foi ampliar o entendimento de todos sobre o sistema *lean* e sobre a importância de todas as práticas estarem em uso de forma integrada em um fluxo de valor. Vale salientar que, anteriormente, o consultor B não usava o MFV para sugerir as melhorias e a equipe gerencial não tinha conhecimento de como ele definia o plano de ação.

6 Conclusões

O método de pesquisa foi realizado em quatro etapas, sendo elas: a) definição da unidade de análise e caracterização da empresa; b) coleta de dados sobre os riscos e a jornada de IPE; c) relações entre os riscos por meio da ISM; d) fontes de evidências para as relações do modelo; e) a reunião de *feedback* e plano de ação.

A pesquisa teve como objetivo modelar as relações entre os riscos na IPE em um estudo de caso. A identificação das relações entre os riscos à IPE foi feita por meio da ISM e foram apresentadas evidências da existência de tais relações por dados coletados em múltiplas fontes.

Os resultados possibilitaram o entendimento das relações entre os riscos e o planejamento das ações de tratamento levando em consideração as relações entre eles, e não apenas a percepção individual de cada risco. Vale notar que, mesmo no estudo, as relações entre os riscos e sugestões para tratamento têm um caráter pontual e momentâneo, ou seja, refletem a situação no momento em que a pesquisa foi realizada. O método pode gerar resultados diferentes no futuro, na medida em que a empresa prossegue na IPE. Isto faz com que seja necessária a etapa de controle para avaliar se as ações estão contendo os riscos e identificar novos riscos. Executar a etapa de controle dos riscos é uma oportunidade de pesquisa futura para que se tenham evidências da eficácia da análise e GR na IPE.

Em termos práticos, a pesquisa mostrou que pode contribuir para: (a) auxiliar as empresas a identificarem claramente os riscos à IPE; (b) auxiliar as empresas a planejar ações para tratamento dos riscos, assim como ocorreu com a empresa estudada.

O contexto da empresa levou a outra limitação importante, pois a avaliação foi feita com riscos que estavam impactando a IPE naquele momento, e não naqueles que teriam uma probabilidade de ocorrência e impacto futuro. De fato, a avaliação dos riscos idealmente deve iniciar na fase de planejamento do projeto e não com o projeto em andamento. Contudo a empresa tinha características que impossibilitaram uma avaliação prévia dos riscos, pois a IPE: a) foi iniciada por pessoas com pouca experiência em

lean, que provavelmente não teriam o conhecimento necessário para avaliar com antecedência os eventuais riscos ao processo; b) não houve, durante todos os mais de dez anos de IPE, um plano claro e de longo prazo que definisse quais seriam os passos tomados em um horizonte de mais de um ano, o que dificultava a previsão de riscos futuros; e c) já estava em andamento quando iniciou o estudo de caso e havia dificuldades em manter e avançar no processo. Assim, não fazia sentido, ao menos em um primeiro momento, planejar ações para tratar eventuais riscos futuros sem antes gerenciar aqueles que estavam impactando a IPE naquele momento.

Segundo Bannerman (2008), os benefícios da avaliação dos riscos dependem da participação, do discernimento, das habilidades, do julgamento e do profundo conhecimento do contexto por parte dos atores envolvidos, o que corrobora os motivos pelos quais a avaliação foi feita com riscos que já estavam impactando a IPE.

Deste modo, a pesquisa abre caminho para que outros estudos de caso sejam feitos para identificar novos riscos, desenvolver novas proposições de relações entre eles ou validar as relações encontradas. O teste do grau de generalização do modelo da ISM proposto pode ser feito por meio de *surveys* com grandes amostras. Tais pesquisas podem validar as relações encontradas, propor novas relações e quantificar qual o percentual de influência que um risco tem sobre outro.

Por fim, o artigo mostrou potencial para aprimorar os métodos de IPE nas empresas. Assim, como estudos futuros, os métodos de IPE poderiam incorporar esta identificação das relações entre os riscos que dificultam a IPE como uma de suas etapas. Por exemplo, a identificação e análise das relações entre os riscos à IPE pode ser uma etapa do MFV, feita junto com o plano de ação e para evidenciar os riscos eminentes à implantação do estado futuro, que já seriam incorporados no plano. De fato, existem vários métodos de IPE na literatura, entretanto eles se restringem a enfatizar a sequência adequada para implantar as práticas *lean* (Marodin & Saurin, 2013), ao invés de proporcionarem ferramentas para gerenciar ou antecipar os principais riscos à IPE.

Referências

- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), 460-471. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380610662889>.
- Aloini, D., Dulmin, R., & Mininno, V. (2007). Risk management in ERP project introduction: review of the literature. *Information & Management*, 44(6), 547-567. <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2007.05.004>.

- Aloini, D., Dulmin, R., & Mininno, V. (2012). Risk assessment in ERP projects. *Information Systems*, 37(3), 183-199. <http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2011.10.001>.
- Attri, R., Dev, N., & Sharma, V. (2013). Interpretive structural modelling (ISM) approach: an overview. *Research Journal of Management Sciences*, 2(2), 3-8.
- Bannerman, P. L. (2008). Risk and risk management in software projects: a reassessment. *Journal of Systems and Software*, 81(12), 2118-2133. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2008.03.059>.
- Barki, H., Rivard, S., & Talbot, J. (1993). Toward an assessment of software development risk. *Journal of Management Information Systems*, 10(2), 203-225. <http://dx.doi.org/10.1080/07421222.1993.11518006>.
- Baxter, G., & Sommerville, I. (2011). Socio-technical systems: from design methods to systems engineering. *Interacting with Computers*, 23(1), 4-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intcom.2010.07.003>.
- Black, J. T., & Hunter, S. L. (2003). *Lean manufacturing systems and cell design* (336 p.). Dearborn: Society of Manufacturing Engineers.
- Boehm, B. W. (1991). Software risk management: principles and practices. *Journal IEEE Software*, 8(1), 32-41. <http://dx.doi.org/10.1109/52.62930>.
- Boyle, T. A., Scherrer-Rathje, M. S., & Stuart, I. (2011). Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(5), 587-603. <http://dx.doi.org/10.1108/17410381111134455>.
- Chapman, C., & Ward, S. (2003). *Project risk management: processes, techniques and insights*. USA: John Wiley.
- Cua, K. O., McKone, K. E., & Schroeder, R. G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(6), 675-694. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(01\)00066-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(01)00066-3).
- Echeveste, M. E. S., Rozenfeld, H., & Fettermann, D. C. (2017). Customizing practices based on the frequency of problems in new product development process. *Concurrent Engineering, Research and Applications*, 25(3), 245-261. <http://dx.doi.org/10.1177/1063293X16686154>.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550. <http://dx.doi.org/10.5465/amr.1989.4308385>.
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25-32. <http://dx.doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>.
- Faisal, M. N., Banwet, D. K., & Shankar, R. (2006). Supply chain risk mitigation: modeling the enablers. *Business Process Management Journal*, 12(4), 535-552. <http://dx.doi.org/10.1108/14637150610678113>.
- Farris, J., Van Aken, E., Doolen, T., & Worley, J. (2009). Critical success factors for a human resource outcomes in Kaizen events: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 117(1), 42-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.08.051>.
- Hendrick, H. W., & Kleiner, B. M. (2001). *Macroergonomics: an introduction to work system design* (175 p.). Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society.
- Herron, C., & Hicks, C. (2008). The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents. *Robotics and Computer-integrated Manufacturing*, 24(4), 524-531. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcim.2007.07.014>.
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994-1011. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570410558049>.
- Kumar, N., Kumar, S., Haleem, A., & Gahlot, P. (2013). Implementing lean manufacturing system: ISM approach. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 6(4), 996-1012. <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.508>.
- Lewis, M. A. (2000). Lean production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(8), 959-978. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570010332971>.
- Liker, J. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Mandal, A., & Deshmukh, S. G. (1994). Vendor selection using interpretive structural modeling (ISM). *International Journal of Operations & Production Management*, 14(6), 52-59. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579410062086>.
- Marodin, G. A., & Saurin, T. A. (2013). Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies. *International Journal of Production Research*, 51(22), 6663-6680. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.826831>.
- Marodin G. A., & Saurin, T. A. (2014). Classification and relationships between risks that affect lean production implementation: a study in Southern Brazil. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(1), 57-79. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2012-0113>.
- Marodin, G. A., Saurin, T. A., & Fettermann, D. C. (2014). Uma sistemática para a avaliação de riscos na implantação de produção enxuta. *Revista Produção Online*, 14(1), 364-401. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14.i1.1667>.
- Motwani, J. (2003). A business process change framework for examining lean manufacturing: A case study. *Industrial Management & Data Systems*, 103(5), 339-346. <http://dx.doi.org/10.1108/02635570310477398>.
- Paez, O., Dewees, J., Genaidy, A., Tuncel, S., Karwowski, W., & Zurada, J. (2004). The lean manufacturing enterprise: An emerging sociotechnological system integration.

- Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 14(3), 285-306. <http://dx.doi.org/10.1002/hfm.10067>.
- Papadopoulou, T. C., & Ozbayrak, M. (2005). Leanness: experiences from the journey to date. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(7), 784-807. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380510626196>.
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21(2), 127-142. <http://dx.doi.org/10.1108/17542730910938137>.
- Pfohl, H. C., Gallus, P., & Thomas, D. (2011). Interpretive structural modeling of supply chain risks. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(9), 839-8592. <http://dx.doi.org/10.1108/09600031111175816>.
- Ravi, V., & Shankar, R. (2005). Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(8), 1011-1029. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2004.07.002>.
- Ritchie, B., & Brindley, C. (2007). Supply chain risk management and performance: a guiding framework for future development. *International Journal of Operations & Production Management*, 27(3), 303-322. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570710725563>.
- Sage, A. P. (1977). *Interpretive structural modeling: methodology for large-scale systems* (pp. 91-164). New York: McGraw-Hill.
- Saurin, T. A., Marodin, G. A., & Ribeiro, J. L. D. (2011). A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. *International Journal of Production Research*, 49(11), 3211-3230. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2010.482567>.
- Saurin, T. A., Ribeiro, J. L. D., & Marodin, G. A. (2010). Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. *Gestão & Produção*, 17(4), 829-841. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2010000400015>.
- Scherer, J. O. S. O., & Ribeiro, J. L. D. (2013). Proposição de um modelo para análise dos fatores de risco em projetos de implantação da metodologia lean. *Gestão & Produção*, 20(3), 537-553.
- Scherrer-Rathje, M., Boyle, T., & Deflorin, P. (2009). Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons*, 52(1), 79-88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bushor.2008.08.004>.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0).
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>.
- Sim, K., & Rogers, J. (2009). Implementing lean production systems: barriers to change. *Management Research News*, 32(1), 37-49. <http://dx.doi.org/10.1108/01409170910922014>.
- Taylor, A., Taylor, M., & Mcsweeney, A. (2013). Towards greater understanding of success and survival of lean systems. *International Journal of Production Research*, 51(22), 6607-6630. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.825382>.
- Tortorella, G. L., Fettermann, D. C., Marodin, G. A., & Fogliatto, F. S. (2015a). Lean product development (LPD) Enablers for product development process improvement. In J. Davim (Eds.), *Research advances in industrial engineering* (pp. 31-57). Cham: Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-17825-7_3.
- Tortorella, G. L., Viana, S., & Fettermann, D. (2015b). Learning cycles and focus groups: a complementary approach to the A3 thinking methodology. *The Learning Organization*, 22(4), 229-240. <http://dx.doi.org/10.1108/TLO-02-2015-0008>.
- Voss, C., Tsikriktsis, N., & Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 195-219. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210414329>.
- Wacker, J. G. (1998). A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *Journal of Operations Management*, 16(4), 361-385. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00019-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00019-9).
- Wallace, L., Keil, M., & Rai, A. (2004). Understanding software project risk: a cluster analysis. *Information & Management*, 42(1), 115-125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2003.12.007>.
- Walter, O. M. F. C., & Tubino, D. F. (2013). Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: uma revisão da literatura e classificação. *Gestão & Produção*, 20(1), 23-45. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013000100003>.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. T. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Scribner.
- Yin, R. (2003). *Case study research: design and methods* (5. ed.). Thousand Oaks: Sage.