UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA E DE MATERIAIS

FERNANDA ANTUNES DA SILVA

MÉTODO PARA HARMONIZAÇÃO DE INDICADORES DE PERFORMANCE ENTRE DIFERENTES DOMÍNIOS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

DISSERTAÇÃO

CURITIBA
2018

FERNANDA ANTUNES DA SILVA

MÉTODO PARA HARMONIZAÇÃO DE INDICADORES DE PERFORMANCE ENTRE DIFERENTES DOMÍNIOS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica – Área de concentração: Engenharia de Manufatura.

Orientador: Prof. Milton Borsato, Dr.

CURITIBA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S586m 2018 Silva, Fernanda Antunes da
Método para harmonização de indicadores de performance entre diferentes domínios no contexto da indústria automotiva / Fernanda Antunes da Silva.-- 2018.
97 f.: il.; 30 cm.

Disponível também via World Wide Web
Texto em português com resumo em inglês
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Curitiba, 2018
Bibliografia: p. 91-96

1. Indústria automobilística. 2. Logística empresarial. 3. Desempenho - Indicadores. 4. Controle de processo. 5. Negócios - Modelos. 6. Produtos industrializados. 7. Engenharia mecânica - Dissertações. I. Borsato, Milton, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, inst. III. Título.

CDD: Ed. 22 -- 620.1

Biblioteca Ecoville da UTFPR, Câmpus Curitiba
Lucia Ferreira Littiere – CRB 9/1271

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 326

A Dissertação de Mestrado intitulada**: MÉTODO PARA HARMONIZAÇÃO DE INDICADORES DE PERFORMANCE ENTRE DIFERENTES DOMÍNIOS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**, defendida em sessão pública pela Candidata **Fernanda Antunes da Silva**, no dia 30 de julho de 2018, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, área de concentração: Engenharia de Manufatura, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais – PPGEM.

BANCA EXAMINADORA:
Prof. Dr. Milton Borsato - Presidente - UTFPR
Prof. Dr. Fernando Deschamps - PUC-PR
Prof. Dr. Carla Cristina Amodio Estorilio - UTFPR
Prof. Dr. Hilbeth Parente Azikri de Deus - UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 30 de Julho de 2018.

Carimbo e assinatura do Coordenador do Programa

_____

DA SILVA, Fernanda A. MÉTODO PARA HARMONIZAÇÃO DE INDICADORES DE PERFORMANCE ENTRE DIFERENTES DOMÍNIOS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA, 2018, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Manufatura – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 94 p.

RESUMO

Frente à atual concorrência existente no mercado nacional e internacional, se faz necessário que as empresas monitorem suas práticas e resultados de forma a garantir competitividade no mercado. As organizações precisam monitorar os processos através dos indicadores de desempenho (KPIs – *Key Performance Indicators*) de forma integrada, ou seja, diferentes domínios precisam ter atividades e atingimentos alinhados entre si. Com a utilização de uma abordagem de harmonização tanto no processo de criação quanto de monitoramento dos indicadores, é possível às empresas competir com sucesso frente à concorrência. A partir de uma investigação sobre o estado-da-arte com relação a este tema, constatou-se que a integração entre diferentes domínios dentro das organizações é realmente um assunto relevante e que necessita de estudos e sugestões para solucioná-lo. Diante dessa necessidade, a presente pesquisa teve como objetivo desenvolver um método capaz de harmonizar indicadores de performance dentro das organizações, tendo como contexto as áreas de Compras e Logística. Com a utilização deste método será possível aos gestores tomarem decisões mais assertivas, uma vez que estas terão como base, cenários otimizados. O cenário ideal a ser sinalizado pelo método identificará o ganho para a organização como um todo, e não apenas o ganho isolado em determinada área. Dessa forma entende-se que, dentro do contexto da indústria automotiva, os impactos causados por decisões tomadas dentro da cadeia de suprimentos serão minimizados. Como procedimento metodológico, foi adotado o DSR (*Design Science Research*), e para a criação deste artefato (método), modelagem dos processos de negócio foram realizados seguindo o padrão BPMN (*Business Process Model and Notation*). A partir desta modelagem, os principais indicadores e a maneira como são mensurados foram identificados. Por fim, simulações foram realizadas com o auxílio do *software* Bizagi, buscando constatar potenciais oportunidades para melhorar estes indicadores.

Palavras-chave: *Supply Chain Management, Performance Indicators, BPM, BPMN*

DA SILVA, Fernanda A. METHOD FOR HARMONIZATION THE PERFORMANCE INDICATORS BETWEEN DIFFERENT DOMAINS IN THE CONTEXT OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY, 2018, Master's Degree Dissertation in Manufacturing Engineering – Post-Graduate Program in Mechanical and Materials Engineering, Federal University of Technology – Paraná, Curitiba, 94 p.

ABSTRACT

Given the current competition in the domestic and international markets, it is necessary for companies to monitor their practices and results in order to ensure competitiveness in the market. Organizations need to monitor processes through Key Performance Indicators (KPIs) in an integrated way, that is, different domains need to have activities and achievements aligned with each other. By using a harmonization approach both in the creation process and in monitoring the indicators, it is possible for companies to compete successfully. From a state-of-the-art research on this topic, it has been found that the integration between different domains within organizations is really a relevant subject and needs studies and suggestions to solve it. Considering this need, the present research project aimed to develop a method that allows harmonization of performance indicators within organizations, taking as context Purchasing and Logistics areas. By using this method, it will be possible for managers to make more assertive decisions, since these will be based on optimized scenarios. The ideal scenario to be signaled by the method will identify the gain for the organization as a whole, not just an isolated gain for a specific area. In this way, it is understood that, within the context of the automotive industry, the impacts caused by decisions taken within the supply chain will be minimized. As a methodological procedure, the research adopted the DSR (Design Science Research), and for the creation of this artifact (method), business processes modeling was performed following the BPMN (Business Process Model and Notation) standard. From this model, the main indicators and the way they are measured were identified. Finally, simulations were performed with the help of Bizagi software, seeking to verify potential opportunities to improve these indicators.

Keywords: Supply Chain Management, Performance Indicators, BPM, BPMN

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo BPM....24
Figura 2 - Mapeamento de processo no padrão BPMN....28
Figura 3 - Hierarquia de 3 níveis....35
Figura 4 - Etapas da metodologia DSR....38
Figura 5 - Processo da área de Compras modelado em BPMN....42
Figura 6 - Processo de Compras (parte I)....43
Figura 7 - Processo de Compras (parte II)....44
Figura 8 - Processo de Compras (parte III)....44
Figura 9 - Processo da área de Logística modelado em BPMN....46
Figura 10 - Custo fixo dos recursos....53
Figura 11 - Processo de Logística Local....54
Figura 12 - Processo de Logística Local (parte I)....57
Figura 13 - Processo de Logística Local (parte II)....58
Figura 14 - Processo de Logística Local (parte III)....59
Figura 15 - Processo de Logística Local (parte IV)....60
Figura 16 - Processo de Logística Importado....62
Figura 17 - Processo de Logística Importado (parte I)....65
Figura 18 - Processo de Logística Importado (parte II)....66
Figura 19 - Processo de Logística Importado (parte III)....67
Figura 20 - Processo de Logística Importado (parte IV)....68
Figura 21 - AHP para seleção de fornecedores....71
Figura 22 - Formação da matriz normalizada....74
Figura 23 - Formação do auto vetor W....75
Figura 24 - Matriz W'....76
Figura 25 - Terceiro vetor coluna....76
Figura 26 - Ilustração do método....80
Figura 27 - Alteração de parâmetros no Bizagi (Fornecedor A)....83
Figura 28 - Processos simulados no Bizagi (Fornecedor A)....84
Figura 29 - Processos simulados no Bizagi (Fornecedor B)....85
Figura 30 - Recursos utilizados (Fornecedor A e B)....86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Relação das palavras-chave mais utilizadas 17

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação dos critérios 71
Quadro 2 - Matriz A e autor vetor W 72
Quadro 3 - Informações dos fornecedores a serem avaliados 77
Quadro 4 - Avaliação das alternativas 78
Quadro 5 - Resultado final da AHP 79
Quadro 6 - Dados dos fornecedores a serem avaliados 81
Quadro 7 - Avaliação das alternativas para os fornecedores A e B 82
Quadro 8 - Tabela final da AHP avaliando fornecedores A e B 83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores de desempenho da cadeia de suprimentos.....30
Tabela 2 - Escala fundamental.....35
Tabela 3 - Índice randômico.....36
Tabela 4 - Probabilidade de ocorrer cada atividade.....47
Tabela 5 - Tempo das atividades.....49
Tabela 6 - Relação do custo das atividades.....50
Tabela 7 - Relação dos recursos alocados.....52
Tabela 8 - Resultado final dos indicadores (Fornecedor A).....84
Tabela 9 - Resultado final dos indicadores (Fornecedor B).....85

LISTA DE ACRÔNIMOS

AHP	Processo de análise hierárquica (do inglês *Analytic Hierarchy Process)*
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Processo de rede analítica (do inglês *Analytic Network Process*)
BPM	Gerenciamento de Processos de Negócio (do inglês *Business Process Management*)
BPMI	Instituto de Gerenciamento de Processos de Negócio (do inglês *Business Process Management Institute*)
BPMN	Notação e Modelo de Processos de Negócios (do inglês *Business Process Model and Notation*)
BSC	Indicadores Balanceados de Desempenho (do inglês *Balanced Scorecard*)
CKMP	Prática Colaborativa de Gestão do Conhecimento (do inglês *Collaborative Knowledge Management Practice*)
DEA	Análise envoltória de dados (do inglês *Data Envelopment Analysis*)
DSR	Pesquisa em Ciências de Projeto (do inglês *Design Science Research)*
EDI	Intercâmbio Eletrônico de Dados (do inglês *Electronic Data Interchange*)
JCR	Relatório de avaliação dos periódicos (do inglês *Journal Citation Reports*)
JIT	*Just in Time*
KPIs	Indicadores Chave de Desempenho (do inglês *Key Performance Indicators*)
MaPoU	Material disponível no ponto de uso (do inglês *Material at Point of Use*)
MAUT	Teoria da utilidade de multi-atributo (do inglês *Multi-attribute Utility Theory*)
MCDM	Tomada de decisão de multi-critérios (do inglês *Multi-criteria Decision Making*)
OMG	Grupo de Gerenciamento de Objeto (do inglês *Object Management Group*)
ProKnow-C	Processo de Desenvolvimento de Conhecimento - Construtivo (do inglês *Knowledge Development Process – Constructvist*)
SMART	Técnica de classificação de múltiplos atributos (do inglês *Simple multi-attribute rating technique)*
TPS	Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*)
VSM	Mapeamento de fluxo de valor (do inglês *Value Stream Mapping*)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 OPORTUNIDADE DE PESQUISA 16
1.2 OBJETIVOS 19
1.2.1 OBJETIVO GERAL 19
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 19
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO 21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 22
2.1 BPM (Business Process Management) 22
2.2 BPMN (*Business Process Model and Notation*) 25
2.3 KPI *(Key Performance Indicator)* 29
2.4 ANÁLISE DE MULTI-CRITÉRIO 31
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS 33
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA 33
3.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS 33
3.2.1 SOFTWARE DE MODELAGEM 33
3.2.2 AHP (*Analytic Hierarchy Process)* 34
3.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO 37
3.3.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E MOTIVAÇÃO 38
3.3.2 DEFINIÇÃO DOS RESULTADOS ESPERADOS 38
3.3.3 DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO 39
3.3.3.1 MODELAGEM DOS PROCESSOS DE NEGÓCIO 39
3.3.3.2 MODELAGEM DOS PROCESSOS DE COMPRAS 40
3.3.3.3 MODELAGEM DOS PROCESSOS DE LOGÍSTICA 45
3.3.3.4 UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE MULTI-CRITÉRIO (AHP) 70
3.3.4 DEMONSTRAÇÃO DA SOLUÇÃO 79
3.3.5 AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO 87
3.3.6 COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS 87
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 88
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 90
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 92
7 APÊNDICE 98

1 INTRODUÇÃO

O mercado consumidor de produtos manufaturados vem se tornando cada vez mais dinâmico, impulsionando as empresas produtoras a reagirem com a mesma velocidade, realizando as adaptações e alterações necessárias, a fim de se tornarem mais competitivas. Para que seja possível enfrentar a concorrência atual, investem em avanços tecnológicos, projetos inovadores e se preocupam também em atingir elevados padrões de qualidade, reduzir o tempo de entrega aos clientes, além de continuamente visarem à redução de custos. Dessa forma, buscam cada vez mais o aperfeiçoamento de suas atividades como forma de construir vantagem frente aos concorrentes.

Shatat e Udin (2012) acreditam que as empresas estão começando a perceber que, para sobreviver em um ambiente competitivo, é necessário melhorar não apenas o desempenho organizacional, mas também o desempenho de toda a cadeia de suprimentos. Dessa forma, defendem que o gerenciamento da cadeia de suprimentos seja fundamental para o sucesso das empresas, cujo objetivo principal é reduzir a incerteza e os riscos relacionados, permitindo assim o aumento da lucratividade e competitividade das empresas. A cadeia de suprimentos pode ser definida como sendo a integração dos principais processos de negócio, juntamente com os fornecedores de produtos, serviços e informações, que agregam valor aos clientes e outras partes interessadas (LEE et al., 2012).

Diante da globalização existente na cadeia de suprimentos, dos curtos prazos de entrega, do aumento das exigências do clientes e do crescimento da inovação tecnológica, as empresas têm adotado novos modelos organizacionais, como por exemplo a empresa virtual (BORSATO; PERUZZINI, 2015). Este modelo consiste em uma aliança temporária de empresas que se reúnem para compartilhar habilidades ou competências essenciais e recursos, com o intuito de melhor responder às oportunidades de negócios. Dessa forma, Borsato e Peruzzini (2015) consideram que empresas virtuais permitem que a empresa contrate todas as atividades, com exceção daquelas que são consideradas como principais ao negócio. Como resultado, uma rede de empresas independentes atua como se fosse praticamente uma única organização.

Segundo Lee e Whang (2001), quanto mais complexa e dispersa for a cadeia de suprimentos, mais difícil será equilibrar as necessidades de todas as partes

pertinentes. Por isso, o gerenciamento da cadeia de suprimentos deve começar com o mapeamento efetivo de todos os processos envolvidos.

Para Piotrowicz e Cuthbertson (2015), as metas e objetivos comuns da cadeia de suprimentos devem ser estabelecidos em comum acordo entre as áreas para ajudar a criar uma lista de KPIs (*Key Performance Indicators*) conjuntos. Sendo assim, o conjunto de KPIs deve ser definido, medido e compartilhado entre todos os membros da cadeia de suprimentos. É importante que qualquer um destes KPIs seja de fácil entendimento para cada participante da cadeia de suprimentos e também reflitam a estratégia organizacional.

Ramish e Aslam (2016) acreditam que uma grande quantidade de KPIs pode tornar a medição do desempenho algo problemático, pois muitas vezes esses indicadores não estão alinhados e sincronizados com a estratégia organizacional. E ainda, em situações onde as empresas lidam com o processo de *benchmarking* (processo de comparação com empresas competidoras ou líderes de mercado), enfrentam-se grandes problemas devido a uma grande quantidade de KPIs desalinhados. Por isso consideram que o melhor procedimento quanto à definição de indicadores seja a seleção de poucos KPIs, desde que estes sejam relevantes e alinhados entre si (RAMISH; ASLAM, 2016).

Da mesma forma, Bai e Sarkis (2014), sustentam que o *benchmarking* na cadeia de suprimentos requer modelos que possam lidar com múltiplas medidas de desempenho e que possam fornecer uma medida integrada. Com base nesta constatação, Wong e Wong (2008) salientam que a lacuna reside na falta de critérios de mensuração e metodologias adequadas para agregar as medidas de desempenho individuais em um único índice de desempenho global. Ainda segundo Bai e Sarkis (2014), o estabelecimento de um indicador integrado permite aos gerentes analisar e comparar os desempenhos de diferentes cenários da cadeia de suprimentos.

Aplicando os conceitos de gerenciamento da cadeia de suprimentos para o setor automotivo, Castro (2005) acredita que gerenciar a cadeia de suprimentos significa tratar os fornecedores como parceiros estratégicos para prover produtos de alta qualidade, baixo custo e entregas dentro do prazo. Tal prática é originada e defendida pelo Sistema Toyota de Produção (TPS, do inglês – *Toyota Production System*), onde o foco é desenvolver poucos fornecedores, mas altamente confiáveis, tanto de ponto de vista de qualidade quanto da pontualidade de entrega, permitindo também a redução dos níveis de estoque (OHNO, 1988).

Dentro deste contexto, Mentzer et al. (2006) afirmam que muitas organizações automobilísticas falham na gestão da cadeia de suprimentos devido à incapacidade de desenvolver medidas de desempenho necessárias para a integração completa da cadeia de suprimentos e seu desempenho. Castro (2005) enfatiza que, apesar de haver alto nível de integração sustentado por abordagens como JIT (*Just in Time*), *Milk Run* e EDI (*Electronic Data Interchange*), as cadeias produtivas apresentam baixo ou nenhum nível de integração.

De forma geral, as medidas de desempenho devem ser integradas com base em uma visão holística, ou seja, uma visão global da empresa de forma a assegurar que as ligações em cada etapa da cadeia de suprimentos sejam monitoradas e ajustadas ativamente (MENTZER et al., 2006).

Importante salientar que o setor automotivo está presente em várias regiões brasileiras sendo responsável pela geração de renda e emprego. Segundo dados da ANFAVEA, este segmento emprega na cadeia produtiva mais de 130 mil colaboradores diretos e 1,5 milhão indiretos (ANFAVEA). Para Dias et al. (2011), a atual competitividade existente dentro deste setor faz com que cada vez mais ele seja historicamente reconhecido como responsável pela introdução e disseminação de inovações em termos de produtos, de novas práticas de gestão tecnológica e de operações. Porém, mesmo com este reconhecimento, Hasan et al. (2014) acreditam que o setor automobilístico não é suficientemente integrado internamente, e até mesmo questionam como as empresas podem almejar a integração externa, se não conseguem sequer garantir um alinhamento interno determinando as prioridades, planos e estratégias a serem seguidos.

Diante do exposto, é notório que a integração entre diferentes domínios é um assunto relevante às organizações. Neste contexto, com a presente pesquisa busca-se responder a seguinte questão:

Seria possível harmonizar indicadores de performance entre diferentes domínios, de forma que os objetivos e metas organizacionais preponderem sobre aqueles específicos das áreas envolvidas?

O Programa de Manufatura Inteligente, homologado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2017, associado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais (PPGEM), tem como objetivo realizar trabalhos de pesquisa ligados às oportunidades identificadas dentro do contexto de empresas de manufatura. O presente projeto de pesquisa está

relacionado à demanda denominada: Integração de Todas as Funções da Empresa, cujo objetivo principal é garantir a integração das visões de negócio, realização de produto e funções operacionais.

1.1 OPORTUNIDADE DE PESQUISA

A partir da investigação do estado-da-arte quanto ao tema alinhamento de indicadores de performance, uma análise bibliométrica e sistêmica foram realizadas (DA SILVA; BORSATO, 2017).

A análise bibliométrica tem o intuito de evidenciar quantitativamente os dados estatísticos do portfólio bibliográfico (ENSSLIN et al., 2012). Para isso, foram considerados seis aspectos a serem analisados e interpretados: (i) relevância dos periódicos; (ii) fator de impacto dos periódicos; (iii) reconhecimento científico dos artigos; (iv) autores de maior destaque; (v) palavras-chave mais utilizadas; e (vi) análise da evolução do tema.

- **Relevância dos periódicos**

  A primeira análise realizada procurou identificar, com base nos artigos do portfólio bibliográfico, em qual periódico se concentrava o maior número de publicações. Dentre as 36 publicações do portfólio, destaca-se o periódico *Journal of Knowledge Management* com cinco publicações, seguido pelo *International Journal of Operations & Production Management* com três publicações.

- **Fator de impacto dos periódicos**

  Após analisar quais periódicos mais se destacaram, também foi analisado o fator de impacto dos periódicos na comunidade científica. Esse indicador informa o número médio de citações dos artigos publicados pelos periódicos ao longo de dois anos. *Knowledge-Based Systems* e o *Resources, Conservation and Recycling* são os periódicos com maior JCR (*Journal Citation Resports*), obtendo 3,325 e 3,280 respectivamente. Importante observar que os periódicos com maior relevância quanto ao número de publicações no portfólio, não estão entre os periódicos com maior fator de impacto. Outra observação relevante a ser considerada é que para cinco periódicos não foi possível encontrar o fator de impacto no JCR.

- **Reconhecimento científico dos artigos**

Quanto aos artigos que compõem o portfólio bibliográfico, pode-se evidenciar Mills e Smith (2011), Olugu et al. (2011) e Praest et al. (2011) que foram os mais citados com 188, 158 e 129 citações respectivamente.

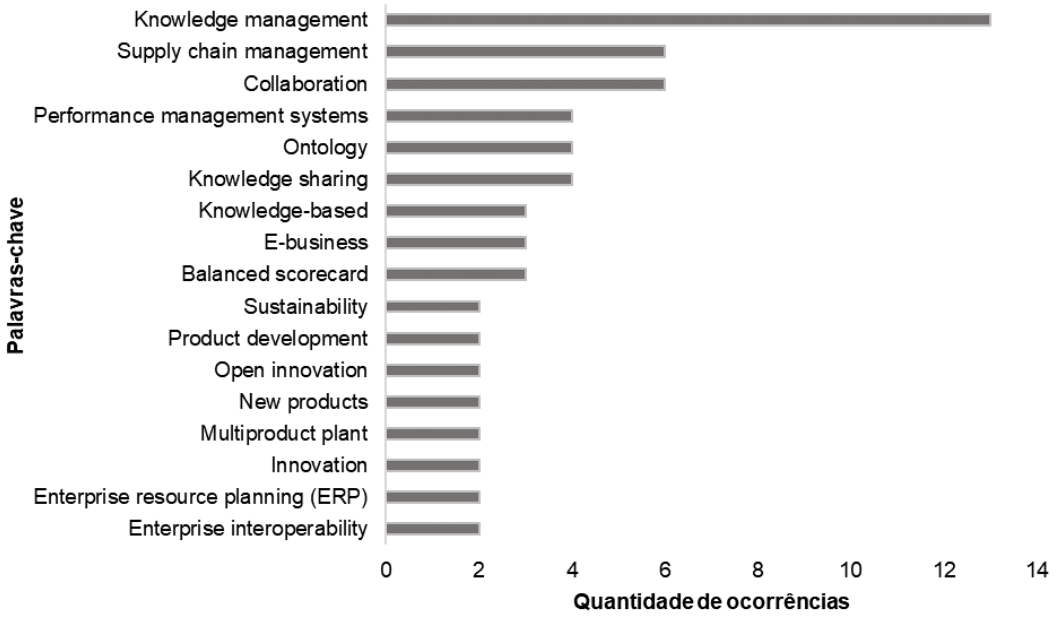
- **Autores de maior destaque**

Dentro do portfólio em estudo, pode-se analisar quais são os autores de maior destaque frente aos 90 que compõem o portfólio de 36 artigos. Observou-se que mais de 76% dos autores contribuíram com apenas uma publicação dentro do portfólio. Somente Maria J. Martin-Bautista e Hsiu-Fen Lin, se destacaram com duas publicações.

- **Palavras-chave mais utilizadas**

Um aspecto relevante e que evidencia a efetividade do processo de mapeamento de um tema por meio do Proknow-C (*Knowledge Development Process – Constructvist*), é o conjunto de palavras-chave. Um total de 118 palavras-chave foram utilizadas pelos autores do portfólio e, dentre estas, destacou-se *Knowledge management*, aparecendo em 13 artigos dos 36 que compõem o portfólio. No Gráfico 1 são apresentadas as demais palavras que mais foram utilizadas.

Gráfico 1 - Relação das palavras-chave mais utilizadas



Fonte: Da Silva e Borsato (2017)

- **Análise da evolução do tema**

Considerando que as buscas das referências do portfólio focaram em estudos publicados de 2011 a 2015, verificou-se que 2011 foi o ano com o maior número de publicações, com 11 artigos publicados. Já no ano de 2013 o tema da presente pesquisa teve apenas 3 publicações, no entanto, a partir deste ano percebeu-se uma tendência de aumento do número de estudos relacionados ao problema desta pesquisa.

A etapa da análise sistêmica consistiu na leitura dos artigos do portfólio bibliográfico. A partir da leitura completa destes artigos foi possível identificar quais foram os problemas mais citados, as propostas para solucioná-los e por fim, quais as oportunidades que permaneceram para pesquisas futuras.

Após a identificação dos principais problemas relacionados ao tema da pesquisa e as soluções propostas pelos autores, foi possível indicar algumas oportunidades de pesquisa, conforme relacionado a seguir:

- **Avaliação do desempenho da cadeia de suprimentos:** apesar do grande número de trabalhos de pesquisa realizados sobre métricas da cadeia de suprimentos, poucas são focadas no desenvolvimento de ferramentas e estruturas integradas, conforme apontado por (TATICCHI et al., 2015). E ainda, o que existe atualmente não está alinhado com a estratégia da empresa, com foco no cliente e visão holística. Alguns autores sugerem linhas de pesquisa que possam contribuir para o desenvolvimento de indicadores capazes de monitorar os atingimentos da cadeia de suprimentos, e.g. para Wiengarten et al. (2013) a seleção de ferramentas/aplicações EB (e-business) e para Li et al. (2012) resultados de pesquisas em CKMP (*Collaborative Knowledge Management Practices*).
- **Integração de diferentes domínios:** Ouertani et al. (2011) ressaltam a necessidade de integração entre as perspectivas de design e manufatura com a finalidade de testar a ferramenta de rastreabilidade proposta no estudo. O impacto causado pela interação e integração de diferentes áreas ao desempenho organizacional, é algo que pode contribuir para as pesquisas relacionadas à cadeia de suprimentos (WIENGARTEN et al., 2013). Devido à forte relação existente entre o BSC (*Balanced Score Card)*, desempenho organizacional e integração de domínios, pesquisas futuras podem analisar o impacto organizacional diante do uso desta ferramenta (WU; CHEN, 2014).

- **Interoperabilidade de dados:** é de suma importância que existam aplicações integradas dentro das organizações, para que os dados possam ser processados e transmitidos tanto internamente quanto externamente (WIENGARTEN et al., 2013). Diante das ferramentas de qualidade disponíveis atualmente, não há uma ferramenta capaz de controlar a qualidade dos dados nem um quadro para induzir a melhoria contínua no processo de produção de dados (HAZEN et al., 2014). No que diz respeito a este assunto, poucas pesquisas foram encontradas no portfólio de artigos analisados.

Diante da lacunas remanescentes apresentadas no estudo de Da Silva e Borsato (2017) com a presente pesquisa pretende-se selecionar a oportunidade “Integração de diferentes domínios” e propor a criação de um método com o intuito de harmonizar indicadores de performance dentro das organizações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Visando proporcionar uma harmonização de objetivos e atingimentos entre áreas distintas, pretende-se desenvolver no presente trabalho um método que permita harmonizar indicadores de performance entre diferentes domínios. A partir da modelagem de processos de negócio que envolvem diferentes áreas de uma organização, além de parceiros externos da cadeia de suprimentos, pretende-se identificar quais são os principais indicadores de performance e como são levantados. Com base nestas informações, será possível realizar simulações, buscando melhorar os indicadores de desempenho levando em conta as diferentes perspectivas dos atores envolvidos. Com a utilização do método proposto acredita-se ser possível aos gestores tomarem decisões tendo como base cenários aperfeiçoados.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com o propósito de se alcançar o objetivo geral supracitado, o trabalho deverá atingir os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um levantamento sobre estado da arte com relação ao tema harmonização de indicadores, visando identificar as lacunas existentes;
- Modelar processos de negócio potencialmente conflitantes do ponto de vista de indicadores de desempenho, de acordo com o padrão BPMN;
- Compreender e explorar os recursos de *softwares* existentes para modelagem e simulação de processos descritos no padrão BPMN;
- Construir o método proposto dentro do contexto de uma empresa (e sua cadeia de suprimentos), como forma de apresentar a sua aplicabilidade;
- Avaliar o método juntamente com os gestores, visando identificar sua operacionalidade, eficiência, generalidade e facilidade de uso;
- Registrar a criação do método tanto no meio acadêmico quanto profissional.

1.3 JUSTIFICATIVA

Com o método proposto pelo presente trabalho de pesquisa pretende-se minimizar os impactos causados por decisões tomadas dentro da cadeia de suprimentos, que acabam prejudicando atingimentos das demais áreas envolvidas. Acredita-se que o modelo permitirá às áreas identificarem quais são os cenários “ideais” a serem escolhidos tendo como premissa não prejudicar as atividades de áreas subsequentes da cadeia.

Com o intuito de mensurar indicadores de desempenho, as organizações preocupam-se em criá-los para cada área de negócio, os quais são concebidos e utilizados de forma isolada. Assim, percebe-se que não há um alinhamento entre os KPIs e muitas vezes é possível que eles sejam até mesmo conflitantes entre si. Alinhado à isso, Cai et al. (2009) enfatizam a dificuldade existente para descobrir os relacionamentos entre diferentes KPIs e a ordem de prioridade entre eles. E por isso, se faz necessário o desenvolvimento de algum método que determine as prioridades dentre um conjunto de KPIs, uma vez que esta carência gera um gargalo para muitas empresas em seus esforços para melhorar a gestão da cadeia de suprimentos.

Com a utilização de um método que harmonize indicadores de performance a partir da evidência e direcionamento de qual decisão ser tomada em determinadas circunstâncias, as empresas terão condições de manter os atingimentos de diferentes áreas alinhados com os objetivos estratégicos da companhia. Dentro do contexto da

indústria automotiva, a harmonização de indicadores das áreas envolvidas na cadeia de suprimentos, é fundamental para essas áreas de dentro da empresa cada vez mais forte e competitiva frente aos concorrentes.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente pesquisa está estruturada em seis capítulos. No primeiro capítulo uma breve contextualização sobre a pesquisa foi apresentada, assim como a oportunidade de pesquisa, os objetivos e, a justificativa do projeto. No segundo capítulo encontra-se a fundamentação teórica, contendo os principais conceitos necessários para a compreensão do trabalho. O capítulo 3 apresenta os aspectos metodológicos adotados, com o detalhamento das atividades realizadas para desenvolver o projeto da pesquisa. O capítulo 4 apresenta o resultado da utilização do método proposto para harmonizar indicadores de avaliação. As considerações finais estão presentes no capítulo 5, onde o trabalho é resumido destacando oportunidades de pesquisa para trabalhos futuros, além das dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Por fim, as referências bibliográficas são mencionadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo apresenta alguns conceitos considerados relevantes para o entendimento e desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

2.1 BPM (*Business Process Management*)

De acordo com Hernaus et al. (2016), atualmente as organizações reconhecem a importância e o valor oculto em questionar os processos visando sempre aprimorá-los. Adicionalmente, Seethamraju (2012), acredita que processos de negócio representam uma parcela significativa dos custos da organização, e por isso oferecem oportunidades de melhoria em prol de redução de custos, e consequentemente melhor participação no mercado. Processos de negócio determinam em grande parte a qualidade, o grau de inovação e a produtividade das organizações (MINONNE; TURNER, 2012).

Dentro desse contexto de otimização de processos, o BPM auxilia as empresas a organizarem melhor o escopo de todas as atividades, gerando maior agilidade (HERNAUS et al., 2016). Conforme apresentado por Dumas et al. (2013), o BPM pode ser definido como um conjunto de métodos, técnicas e ferramentas para analisar, redesenhar, executar e monitorar processos de negócios. É visto como uma abordagem vital para manter processos sob controle a partir da implementação de otimizações e atividades de melhoria, o que resulta em maior visibilidade e desempenho às empresas (ALSHATHRY, 2016). O objetivo principal do BPM, segundo Kujansivu e Lönnqvist (2008), é desenvolver uma organização voltada a processos, onde seja capaz de eliminar atividades que não agregam valor e assim otimizar os principais processos de negócio.

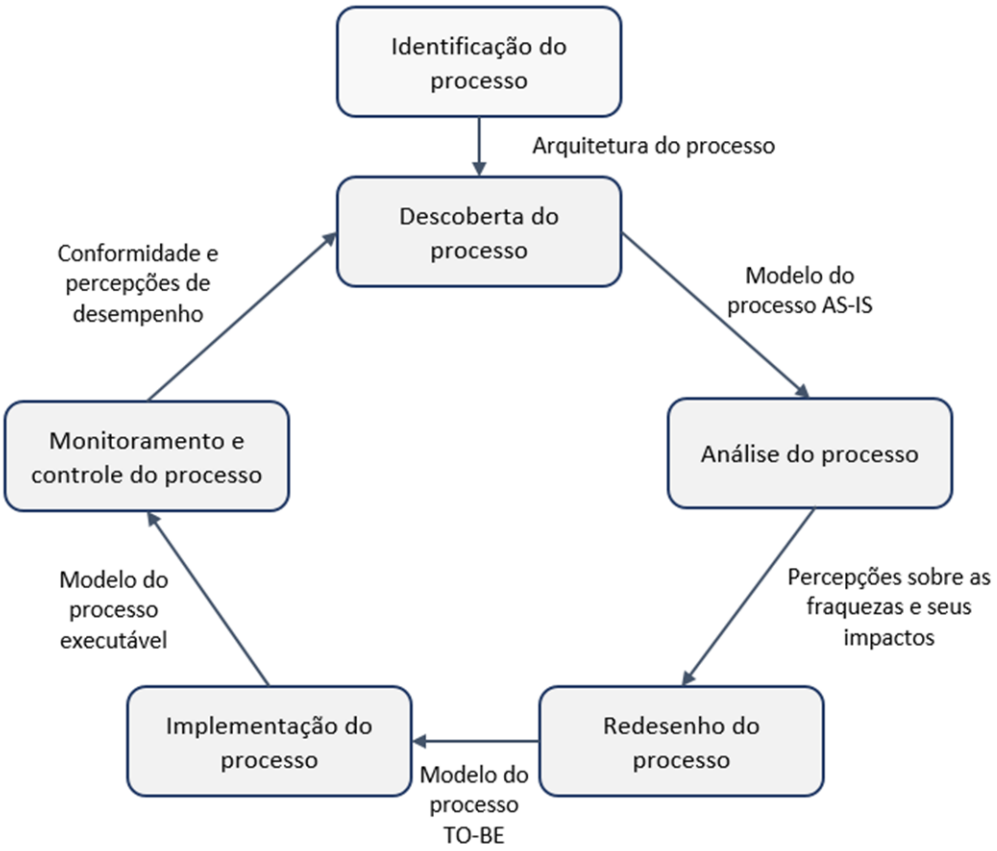
De acordo com Dumas et al. (2013) o BPM pode ser considerado um ciclo contínuo que compreende as seguintes fases, apresentadas na Figura 1:

- Identificação do processo: nesta fase um problema de negócio é colocado, os processos relevantes a este problema são identificados, delimitados e relacionados uns com os outros. O resultado desta fase apresenta um novo processo ou simplesmente uma atualização daquele já existente. Isso fornece uma visão geral dos processos e seus relacionamentos. Em alguns casos, a identificação do processo é feita em paralelo com a identificação da medida de desempenho;

- Descoberta do processo (também chamado de processo de modelagem *AS-IS*): representação e documentação dos processos tipicamente sob a forma de um ou vários modelos de processo *AS-IS*;
- Análise de processo: nessa fase os problemas relacionados ao processo *AS-IS* são identificadas, documentadas e, sempre que possível, quantificados utilizando as medidas de desempenho. O resultado desta fase é um conjunto estruturado dos problemas. Estes problemas são geralmente priorizados de acordo com seu impacto e, às vezes, também em termos de estimativa do esforço necessário para resolvê-los.
- Redesenho do processo (também chamado de melhoria de processo): o objetivo desta fase é identificar mudanças no processo que ajudariam a abordar os problemas identificados na fase anterior, e permitir que a organização atinja seus objetivos de desempenho. Para isso, muitas opções de mudanças são analisadas e comparadas com relação às medidas de desempenho escolhidas. Isso significa que a fase de redesenho do processo e a análise de processo caminham lado a lado. Assim que uma solução de mudança é proposta, ela é analisada utilizando técnicas de análise de processos. A saída desta fase é tipicamente um modelo de processo *TO-BE*, que serve como base para a próxima fase.
- Implementação do processo: nesta fase são preparadas e executadas as mudanças necessárias para passar do processo do *AS-IS* para o *TO-BE*. A implementação do processo abrange dois aspectos: gerenciamento de mudanças organizacionais e automação de processos. Gerenciamento de mudanças organizacionais refere-se ao conjunto de atividades necessárias para alterar a forma de trabalhar de todos os participantes envolvidos no processo. A automação de processos, por outro lado, refere-se ao desenvolvimento e implantação de sistemas de TI que suportam o processo *TO-BE*.
    - Monitoramento e controle de processos: uma vez que o processo redesenhado está em execução, os dados relevantes são coletados e analisados para determinar quão bem o processo está se comportando em relação às suas medidas de desempenho e objetivos de desempenho.

Gargalos, erros recorrentes ou desvios com relação ao comportamento pretendido são questionados e ações corretivas são realizadas.

Figura 1 - Ciclo BPM



Fonte: Adaptado de Dumas et al. (2013)

Já para Pyon et al. (2011) o BPM tem as seguintes premissas básicas: atividades de mapeamento e documentação de processos, foco no cliente, atividades de medição para avaliar o desempenho e otimização contínua de processos, uso de boas práticas para melhorar o posicionamento competitivo e uma abordagem para o intercâmbio de culturas na organização. Pode-se perceber que o gerenciamento de processos de negócios não possui um conjunto integrado de métodos de análise para eliminar processos desnecessários (atividades que não agregam valor), identificar etapas de processo eficazes ou ineficazes, ou simplesmente determinar quais etapas do processo devem ser focalizadas para melhorias. Por isso, muitas vezes ferramentas e técnicas *Six Sigma*, são emprestadas para essas tarefas (ROSEMANN; BROCKE, 2015).

É importante mencionar que o BPM não é apenas uma ferramenta para análise, desenvolvimento e execução de processos de negócios. Também considera as

interações entre esses processos, analisando-os e otimizando-os (KOHLBACHER, 2010). De forma semelhante, Dumas et al. (2013) reforçam que o BPM não procura melhorar a forma como uma atividade é realizada analisando-a isoladamente, em vez disso, o objetivo é gerenciar cadeias inteiras, atividades e decisões que agregam valor à organização e aos seus clientes.

No que diz respeito à integração entre diferentes cadeias, Paim et al. (2008) ressaltam que em estruturas funcionais (ou seja, baseadas em conceitos de hierarquia e divisão do trabalho), a organização tende a formar "ilhas", onde a informação acaba também se restringindo a estas ilhas. Estas estruturas acarretam em dificuldade na integração e comunicação entre departamentos, resultando em gerenciamento ineficiente da organização. Nesse sentido, é importante reconhecer que o BPM não elimina unidades organizacionais e unidades funcionais, mas em uma perspectiva horizontal, ele permite priorizar a estruturação do fluxo de trabalho de toda a cadeia.

Quanto à estratégia organizacional, a utilização do BPM pode auxiliar na execução do programa estratégico, permitindo um melhor alinhamento entre a estratégia e os processos de negócios da empresa (TRKMAN, 2010). Para tanto, segundo Brocke e Rosemann (2014) somente com este perfeito alinhamento, o BPM tem uma valiosa contribuição para as prioridades da organização. É importante validar a direção estratégica, determinar a relação entre as partes interessadas, alinhar a governança do processo e priorizar os processos a serem alterados, sempre considerando todas as partes interessadas (BROCKE; ROSEMANN, 2014).

Para complementar, Hernaus et al. (2016) defendem que o comprometimento estratégico e organizacional com o BPM pode acarretar no sucesso das iniciativas do BPM. Isso ocorre pois tratam-se de práticas complementares e que devem ser sincronizadas e seguidas em conjunto. Aliado a esse comprometimento, as organizações precisam de ferramentas que permitam a estruturação e organização dos processos de negócio. Nesse sentido o BPMN auxilia em detalhamentos e documentação dos processos dentro das organizações.

2.2 BPMN (*Business Process Model and Notation*)

Em empresas de manufatura, diferentes atividades ocorrem constantemente e simultaneamente, desde a criação de uma ordem de venda, produção, chegada de material, máquinas relatando falhas, controle de qualidade indicando defeito, controle

estatístico de processo notificando condições fora dos limites e assim por diante (ESTRUCH; HEREDIA ÁLVARO, 2012). Atualmente as descrições dos processos destas diferentes áreas são na maioria textuais, sem modelos gráficos (WITSCH; VOGEL-HEUSER, 2012). Diante deste cenário, conforme explicado por Ricken e Vogel-Heuser (2010), os funcionários responsáveis pelo processo de produção têm uma visão diferente sobre o processo técnico e de negócios, além de utilizarem termos e modelos diferentes para descrever processos. Dessa forma percebe-se que os documentos criados são ambíguos e muitas vezes não intuitivamente compreensíveis por pessoas de áreas diferentes, e por isso não são adequados para uma discussão interdisciplinar (WITSCH; VOGEL-HEUSER, 2012).

Nesse sentido, Witsch e Vogel-Heuser (2012) acreditam que as especificações e documentos sobre os processos precisam ser complementados por modelos gráficos, reduzindo a complexidade e garantindo a integração de visões interdisciplinares. Alinhada à esta afirmação, Ricken e Vogel-Heuser (2010), enfatizam a oportunidade de se desenvolver uma notação de modelagem gráfica, integrando diferentes visões sobre os processos de produção e de negócios, e o desafio da comunicação interdisciplinar.

Em 2001, membros do *Business Process Management Institute* (BPMI) diante de um mercado de modelagem de processos fragmentado com notações e pontos de vista diferentes, iniciaram um estudo para padronizar as técnicas de modelagem. Com o intuito de representar visualmente os componentes do processo e alinhar a notação com uma linguagem de processo, em 2004, a primeira especificação foi divulgada (BPMN 1.0) (VON ROSING et al., 2014). A partir de então novas versões foram lançadas com melhorias e aperfeiçoamentos em relação à versão original. A última publicação, a versão 2.0, estendeu o escopo e as capabilidades da versão anterior, como por exemplo, a definição de modelos de coreografia, conversação. Esta última versão foi lançada em 2011 com o apoio do OMG (*Object Management Group*), que se trata de um consórcio de padrões de tecnologia internacional sem fins lucrativos, cujo objetivo é desenvolver padrões de integração empresarial (OMG).

Segundo Von Rosing et al. (2014) , o BPMN fornece um conjunto de categorias de notação para que tanto o leitor quanto o usuário possam facilmente reconhecer os tipos básicos de elementos e entender um diagrama de processo. Os símbolos de notação do BPMN podem ser visualizados detalhadamente em (VON ROSING et al., 2014).

A modelagem de processos é amplamente utilizada dentro das organizações como um método para aumentar a conscientização e o conhecimento dos processos de negócios e para desconstruir a complexidade organizacional. Os modelos de processo descrevem como as empresas conduzem suas operações, incluindo representações gráficas das atividades e o controle da lógica do fluxo do processo de negócios (RECKER, 2010). Para complementar, Von Rosing et al. (2014) afirmam que esse padrão internacional representa a amalgamação das melhores práticas dentro da comunidade de modelagem de negócios para definir a notação e a semântica de diagramas de processo. A partir de então o BPMN é capaz de fornecer um meio simples de comunicar informações de processos a outros usuários de negócios, implementadores de processos, clientes e fornecedores.

Como reforçado por Chinosi e Trombetta (2012), o objetivo principal do BPMN é fornecer uma notação que seja facilmente compreensível por usuários de negócios, que vão desde os analistas que esboçam os rascunhos iniciais dos processos até os técnicos responsáveis por implementá-los, e, finalmente, a equipe de negócios que implanta e monitora tais processos. De forma geral, o BPMN é uma notação que permite uma visão integrada dos processos atuais e futuros (DUBANI et al., 2010).

Segundo Gerber et al. (2014), o uso de linguagens de processo na forma de gráficos permite ao usuário uma boa interpretação visual do que está acontecendo. Os autores afirmam que muitos usuários consideram mais simples programar graficamente do que textualmente e, por isso, eles concluem que a possibilidade de ter uma linguagem gráfica comum é muito interessante.

Conforme Von Rosing et al. (2014), a modelagem de processos de negócios é utilizada para comunicar uma ampla variedade de configurações de processo para uma ampla variedade de público-alvo, por isso o BPMN foi projetado para cobrir muitos tipos de modelagem e permitir a criação de processos de negócios de ponta a ponta.

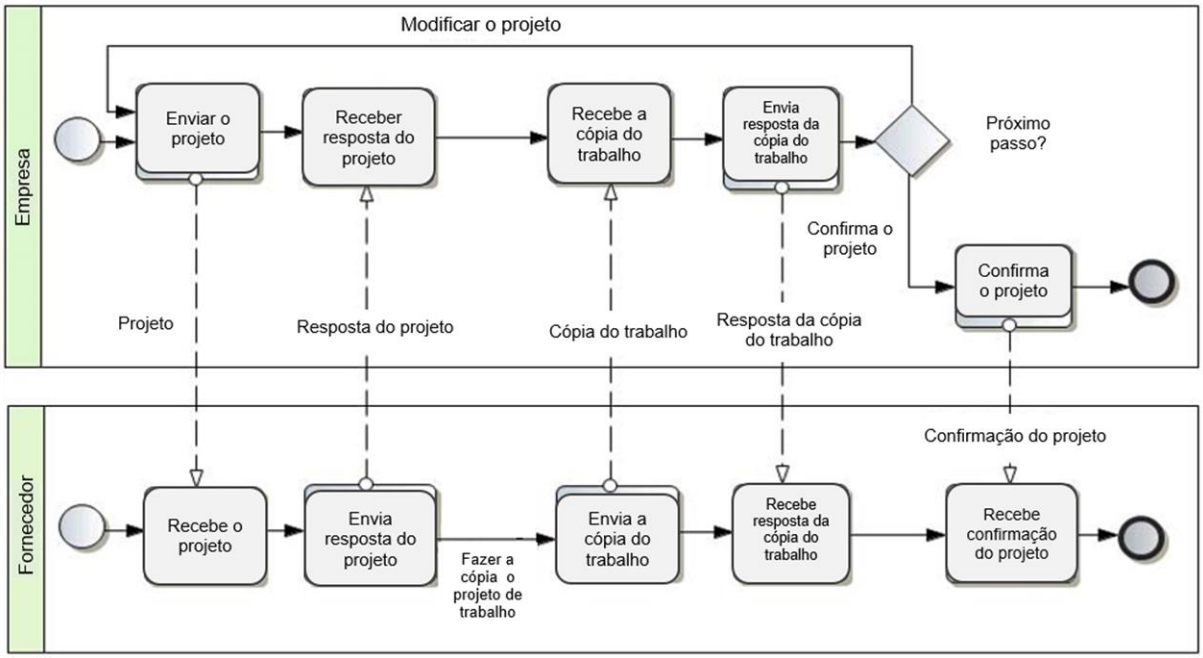
Em Dubani et al. (2010) os autores realizaram um estudo de caso para analisar as interações existentes entre uma empresa e seu fornecedor. Neste estudo, os autores decidiram utilizar o BPMN pelos seguintes motivos:

- O BPMN é facilmente legível e compreensível para todos os usuários que forem projetar, implementar e monitorar os processos de negócios;

- O BPMN permite criar um Diagrama de Processos de Negócios que representa as atividades do processo de negócios e os controles de fluxo que definem a ordem em que são executados.

A Figura 2 apresenta na forma de diagrama a relação existente entre a empresa e o fornecedor. Segundo descrição de Dubani et al. (2010), o processo começa quando o fornecedor recebe uma ordem de produto solicitada pela empresa. O fornecedor então envia uma mensagem de confirmação para a empresa. Após a resposta de que a empresa realmente recebeu esta confirmação, o fornecedor prossegue para a próxima etapa. Como a empresa precisa verificar se essa etapa ocorreu, o fornecedor envia uma mensagem informando que a etapa foi executada. Depois que a empresa recebe esta última verificação, o fornecedor começa a construir o produto.

Figura 2 - Mapeamento de processo no padrão BPMN



Fonte: Adaptado de Dubani et al. (2010)

Em um estudo realizado por García-Domínguez et al. (2012), os autores buscaram provar a diferença entre a utilização do BPMN e o VSM (do inglês - *Value Stream Mapping*), uma vez o VSM é uma ferramenta que também objetiva o mapeamento de atividades visando identificar desperdícios e não agregação de valor, proporcionado a identificação de melhorias e otimização dos processos. Conclusões desse estudo provaram que o VSM é uma notação muito mais simples do que o BPMN e fornece apenas uma imagem de alto nível do processo, concentrando-se nos fluxos

de material e informação em vez da sequência exata das operações. Por esta razão, segundo os autores, o VSM pode ser utilizado para complementar o BPMN.

Importante pontuar uma afirmação de Miller (2012), onde os melhores modelos operacionais não têm valor nenhum a menos que a gerência use estas informações para tomada de decisão, melhoria de processos, precificação, orçamentação, planejamento e execução do negócio. Uma forma de os gestores utilizarem essas informações e acompanharem a evolução dos processos e atividades, se faz a partir do desenvolvimento e acompanhamento de indicadores de performance.

2.3 KPI *(Key Performance Indicator)*

Segundo Cabeza et al. (2015), um indicador de desempenho chave é definido como uma medida de desempenho que avalia o sucesso de uma determinada atividade, podendo ser desde o atingimento de uma meta operacional quanto o sucesso com relação às metas estratégicas. Nas organizações, os KPIs são considerados essenciais para o planejamento e controle através da consolidação de informações e, dessa forma apoiando a tomada de decisão (MEIER et al., 2013). Segundo Corbett (1998), estes indicadores estratégicos podem ser classificados em cinco categorias: custo, qualidade, flexibilidade, inventário e *lead time*.

É importante salientar a afirmação de Cortes et al. (2016), pois focalizar apenas em indicadores não garante melhoras significativas de desemprenho. E ainda, um indicador analisado isoladamente não é suficiente para avaliar o desempenho de um sistema como um todo. Segundo, Tsai e Cheng (2012) os KPIs devem ser criados de acordo com os objetivos da organização. Estes indicadores não suportam apenas na identificação de atividades que precisam ser melhoradas, mas também fornecem orientação, dados e condições reais para a tomada de decisão.

Segundo Lambert e Pohlen (2001), alguns fatores contribuem para justificar a adoção de indicadores na cadeia de suprimentos, são eles:

- A falta de medidas que capturam desempenho em toda a cadeia de suprimentos;
- A necessidade de ir além de métricas internas e ter uma perspectiva da cadeia de suprimentos;
- A necessidade de determinar a inter-relação entre o desempenho da empresa e da cadeia de suprimentos;

- A complexidade do gerenciamento da cadeia de suprimentos;
- A necessidade de alinhar atividades e compartilhar informações de medição de desempenho para implementar uma estratégia que atinja os objetivos da cadeia de suprimentos;
- A necessidade de expandir a linha de visão dentro da cadeia de suprimentos;
- A necessidade de atribuir benefícios e encargos resultantes de mudanças funcionais na cadeia de suprimentos;
- A necessidade de diferenciar a cadeia de suprimentos para obter uma vantagem competitiva; e
- A necessidade de incentivar o comportamento cooperativo entre as funções corporativas e as empresas da cadeia de suprimentos.

De acordo com Jaska et al. (2010) indicadores são responsáveis por conectar as melhorias na cadeia de suprimentos com as medidas de desempenho globais da empresa. Alguns dos indicadores relevantes ao desempenho operacional e da empresa são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores de desempenho da cadeia de suprimentos

Utilização de recursos	**Medidas de saída**
Retorno sobre o investimento	Responsividade do cliente
Utilização do equipamento	Quantidade de produto final produzido
Consumo / custo de energia	Tempo de produção por unidade
Custo total dos recursos utilizados	Satisfação do cliente
Custos de distribuição (transporte e manuseio)	Receitas (crescimento da receita)
Fabricação (trabalho, manutenção e retrabalho)	Rentabilidade (lucro líquido)
Inventário:	Entregas dentro do prazo / Entregas fora do prazo
- Valor de investimento do inventário	Entregas incorretas
- Obsolescência ou deterioração	Disponibilidade do estoque
- *Work-in-process* (produto em processo)	Tempo de resposta ao cliente (tempo entre uma ordem e a entrega)
- Estoque de produto acabado	Tempo de fabricação
	Reclamações dos clientes

Fonte: Adaptado de Jaska et al., (2010)

As medidas de desempenho são vitais para a gestão e exploração de organizações através de mercados globais incertos e competitivos. Os KPIs orientam as organizações a acompanhar o crescimento em relação a sua estratégia, a descobrir áreas de melhoria e a prosseguir como um bom ponto de referência contra concorrentes ou líderes da indústria. As informações sugeridas pelas medidas de desempenho permitem que os gerentes tomem as decisões certas nos momentos certos (GUNASEKARAN et al., 2004). Vale ressaltar que existem decisões a serem tomadas que precisam considerar diversos critérios, e cada um com diferentes níveis

de importância. Nesse sentido, a análise de multi-critério pode ser utilizada como uma ferramenta para auxiliar o processo de tomada de decisão.

2.4 ANÁLISE DE MULTI-CRITÉRIO

Conforme definição apresentada por Vinod e Kumar (2015), as abordagens de decisão de multi-critérios (MCDM, do inglês – *Multi-criteria Decision Making*) são métodos formais para estruturar problemas de decisão com múltiplos critérios ou objetivos conflitantes. De forma semelhante, Briozo e Musetti (2015) afirmam que métodos multicritérios de tomada de decisão surgiram como métodos de apoio que são vistos como ferramentas matemáticas, eficazes para resolução de problemas em que existem critérios conflitantes a serem avaliados.

Segundo Manoj et al. (2016) inúmeras abordagens multicritério de tomada de decisão têm sido sugeridas na literatura, e essas abordagens podem ser classificadas como individuais e integradas. Como exemplo de abordagens individuais os autores citam: análise envoltória de dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*), programação matemática, processo de análise hierárquica (AHP - *Analytic Hierarchy Process*), processo de rede analítica (ANP - *Analytic Network Process*), redes neurais, modelagem de equações estruturais, teoria da utilidade de multi-atributo (MAUT - *Multi-attribute Utility Theory*), análise dimensional (DA - *Dimensional Analysis*), tomada de decisão *fuzzy*, algoritmos genéticos, técnica de classificação de múltiplos atributos (SMART – *Simple Multi-Attribute Rating Technique*). As abordagens integradas usam mais de uma técnica em conjunto, como por exemplo, AHP e DEA.

Os métodos do MCDM têm sido amplamente utilizados em muitos campos de pesquisa (VINOD; KUMAR, 2015). Conforme mencionado por Omkarprasad e Manoj (2013), as cadeias de suprimentos têm sido avaliadas com base nos custos operacionais, mas esse critério nem sempre é suficiente para a tomada de decisão e, portanto, há necessidade de uma avaliação multicritério. Nesse sentido, Manoj et al. (2016) reforça que o processo de seleção de fornecedores é uma decisão muito importante, uma vez que a organização deverá trabalhar sistematicamente com aquele fornecedor selecionado. Dentro desse contexto, Vinod e Kumar (2015) afirmam que o método da AHP é amplamente utilizado para resolver problemas de seleção de fornecedores, pois mantém efetivamente os dados qualitativos e quantitativos para a tomada de decisão.

Os autores Vinod e Kumar (2015) acreditam que um procedimento ou método sistemático e eficaz para seleção de fornecedores é muito importante, pois esse processo desempenha um papel fundamental nas organizações uma vez que o custo da matéria-prima constitui a principal componente do custo do produto final. Os autores ainda apresentam um dado onde um fabricante típico gasta 60% de suas vendas totais em itens comprados (matérias-primas, peças, componentes de subconjuntos, etc), sendo que em indústrias automotivas esses custos podem ser mais de 50% da receita total. Diante desse contexto, o ambiente altamente competitivo está forçando ainda mais as organizações de manufatura a estabelecer uma colaboração efetiva de longo prazo com fornecedores eficientes, e por isso um processo eficaz de seleção de fornecedores é muito importante para o sucesso de qualquer organização (VINOD; KUMAR, 2016).

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Nesse capítulo são apresentados a abordagem metodológica empregada no estudo, bem como o detalhamento dos procedimentos adotados a fim de atingir os objetivos propostos.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Segundo definições presentes no trabalho de Silva e Menezes (2001), no que diz respeito ao procedimento metodológico adotado, esta pesquisa enquadra-se como pesquisa aplicada, tanto quantitativa quanto qualitativa, exploratória, descritiva e bibliográfica.

Sob o ponto de vista de sua natureza, classifica-se como pesquisa aplicada pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática à solução de problemas específicos. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, a presente pesquisa pode ser quantitativa uma vez que contou com a utilização de métodos da AHP (*Analytic Hierarchy Process).* E qualitativa tendo como referência a utilização de simulações de processos de negócio baseadas muitas vezes em experiência e relatos de pessoas envolvidas nas atividades.

Quanto ao objetivo do estudo, é considerada exploratória pois visa proporcionar ao pesquisador uma maior familiaridade com o problema a ser estudado, e pode-se classificá-la também como sendo descritiva visto as características do portfólio bibliográfico descritas por (DA SILVA; BORSATO, 2017). E quanto ao procedimento adotado, como esta pesquisa implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca em materiais já publicados, enquadra-se como bibliográfica.

3.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS

Nessa seção são apresentadas as ferramentas utilizadas para a criação do método.

3.2.1 SOFTWARE DE MODELAGEM

O Bizagi Modeler é um aplicativo de modelagem e documentação de processos de negócios, que permite ao pesquisador visualizar, modelar e documentar

visualmente os processos de negócios no padrão BPMN (BIZAGI). Outra importante funcionalidade desse *software* é a possibilidade de simular processos de negócio, tornando viável o acompanhamento de processos e atividades funcionando na prática.

O processo de simulação é de grande importância e valia às empresas uma vez que ele permite testar novos cenários, projetos e melhorias antes de implementá-los. Conforme descrito por Stefania et al. (2016) a simulação permite aos pesquisadores executarem e projetarem experimentos empíricos que seriam difíceis ou demandariam grandes investimentos financeiros se fossem realizados com pessoas ou sistemas reais. E ainda, a simulação é particularmente útil quando o sistema em análise é complexo e caracterizado por inúmeras interações (STEFANIA et al., 2016). De forma sucinta, a simulação oferece vantagens de custo-benefício, economia de tempo, simplicidade, abertura para abordagens intuitivas e o potencial de variabilidade na modelagem (PIDD, 2002).

3.2.2 AHP (*Analytic Hierarchy Process)*

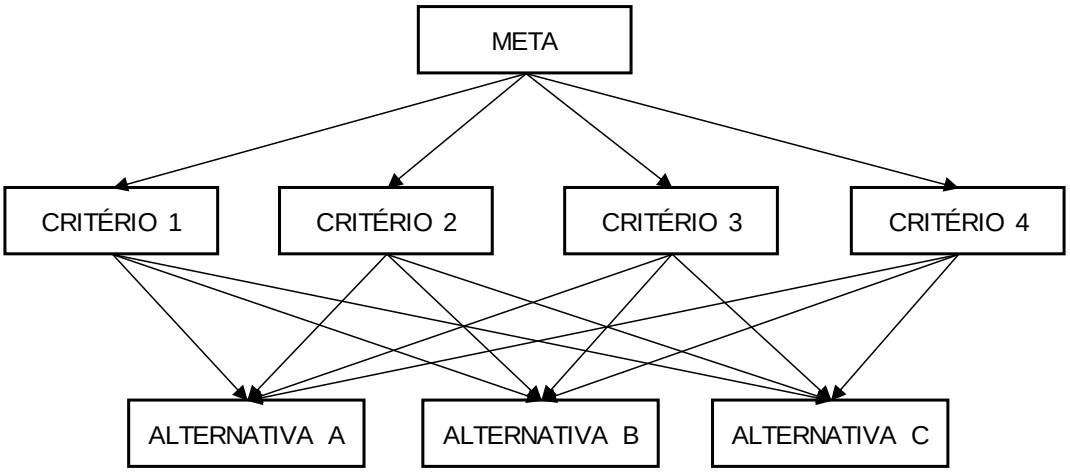
O AHP foi desenvolvido por Thomas L. Saaty para determinar problemas relacionados à tomada de decisão multicritério (OPASANON; LERTSANTI, 2013). Conforme Saaty e Vargas (2012) essa teoria encontrou suas mais amplas aplicações na tomada de decisão multicritério, no planejamento e alocação de recursos, e na resolução de conflitos. Em Giustina et al. (2017), os autores consideram que a abordagem AHP fornece uma solução estruturada e relativamente simples para problemas complexos de tomada de decisão. Nesse processo, o tomador de decisão realiza julgamentos de comparação simples em pares que são usados para desenvolver prioridades gerais para classificar as alternativas (SAATY; VARGAS, 2012).

Considerando essas teorias apresentadas pelos autores, nessa pesquisa optou-se pela utilização da AHP no processo de escolha de fornecedor uma vez que esse processo demanda análise de diversos critérios com diferentes níveis de importância entre si. Importante também mencionar que os fornecedores representam um papel importante na cadeia de suprimentos e consequentemente no sucesso das empresas.

A forma mais simples usada para estruturar um problema de decisão é uma hierarquia composta por três níveis: primeiramente definir o objetivo geral da decisão,

seguido pela definição dos critérios a serem avaliados, e então a avaliação das alternativas (SAATY; VARGAS, 2012). Essa organização das informações seria o primeiro passo para se aplicar a AHP. Na Figura 3 é ilustrada de forma simplificada a estrutura do AHP.

Figura 3 - Hierarquia de 3 níveis



Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012)

O próximo passo é a construção da matriz de comparação par a par que, por sua vez, é realizada de acordo com os pesos definidos em uma escala de julgamento proposta por (SAATY; VARGAS, 2012). E ainda, essa escala utilizada para fazer a comparação, consiste em julgamentos verbais e julgamentos numéricos correspondentes. A Tabela 2 apresenta a escala fundamental proposta por (SAATY; VARGAS, 2012).

Tabela 2 - Escala fundamental

Intensidade de importância	**Definição**	**Explicação**
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem levemente uma atividade em detrimento de outra
5	Importância forte	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em detrimento de outra
7	Importância muito forte	Uma atividade é favorecida muito fortemente em detrimento de outra (demonstrado na prática)
9	Importância extrema	A evidência que favorece uma atividade em detrimento de outra é da mais alta ordem possível de afirmação
2 / 4 / 6 / 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012)

A partir da análise e considerações entre os pares de alternativas, a matriz **A** é obtida representando as intensidades de preferência entre os elementos avaliados. Como reforçado por Oliveira (2013), os julgamentos realizados nessa matriz de comparação (**A**) devem apresentar consistência, caso contrário o método não representará a realidade, uma vez que o auto-vetor **W**, será proveniente de uma matriz inconsistente. Sendo assim, existe uma forma de determinar índices que avaliem a consistência dos julgamentos, permitindo ao usuário, caso encontre valores não consistentes para **W**, realizar uma revisão dos julgamentos (OLIVEIRA, 2013).

De forma simplificada, Oliveira (2013) demonstra quatro passos para realizar a estimativa de consistência da matriz **W**, conforme descrito a seguir. Vale ressaltar que essa descrição será demonstrada posteriormente na seção 3.3.3.4.

i) Multiplicação da matriz **A** pelo autovetor **W** resultando no vetor **W'**;
ii) Divisão da primeira componente de **W'** pela primeira componente de **W**, divisão da segunda componente de **W'** pela segunda componente de **W** e assim sucessivamente até se obter um terceiro vetor coluna, cuja soma deve ser dividida pelo número de componentes comparados (**n**). O valor resultante é chamado de autovetor máximo ***λ*;**
iii) Cálculo do índice de consistência *(***IC***)* através da divisão da diferença de **λ** e **n** pela diferença de **n** e 1;
iv) Cálculo da razão de consistência (**RC**) através da divisão do **IC** por um valor denominado de índice randômico (**IR**), valor esse tabelado para matrizes de até 15 elementos, conforme consta na Tabela 3.

Tabela 3 - Índice randômico

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Adaptado de Srikanta e Kumar (2013)

A partir desses cálculos é possível encontrar o RC que determinará o nível de consistência da matriz de comparação. Saaty (1990), considera que, se o valor de **RC** for inferior a 0,10, a matriz de comparação correspondente tem níveis aceitáveis de consistência, caso contrário, deve-se rever os julgamentos adotados na matriz de comparação a fim de aumentar a razão de consistência. Importante reforçar a informação de Magalhães (2011), pois matrizes de diferentes tamanhos têm diferentes valores aceitáveis à razão de consistência. Como por exemplo, o valor de 0,10 é

adequado para matrizes de cinco elementos ou mais, enquanto que em casos de comparações par a par de matrizes de quatro elementos, o RC não deve ser superior à 0,08, e para comparações de três elementos o RC deve ser inferior à 0,05.

Para concluir a AHP, uma análise conjunta dos auto-vetores obtidos em cada matriz de comparação deve ser realizada e, para isso, faz-se necessário preparar uma matriz com cada autovetor das matrizes do mesmo nível hierárquico. Essa matriz ao ser multiplicada pelo autovetor da matriz de comparação, determina um vetor de prioridades. Esse vetor por sua vez, é responsável por representar o grau de importância de cada elemento analisado (OLIVEIRA, 2013).

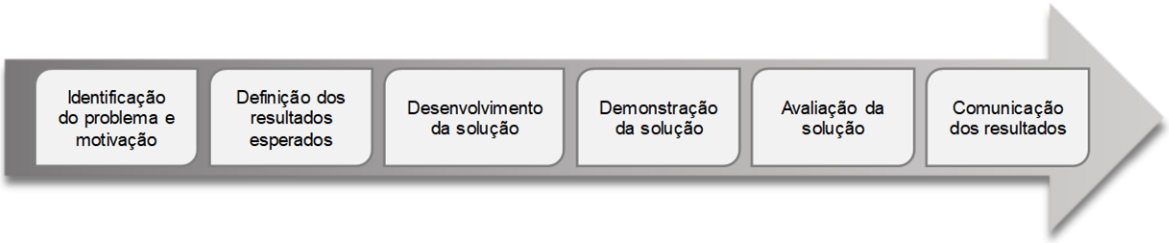
3.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A presente pesquisa utiliza como *framework* metodológico o *Design Science Research* (DSR), cuja missão principal, conforme apontado por Aken (2004), é desenvolver conhecimento para a concepção e desenvolvimento de artefatos. Von Alan et al. (2004) ressaltam que esses artefatos podem incluir construções, modelos, métodos e instâncias. Bayazit (2004) afirma que o DSR tem como objetivo estudar, pesquisar e investigar o problema e o seu comportamento, tanto de ponto de vista acadêmico quanto organizacional. Sendo assim, este framework pode ser considerado como uma forma de projetar artefatos objetivando a resolução de problemas, a avaliação do que já foi projetado ou que está em funcionamento e, por fim, informar os resultados encontrados (ÇAĞDAŞ; STUBKJÆR, 2011).

Segundo Von Alan et al. (2004) uma das principais características desta metodologia é que a pesquisa deve criar um artefato relevante para a solução de um problema de negócios até então não resolvido. Durante a avaliação do método, critérios como utilidade, qualidade e eficácia devem ser rigorosamente considerados. Na fase de desenvolvimento, o processo de busca visa pesquisar teorias e conhecimentos com o intuito de chegar a uma solução para o problema definido. Como última etapa, a pesquisa deve ser efetivamente comunicada a públicos apropriados (VON ALAN et al., 2004).

Peffers et al. (2007) apresentam as etapas do DSR como: (i) identificação do problema e motivação; (ii) definição dos resultados esperados; (iii) desenvolvimento da solução; (iv) demonstração da solução; (v) avaliação da solução; (vi) comunicação dos resultados (Figura 4).

Figura 4 - Etapas da metodologia DSR



Fonte: Adaptado de Peffers et al., (2007)

As seções seguintes apresentam de forma detalhada a execução de cada uma das etapas da metodologia do DSR.

3.3.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E MOTIVAÇÃO

Inicialmente, a etapa referente à identificação do problema foi fundamentada em estudo sobre o estado da arte com relação à harmonização de indicadores. Neste estudo, a partir de buscas sobre o tema e uma revisão da literatura (análise bibliométrica e sistêmica), foi possível identificar lacunas existentes no que diz respeito à integração entre diferentes domínios dentro das organizações. Diante desta constatação, tornou-se evidente a necessidade da busca por uma solução que permita harmonizar indicadores de performance de diferentes áreas/processos.

Além da constatação da relevância do tema no meio acadêmico, foi possível confirmar a importância desse tema também dentro de uma organização. A partir da experiência e vivência no dia-a-dia dessa empresa do setor automotivo, foi constatada a dificuldade para manter harmônicos os indicadores entre duas áreas, Compras e Logística. Era evidente que enquanto determinados indicadores de Compras tinham níveis aceitáveis de atingimento, a Logística encontrava-se com os indicadores fora dos limites aceitáveis pela organização.

3.3.2 DEFINIÇÃO DOS RESULTADOS ESPERADOS

Quanto aos resultados esperados, a partir da identificação da oportunidade de pesquisa, concluiu-se que um possível artefato para solucionar tal problema, seria a criação de um método que viabilizasse a harmonização de indicadores de performance.

O artefato proposto nesse projeto de pesquisa, permitirá que indicadores sejam analisados de forma conjunta, ou seja, os atingimentos não serão monitorados de forma isolada. Será possível identificar como indicadores de diferentes áreas podem impactar uns aos outros, e dessa forma os gestores poderão agir de forma mais assertiva atuando em processos/atividades que realmente afetem indicadores críticos da organização.

3.3.3 DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO

Para a criação do método, primeiramente se fez necessário estabelecer um contexto de aplicação e, então, delimitar as áreas cujos indicadores de performance fossem conflitantes. Conforme mencionado na seção 3.3.1, foi definido que as áreas a serem utilizadas como estudo de caso nessa pesquisa, seriam Compras e Logística.

3.3.3.1 MODELAGEM DOS PROCESSOS DE NEGÓCIO

Os processos de negócio de ambas as áreas foram modelados de acordo com o padrão BPMN, utilizando-se o Bizagi como *software* de modelagem.

Para iniciar a modelagem dos processos, fez-se necessário realizar um levatamento dos principais processos envolvidos, e também identificar os principais indicadores de cada área, em quais processos e/ou atividades eles estavam inseridos e de que forma se relacionavam. Importante reforçar que apenas os processos e atividades mais relavantes, ou seja, aqueles diretamente relacionados aos indicadores conflitantes, foram modelados. Ou seja, nem todas as atividades e indicadores das áreas estão presentes na modelagem. Vale ressaltar também que, em alguns casos, foi necessário realizar simplicações nos processos e atividades e, dessa forma, nem todas as circunstâncias e exceções estão presentes no mapeamento.

A partir da modelagem dos processos de negócio e determinação dos principais indicadores envolvidos, foi possível observar que os processos das áreas não ocorriam simultaneamente, mas sim consecutivamente. Ou seja, os processos de Compras ocorriam separadamente dos processos de Logística. Mais especificamente, assim que o processo de Compras era concluído, iniciavam-se os processos de Logística. Nas seções seguintes serão apresentadas as modelagens dos processos em cada uma das áreas analisadas na pesquisa.

3.3.3.2 MODELAGEM DOS PROCESSOS DE COMPRAS

Nessa seção será apresentado como foi realizada a modelagem dos processos na área de Compras da empresa.

Antes de iniciar a modelagem dos processos, foi necessário definir exatamente quais processos da área de Compras seriam delimitados na pesquisa. Por experiência da autora, os processos de Logística que seriam analisados já estavam definidos, e nesse caso delimitou-se as análises na área de suprimento de materiais. Sendo assim, como no processo da Logística seriam considerados os processos relacionados à cadeia de suprimentos, o processo de Compras a ser estudado e modelado seria o processo de *sourcing*, ou seja, seleção de fornecedores.

É importante mencionar que os processos e atividades que fazem parte do departamento de Compras não são de total conhecimento da autora. E, conforme reforçado por Dumas et al. (2013), a fase de descobrir e conhecer os processos é definida como o ato de coletar informações sobre um processo existente e organizá-lo no estado em que se encontra, e a modelagem pode ser iniciada somente quando informações suficientes forem reunidas. Os autores sugerem algumas técnicas para coletar informações sobre os processos, são elas: descoberta baseada em evidências, em entrevistas e em *workshops*. Diante dessas opções e, conforme disponibilidade de recursos na empresa, optou-se por conhecer os processos através de entrevistas com especialistas e com a participação em *workshops* realizados por gestores da área.

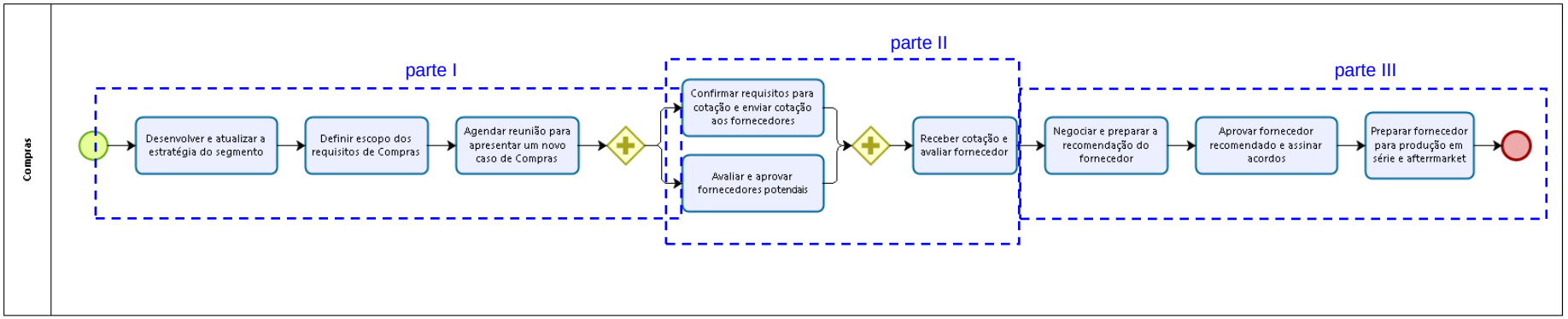
A descoberta baseada em entrevista refere-se ao método de entrevistar especialistas que detêm o conhecimento sobre como um processo é executado, levando em consideração que o conhecimento do processo está disseminado por especialistas de domínios diferentes (DUMAS et al., 2013). Dessa forma, as entrevistas foram realizadas com cinco compradores experientes na área, e todos com mais de 10 anos de experiência na empresa. Outro aspecto apontado por Dumas et al. (2013) é o fato de que os especialistas geralmente não estão familiarizados com as linguagens de modelagem de processos de negócios, dessa forma se fez necessário abstrair informações sobre como as atividades são executadas, a fim de construir modelos relevantes. Durante as entrevistas, criava-se um rascunho em

conjunto com o especialista e as correções já eram realizadas nesse mesmo momento a fim de garantir a integridade das informações.

O método de descoberta de processos através de *workshop* também oferece a oportunidade de obter um conjunto rico de informações sobre os processos de negócios e, em contraste com as entrevistas, ele não envolve apenas os especialistas da área a qual se deseja conhecer os processos, como também pessoas de diferentes áreas e domínios (DUMAS et al., 2013). Diversos *workshops* foram organizados pela área de Compras e, posteriormente, obteve-se acesso a todos os documentos utilizados nas apresentações. Dessa forma, foi possível aliar as informações coletadas nas entrevistas com as informações apresentadas e discutidas nos *workshops*.

E por fim, depois de consolidar todas as informações referente aos processos, atividades e indicadores da área, foram modelados os processos de negócio da área de Compras no padrão BPMN conforme Figura 5.

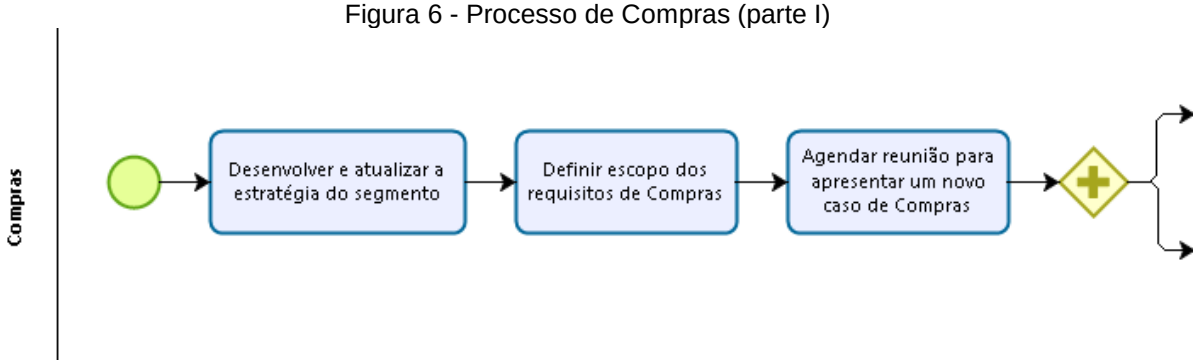
Figura 5 - Processo da área de Compras modelado em BPMN



Fonte: A própria autora

O processo de Compras se inicia no desenvolvimento e atualização da estratégia do negócio onde a organização de Compras, em nível global, define qual será a estratégia de Compras com relação àquele determinado segmento. Assim que a estratégia for definida, o comprador é responsável por determinar quais serão os requisitos de Compras, em seguida uma reunião é agendada com representantes de diferentes áreas para que um novo caso de Compras seja apresentado e os requisitos dessas áreas também sejam levados em consideração para o levantamento de fornecedores potenciais a serem cotados. Essas atividades, parte I, estão ilustradas na Figura 6.

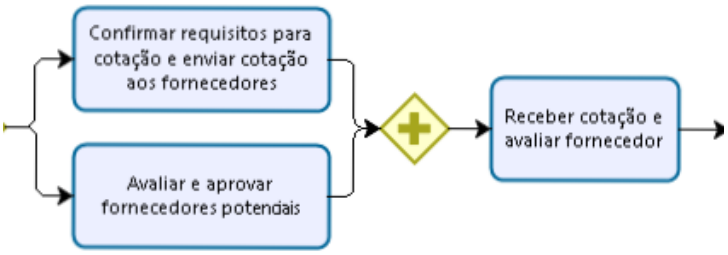
Figura 6 - Processo de Compras (parte I)



Fonte: A própria autora

Após essa reunião, o comprador confirma os requisitos e envia as cotações aos fornecedores, concomitantemente ocorrem também as avaliações e aprovações dos fornecedores potenciais. Ou seja, enquanto os fornecedores preparam as cotações, algumas avaliações podem ocorrer em paralelo como por exemplo, avaliações logísticas, de qualidade, entre outras. Assim que essas atividades são finalizadas, o comprador recebe as cotações e realiza uma avaliação dos fornecedores. Essas atividades, parte II, estão detalhadas na Figura 7.

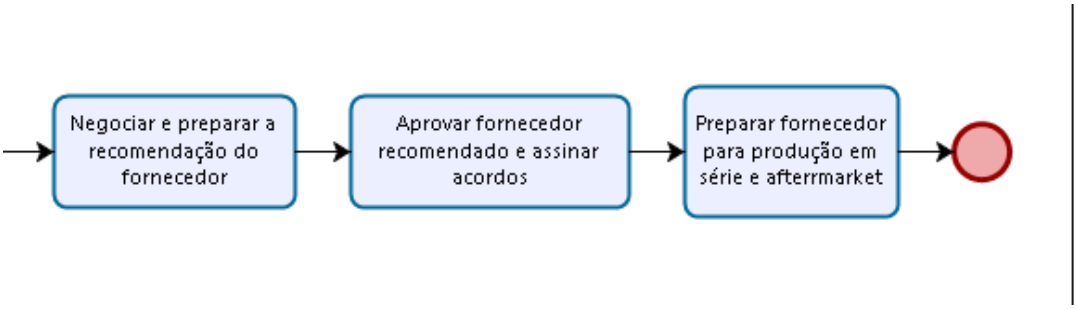
Figura 7 - Processo de Compras (parte II)



Fonte: A própria autora

Na etapa seguinte, o comprador negocia os valores recebidos nas cotações e consolida todas as informações que serão avaliadas e servirão como base para a decisão e escolha do fornecedor. Por fim, algum fornecedor será selecionado e os acordos/contratos são assinados, além de iniciar um processo de preparação para que o fornecedor inicie o fornecimento para produção em série e *aftermarket*. Na Figura 8 está ilustrada a parte III.

Figura 8 - Processo de Compras (parte III)



Fonte: A própria autora

A partir da modelagem dos processos da área de Compras foi possível constatar que no processo de escolha do fornecedor, critérios qualitativos e quantitativos são considerados, porém não existe uma ponderação desses critérios. A definição dos fornecedores é baseada em argumentos e análise subjetiva dos atingimentos de cada um, não existindo um resultado numérico para constatar e justificar de forma mais robusta determinada escolha.

Outro fator importante constatado a partir da modelagem dos processos, foi uma considerável importância dada ao fator “Custo Objetivo”. Segundo os entrevistados, é de suma importância ao final da decisão do fornecedor que esse

indicador seja alcançado. Ou seja, caso o custo objetivo seja R$ 10,00, o fornecedor selecionado precisa ter um preço igual ou inferior a R$ 10,00. Com base nessa constatação, entende-se que os outros critérios, tais como performance logística, localização, avaliação logística, passam a ter menos importância.

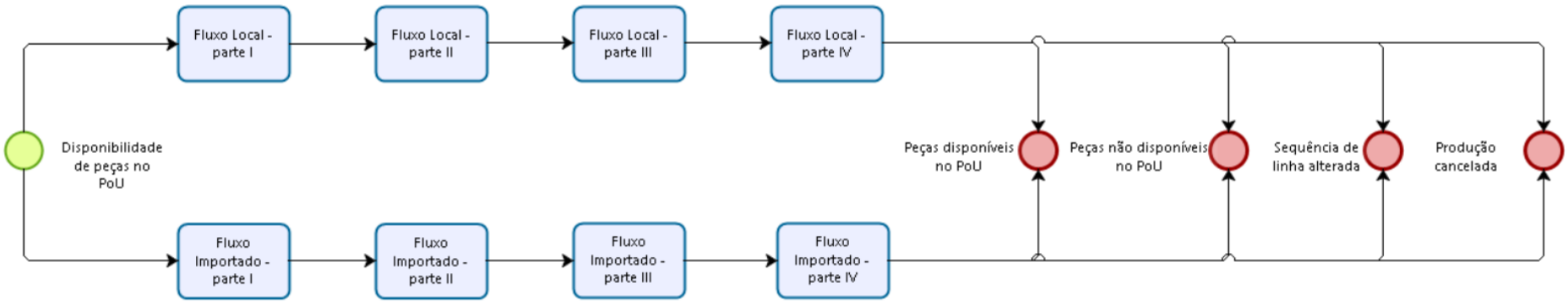
3.3.3.3 MODELAGEM DOS PROCESSOS DE LOGÍSTICA

A realização da modelagem dos processos de negócio da área de Logística ocorreu de forma mais simples, uma vez que a autora tem experiência e vivência na área. De qualquer forma, todos os processos e informações contidos na modelagem foram validados por *experts* da área, não contando apenas com a percepção da autora.

Conforme informado na seção 3.3.3.2, dentro da área de Logística decidiu-se modelar os processos relacionados ao departamento de suprimento de materiais, uma vez que as atividades realizadas por esse departamento dependem de forma significativa das atividades relacionadas à seleção de fornecedores, realizadas pela área de Compras.

Pela característica da área, as atividades foram segregadas considerando os fluxos existentes para os materiais: origem importado para materiais cujos fornecedores estão situados fora do Brasil, e origem local aos materiais de fornecedores nacionais. Para nomear a atividade inicial e estabelecer de que forma demonstrar o início dos processos, foi considerado que o início das atividades desse departamento ocorre a partir da análise de cobertura das peças, ou seja, o funcionário de logística deve verificar se determinada peça tem cobertura de estoque suficiente até a chegada do próximo lote de peças. Esse evento inicial, foi denominado **Disponibilidade de peças no PoU (*Point of Use*)**. Da mesma forma que foi estabelecido o evento inicial, o evento final também foi definido, e nesse caso, já foram considerados como evento final os indicadores da área: (i) Peças disponíveis no PoU; (ii) Peças não disponíveis no PoU; (iii) Sequência de linha alterada; (iv) Produção cancelada. Na Figura 9 é apresentada uma visão geral do processo escolhido da área de suprimentos de materiais.

Figura 9 - Processo da área de Logística modelado em BPMN



Fonte: A própria autora

Diante de todos os processos mapeados e do fluxo das atividades definido, conforme as ferramentas e funcionalidades disponível no Bizagi, foi adotada também a inserção de parâmetros das atividades, tais como: porcentagem de ocorrência em cada ponto de bifurcação, tempo, custos e recursos. Importante esclarecer que para os processos de Compras essas funcionalidades não foram utilizadas uma vez que não seriam realizadas simulações nos processos dessa área.

As definições de porcentagens para cada *gateway* foram definidas junto ao Coordenador da área, além de alguns funcionários experientes em cada fluxo (local e importado). Vale ressaltar que a maioria das informações coletadas foram baseadas na experiência dos entrevistados pois, para muitas situações, não há registros e evidências históricas. As informações referentes às probabilidades de ocorrência de cada uma das atividades estão registradas na Tabela 4.

Tabela 4 - Probabilidade de ocorrer cada atividade

FLUXO LOCAL

Probabilidades		**Comentário**
Origem Local	-	Dependerá do fornecedor selecionado
Origem Importado	-	Dependerá do fornecedor selecionado
Entregas OK	-	Dependerá do fornecedor selecionado
Entregas NOK	-	Dependerá do fornecedor selecionado
Reprograma componente importado	60%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Erro fornecedor	20%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Bloqueio comercial	20%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Houve reprograma	35%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Não houve reprograma	65%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Negociação comercial não resolvida	50%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Negociação comercial resolvida	50%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Estoque cobre próxima entrega	70%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Estoque não cobre próxima entrega	30%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Fornecedor tem peças disponíveis	50%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Fornecedor não tem peças disponíveis	50%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
CQ tem peça	5%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
CQ não tem peça	95%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
C3 tem peça	35%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
C3 não tem peça	65%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
É possível utilizar peça escrava/desvio	5%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Não é possível utilizar peça escrava/desvio	95%	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Peça pára a linha	84%	Planilha disponível
Peça não pára a linha	16%	Planilha disponível
Muitos veículos impactados	8%	Histórico de alterações de sequência
Poucos veículos impactados	92%	Histórico de alterações de sequência

FLUXO IMPORTADO

Probabilidades		Comentários
Origem Local	-	Dependerá do fornecedor selecionado
Origem Importado	-	Dependerá do fornecedor selecionado
Priorizar container	50%	"*Feeling*" funcionários do fluxo crítico
Não é possível priorizar container	50%	"*Feeling*" funcionários do fluxo crítico
Priorização OK	90%	"*Feeling*" funcionários do fluxo crítico
Priorização NOK	10%	"*Feeling*" funcionários do fluxo crítico
Atraso do fornecedor	-	Dependerá do fornecedor selecionado
Não é atraso do fornecedor	-	Dependerá do fornecedor selecionado
- Canal vermelho	15%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
- Problema Capacidade	70%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
- Problema KTN	5%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
- Problema DFDS	5%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
- Atraso navio	5%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
CQ tem peça	5%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
CQ não tem peça	95%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
C3 tem peça	10%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
C3 não tem peça	90%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Fornecedor local tem peças	2%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Fornecedor local não tem peças	98%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
É possível utilizar peça escrava/desvio	15%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Não é possível utilizar peça escrava/desvio	85%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Terminal tem peças	5%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Terminal não tem peças	95%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Fornecedor tem peças disponíveis	50%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Fornecedor não tem peças disponíveis	50%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
C1 tem peças	35%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
C1 não tem peças	65%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Aéreo retido	30%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Aéreo liberado	70%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Novo aéreo será necessário	30%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Novo aéreo não será necessário	70%	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Peça pára a linha	73%	Planilha disponível
Peça não pára a linha	27%	Planilha disponível
Muitos veículos impactados	8%	Histórico de alterações de sequência
Poucos veículos impactados	92%	Histórico de alterações de sequência

Fonte: A própria autora

A funcionalidade tempo do Bizagi não foi explorada uma vez que não há um monitoramento e registro dos tempos das atividades dessa área. Por delimitação da pesquisa, foi considerado que para todas as atividades seria considerado o mesmo tempo para execução, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Tempo das atividades

FLUXO LOCAL	
Tempo atividades (min)	
Confirmar entregas dos fornecedores de peças locais	1
Analisar motivo da entrega NOK	1
Analisar se realmente houve reprograma	1
Escalonar situação para Compras	1
Aprovar pagamento frete aéreo	1
Verificar cobertura do estoque das peças locais	1
Verificar disponibilidade do fornecedor local para entregar peça local faltante	1
Solicitar coleta extra	1
Acompanhar chegada das peças locais	1
Verificar disponibilidade da peça local no CQ	1
Verificar disponibilidade da peça local no C3	1
Verificar possibilidade de montar peça escrava/desvio no lugar da peça local faltante	1
Informar uso de peça escrava/desvio no lugar da peça local	1
Verificar criticidade da peça local	1
Informar produção sobre falta da peça local	1
Verificar quantidade de veículos impactados devido a falta da peça local	1
Solicitar alteração de sequência devido a falta da peça local	1
Comunicar necessidade de cancelamento da produção devido a falta da peça local	1

FLUXO IMPORTADO	
Tempo atividades (min)	
Analisar linhas negativas das peças importadas	1
Acompanhar desova dos containers	1
Analisar motivo da falta da peça importada	1
- Analisar causa raiz da falta da peça importada	1
- Canal vermelho	1
- Problema Capacidade	1
- Problema KTN	1
- Problema DFDS	1
- Atraso navio	1
Demeritar DP do fornecedor importado	1
Verificar disponibilidade da peça importada no CQ	1
Verificar disponibilidade da peça importada no C3	1
Verificar disponibilidade da peça importada com fornecedor local	1
Solicitar coleta extra	1
Acompanhar chegada das peças locais	1
Verificar possibilidade de montar peça escrava/desvio no lugar da peça importada faltante	1
Informar uso de peça escrava/desvio no lugar da peça importada faltante	1
Verificar se terminal na Europa tem peças disponíveis	1
Enviar AFA	1
Acompanhar status do aéreo	1
Analisar impacto do atraso do aéreo	1
Acompanhar chegada do aéreo	1
Verificar disponibilidade do fornecedor importado	1
Verificar C1	1
Verificar criticidade da peça importada	1
Informar produção sobre falta da peça importada	1
Verificar quantidade de veículos impactados devido a falta da peça importada	1
Solicitar alteração de sequência devido a falta da peça importada	1
Comunicar necessidade de cancelamento da produção devido a falta da peça importada	1

Fonte: A própria autora

Para mensuração do custo das atividades, no contexto do fluxo local, foram levados em conta os custos de eventuais fretes aéreos, considerando o mesmo valor do frete aéreo realizado no fluxo importado como será apresentado na sequência. Outros custos associados ao fluxo local foram os relacionados a coletas extras realizadas nos fornecedores. O custo relacionado à alteração de sequência de linha foi considerado como se a companhia deixasse de produzir aquele veículo e, por fim, o custo mais relevante associado ao fluxo é referente ao cancelamento de produção, onde a empresa fica com toda a capacidade instala ociosa. De forma semelhante, os mesmos custos foram considerados para as atividades do fluxo importado. A única diferença foi o nome da atividade onde o frete aéreo é realizado, enquanto que no fluxo local denomina-se **aprovar pagamento de frete aéreo**, no importado é denominado **enviar AFA**. Na Tabela 6 são apresentados os custos das atividades para ambos os fluxos.

Tabela 6 - Relação do custo das atividades

FLUXO LOCAL

Custo atividades		**Comentários**
Confirmar entregas dos fornecedores de peças locais	-	-
Analisar motivo da entrega NOK	-	-
Analisar se realmente houve reprograma	-	-
Escalonar situação para Compras	-	-
Aprovar pagamento frete aéreo	USD 1.500,00	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Verificar cobertura do estoque das peças locais	-	-
Verificar disponibilidade do fornecedor local para entregar peça local faltante	-	-
Solicitar coleta extra	R$ 500,00	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Acompanhar chegada das peças locais	-	-
Verificar disponibilidade da peça local no CQ	-	-
Verificar disponibilidade da peça local no C3	-	-
Verificar possibilidade de montar peça escrava/desvio no lugar da peça local faltante	-	-
Informar uso de peça escrava/desvio no lugar da peça local	-	-
Verificar criticidade da peça local	-	-
Informar produção sobre falta da peça local	-	-
Verificar quantidade de veículos impactados devido a falta da peça local	-	-
Solicitar alteração de sequência devido a falta da peça local	R$ 28.000,00	Informação da Controladoria
Comunicar necessidade de cancelamento da produção devido a falta da peça local	R$ 1.000.000,00	Informação da Controladoria

FLUXO IMPORTADO

Custo atividades		Comentários
Analisar linhas negativas das peças importadas	-	-
Acompanhar desova dos containers	-	-
Analisar motivo da falta da peça importada	-	-
- Analisar causa raiz da falta da peça importada	-	-
- Canal vermelho	-	-
- Problema Capacidade	-	-
- Problema KTN	-	-
- Problema DFDS	-	-
- Atraso navio	-	-
Demeritar DP do fornecedor importado	-	-
Verificar disponibilidade da peça importada no CQ	-	-
Verificar disponibilidade da peça importada no C3	-	-
Verificar disponibilidade da peça importada com fornecedor local	-	-
Solicitar coleta extra	R$ 500,00	"*Feeling*" funcionários do fluxo local
Acompanhar chegada das peças locais	-	-
Verificar possibilidade de montar peça escrava/desvio no lugar da peça importada faltante	-	-
Informar uso de peça escrava/desvio no lugar da peça importada faltante	-	-
Verificar se terminal na Europa tem peças disponíveis	-	-
Enviar AFA	USD 1.500,00	"*Feeling*" funcionários do fluxo importado
Acompanhar status do aéreo	-	-
Analisar impacto do atraso do aéreo	-	-
Acompanhar chegada do aéreo	-	-
Verificar disponibilidade do fornecedor importado	-	-
Verificar C1	-	-
Verificar criticidade da peça importada	-	-
Informar produção sobre falta da peça importada	-	-
Verificar quantidade de veículos impactados devido a falta da peça importada	-	-
Solicitar alteração de sequência devido a falta da peça importada	R$ 28.000,00	Informação da Controladoria
Comunicar necessidade de cancelamento da produção devido a falta da peça importada	R$ 1.000.000,00	Informação da Controladoria

Fonte: A própria autora

Os últimos parâmetros utilizados foram aquele relacionado aos recursos alocados em cada atividade, e o custo de cada recurso. Na Tabela 7 são apresentados detalhadamente a quantidade e quais recursos estão alocados em cada uma das atividades, onde:

- FFL = Funcionário do fluxo local
- F1 = Funcionário 1
- F2 = Funcionário 2
- FFC = Funcionário do fluxo crítico
- FFI = Funcionário do fluxo importado

Tabela 7 - Relação dos recursos alocados

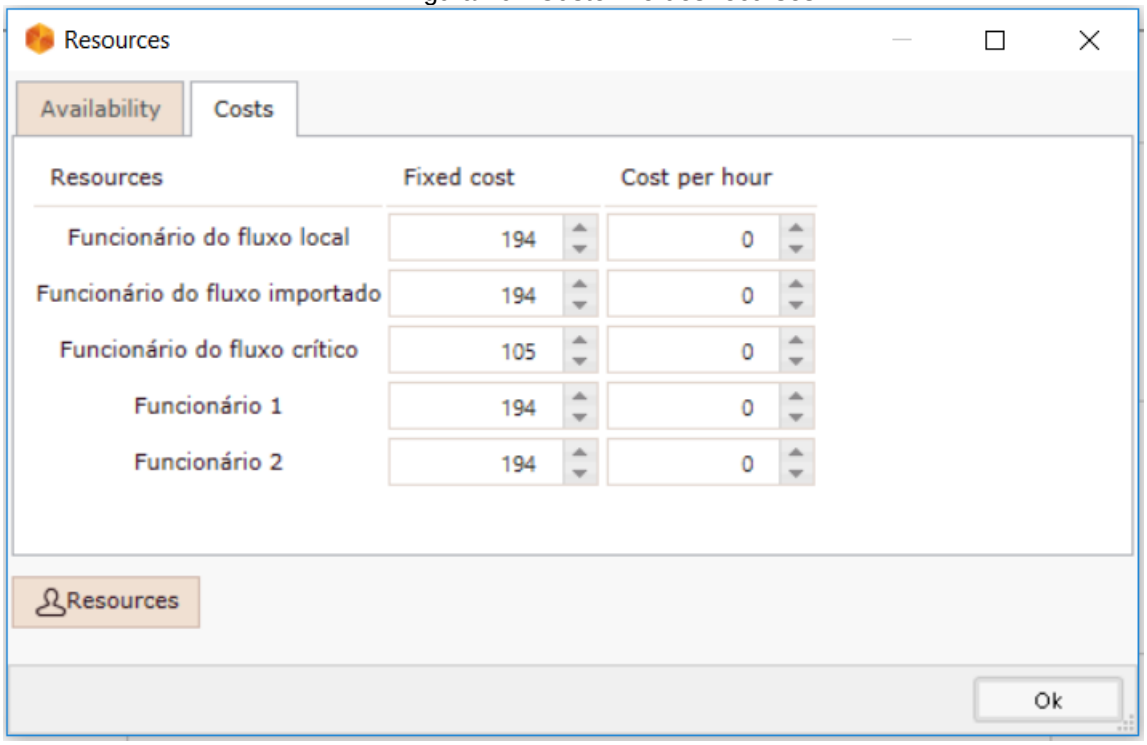
FLUXO LOCAL	
Recursos alocados	
Confirmar entregas dos fornecedores de peças locais	1 FFL
Analisar motivo da entrega NOK	1 FFL
Analisar se realmente houve reprograma	1 FFL + 1 F1
Escalonar situação para Compras	1 FFL + 1 F1 + 1 F2
Aprovar pagamento frete aéreo	1 F1 + 1 F2
Verificar cobertura do estoque das peças locais	1 FFL
Verificar disponibilidade do fornecedor local para entregar peça local faltante	1 FFL
Solicitar coleta extra	1 FFL
Acompanhar chegada das peças locais	1 FFL
Verificar disponibilidade da peça local no CQ	1 FFL
Verificar disponibilidade da peça local no C3	1 FFL
Verificar possibilidade de montar peça escrava/desvio no lugar da peça local faltante	1 FFL + 1 FFC
Informar uso de peça escrava/desvio no lugar da peça local	1 FFL + 1 FFC
Verificar criticidade da peça local	1 FFL + 1 FFC
Informar produção sobre falta da peça local	2 FFC
Verificar quantidade de veículos impactados devido a falta da peça local	1 FFL + 1 FFC
Solicitar alteração de sequência devido a falta da peça local	1 FFL
Comunicar necessidade de cancelamento da produção devido a falta da peça local	1 F1 + 1 F2

FLUXO IMPORTADO	
Recursos alocados	
Analisar linhas negativas das peças importadas	1 FFI
Acompanhar desova dos containers	1 FFI + 1 FFC
Analisar motivo da falta da peça importada	1 FFI
- Analisar causa raiz da falta da peça importada	1 FFI
- Canal vermelho	1 FFI
- Problema Capacidade	1 FFI
- Problema KTN	1 FFI
- Problema DFDS	1 FFI
- Atraso navio	1 FFI
Demeritar DP do fornecedor importado	1 FFI
Verificar disponibilidade da peça importada no CQ	1 FFI
Verificar disponibilidade da peça importada no C3	1 FFI
Verificar disponibilidade da peça importada com fornecedor local	1 FFI + 1 FFL
Solicitar coleta extra	1 FFL
Acompanhar chegada das peças locais	1 FFL
Verificar possibilidade de montar peça escrava/desvio no lugar da peça importada faltante	1 FFI + 1 FFC
Informar uso de peça escrava/desvio no lugar da peça importada faltante	1 FFI + 1 FFC
Verificar se terminal na Europa tem peças disponíveis	1 FFI
Enviar AFA	1 FFI
Acompanhar status do aéreo	1 FFI
Analisar impacto do atraso do aéreo	1 FFI
Acompanhar chegada do aéreo	1 FFI
Verificar disponibilidade do fornecedor importado	1 FFI
Verificar C1	1 FFI
Verificar criticidade da peça importada	1 FFI + 1 FFC
Informar produção sobre falta da peça importada	2 FFC
Verificar quantidade de veículos impactados devido a falta da peça importada	1 FFI + 1 FFC
Solicitar alteração de sequência devido a falta da peça importada	1 FFI
Comunicar necessidade de cancelamento da produção devido a falta da peça importada	1 F1 + 1 F2

Fonte: A própria autora

Através do *software* Bizagi, foi possível inserir os custos de cada um dos recursos disponíveis, conforme demonstrado na Figura 10.

Figura 10 - Custo fixo dos recursos

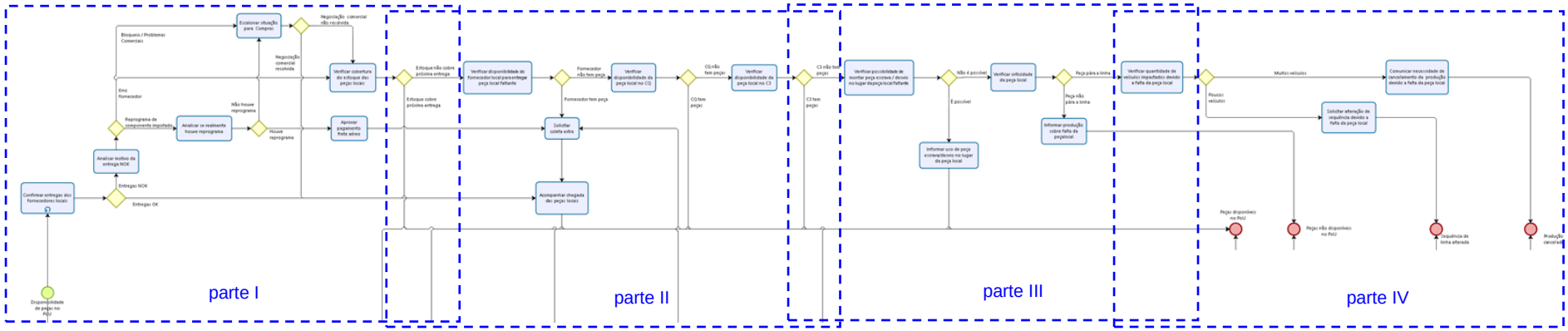


Fonte: A própria autora

Outra funcionalidade disponível no Bizagi que, no entanto, não foi utilizada nessa pesquisa, é a opção de inserir custos de equipamentos alocados nas atividades. Um exemplo seria uma situação em que, para realizar determinada atividade, faz-se necessário alugar uma máquina. Nessas situações, o equipamento é contabilizado como um recurso disponível.

Na Figura 11 os processos do fluxo local são apresentados, e em seguida as atividades são explicadas detalhadamente.

Figura 11 - Processo de Logística Local



Fonte: A própria autora

Conforme ilustração detalhada na Figura 12, no fluxo do material local, as atividades são iniciadas a partir da confirmação de entrega dos fornecedores. Caso as entregas tenham sido realizadas conforme o programa, o funcionário da Logística precisa apenas acompanhar a chegada desse material na fábrica. Em seguida, considera-se peças disponíveis no ponto de uso. Caso o fornecedor não tenha entregado corretamente, o funcionário do fluxo local precisa verificar o motivo da falta (bloqueio/problemas comerciais, erro fornecedor, reprograma de componente importado).

Caso o fornecedor não tenha realizado a entrega corretamente devido a bloqueios / problemas comerciais, o funcionário da Logística precisa escalonar o problema para o Departamento de Compras e solicitar suporte e ações para regularizar as entregas com o fornecedor o mais breve possível. Caso a negociação comercial seja resolvida, é preciso acompanhar a chegada das peças que serão entregues pelo fornecedor (Figura 13) e, dessa forma, o indicador **Peças disponíveis no PoU** é atingido. Mas se a negociação não for resolvida, é necessário verificar o tempo de cobertura do estoque físico disponível na empresa. Se a quantidade em estoque for suficiente para aguardar a chegada da próxima entrega do fornecedor, o funcionário do fluxo local precisa apenas acompanhar a próxima entrega a ser realizada pelo fornecedor. Entretanto, se o estoque não for suficiente, um lote extra será solicitado (Figura 13). Eventualmente se o fornecedor não tiver disponibilidade para o frete adicional, o funcionário do fluxo local deverá consultar a disponibilidade de peças no CQ (Controle de Qualidade) e no C3 (estoque de peças de reposição), conforme Figura 13.

Se com essas alternativas não for possível solucionar a falta da peça, é necessário verificar a possibilidade de utilizar um item semelhante no lugar. Sendo possível, basta informar à produção sobre essa alternativa. Mas se não for possível, é necessário confirmar a criticidade da peça, podendo passar o veículo na linha sem a peça em questão. Neste caso, é considerado um apontamento no indicador **Peças não disponíveis no PoU**, pois o veículo passará na linha, porém com aquele determinado item faltante (Figura 14 e Figura 15).

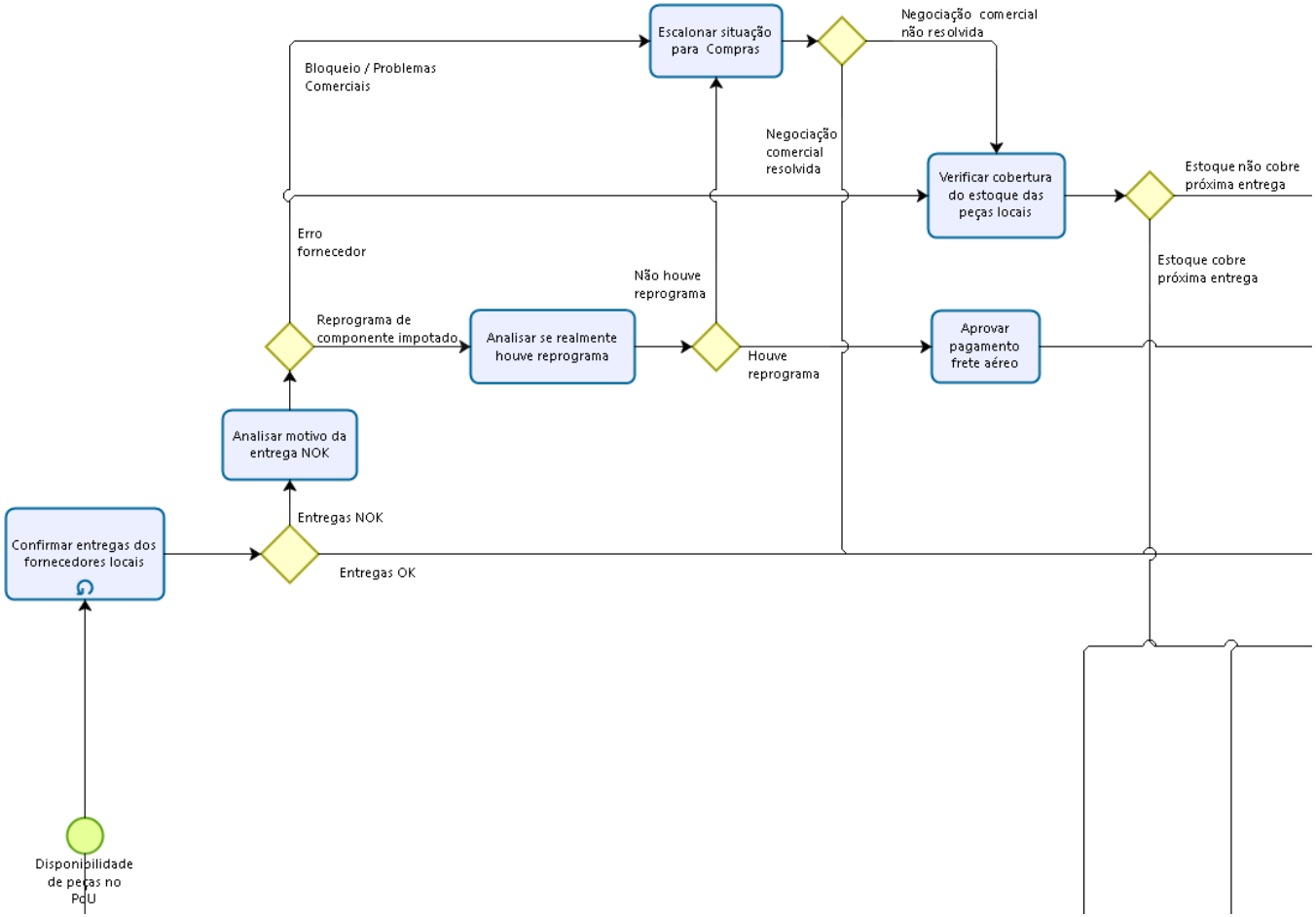
Se a peça for crítica, ou seja, peça parada de linha, faz-se necessário confirmar a quantidade de veículos impactados. Para poucos veículos, a alternativa é alterar a sequência de linha, e o indicador **Sequência de linha alterada** é apontado. Porém,

para os casos de muitos veículos impactados, a recomendação é parar a linha, afetando o indicador **Produção cancelada** (Figura 15).

O erro do fornecedor é um dos motivos para uma entrega não realizada, conforme Figura 12. Para essas situações, o funcionário do fluxo local segue as mesmas tratativas apresentadas anteriormente em situações em que as negociações comerciais não são resolvidas. Ou seja, buscar alternativas com o intuito de disponibilizar peças no ponto de uso sem impactar em alteração de sequência e/ou cancelamento de produção.

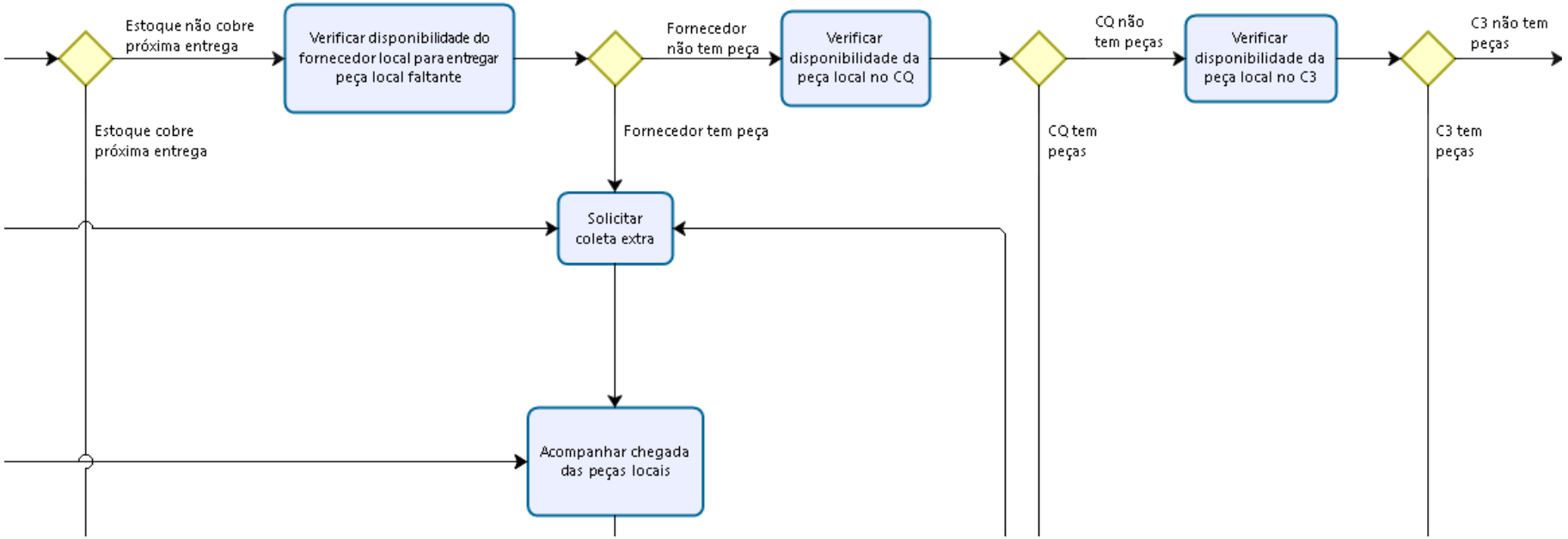
O terceiro motivo, reprograma de componente importado, ilustrado na Figura 12, envolve não apenas o funcionário do fluxo local como também mais dois funcionários da Logística. Nesses casos, é necessário verificar se realmente foi gerado um reprograma de material para o fornecedor. Em caso afirmativo, é autorizado que o fornecedor providencie um frete aéreo que posteriormente será cobrado da empresa em questão. Em caso negativo, ou seja, não houve reprograma, a situação é direcionada ao Departamento de Compras e o fluxo das tratativas será o mesmo descrito anteriormente.

Figura 12 - Processo de Logística Local (parte I)



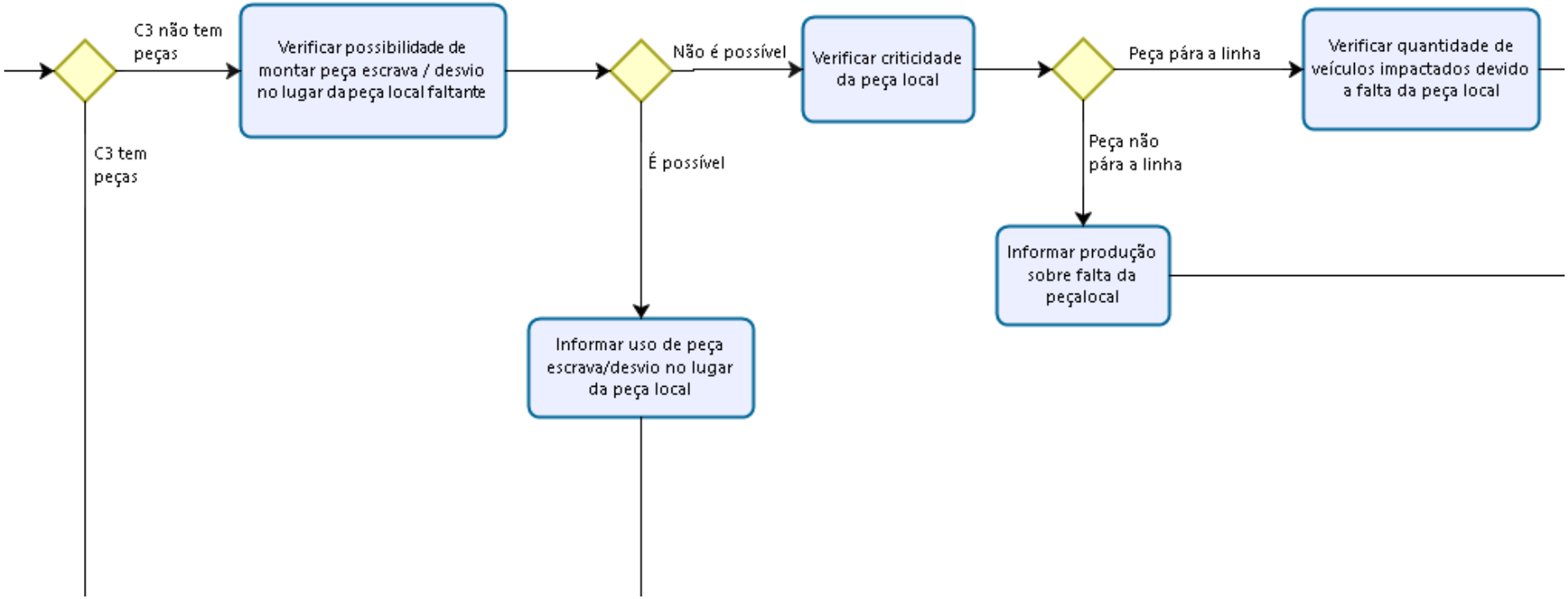
Fonte: A própria autora

Figura 13 - Processo de Logística Local (parte II)



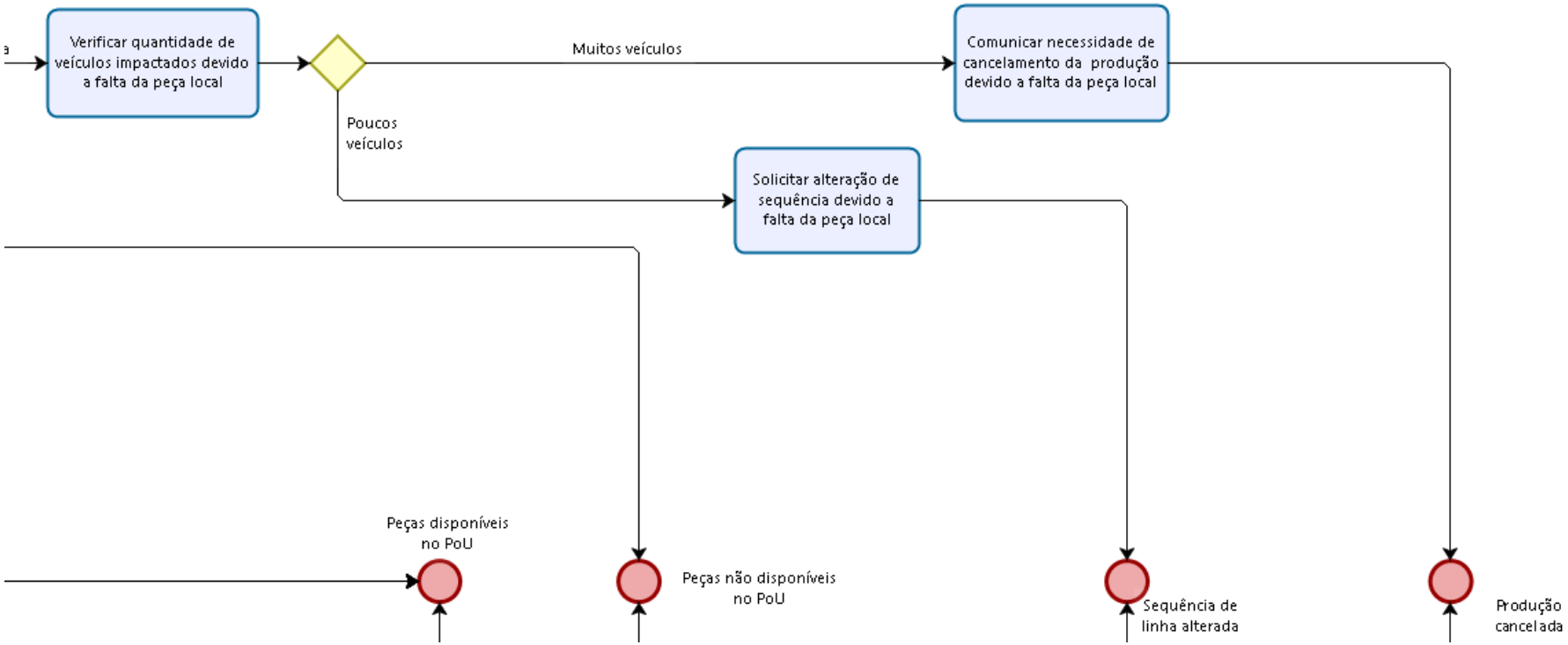
Fonte: A própria autora

Figura 14 - Processo de Logística Local (parte III)



Fonte: A própria autora

Figura 15 - Processo de Logística Local (parte IV)

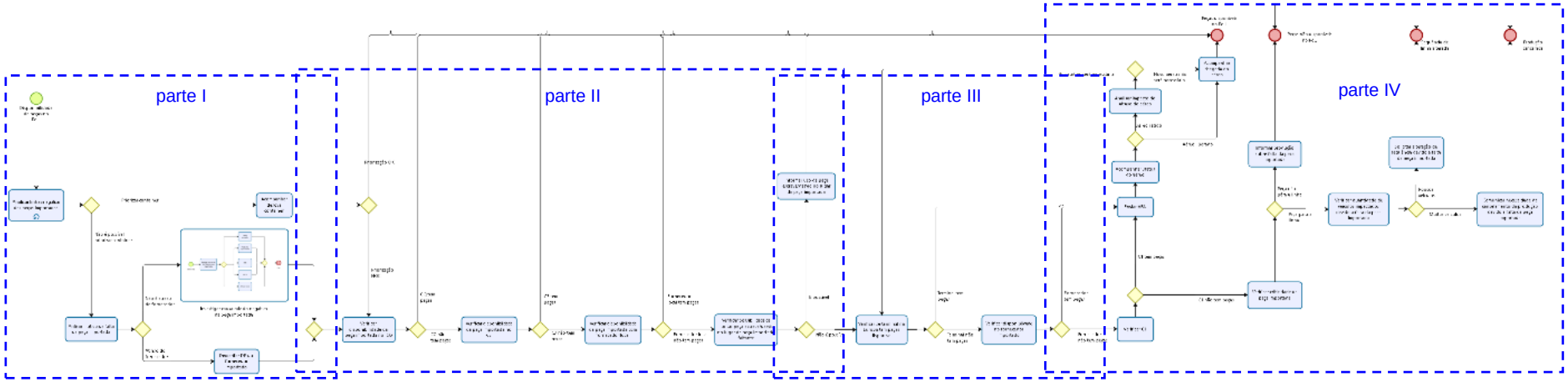


Fonte: A própria autora

De forma geral, o fluxo local tem um tempo de transporte médio de dois dias, o que torna o tempo de reação às situações de falta de peça significativamente mais rápido, comparado ao fluxo importado que será apresentado em seguida.

De forma semelhante aos processos de fluxo local, na Figura 16 os processos do fluxo importado são apresentados, e em seguida as atividades são explicadas detalhadamente.

Figura 16 - Processo de Logística Importado



Fonte: A própria autora

O fluxo de material importado, devido ao longo *lead time* dos fornecedores (aproximadamente 35 dias corridos), inicia as atividades a partir de uma verificação de itens que não têm estoque suficiente para a chegada do próximo lote de peças. A primeira tratativa é analisar a possibilidade de priorizar o container do embarque mais próximo, caso seja possível contar com essa priorização, é necessário acompanhar a desova do container para garantir peças disponíveis no ponto de uso. Caso não seja possível priorizar, o funcionário do fluxo importado precisa investigar se é atraso do fornecedor ou não. Situações em que o fornecedor tenha realizado a entrega do material corretamente, faz-se necessário investigar o motivo da falta da peça. As causas mais comuns são: (i) canal vermelho; (ii) problema de capacidade fornecedor; (iii) provedor logístico A; (iv) provedor logístico B; (v) atraso de navio. Caso o fornecedor não tenha entregado corretamente, o indicador referente à performance logística do fornecedor será impactado. Essas atividades estão detalhadas na Figura 17.

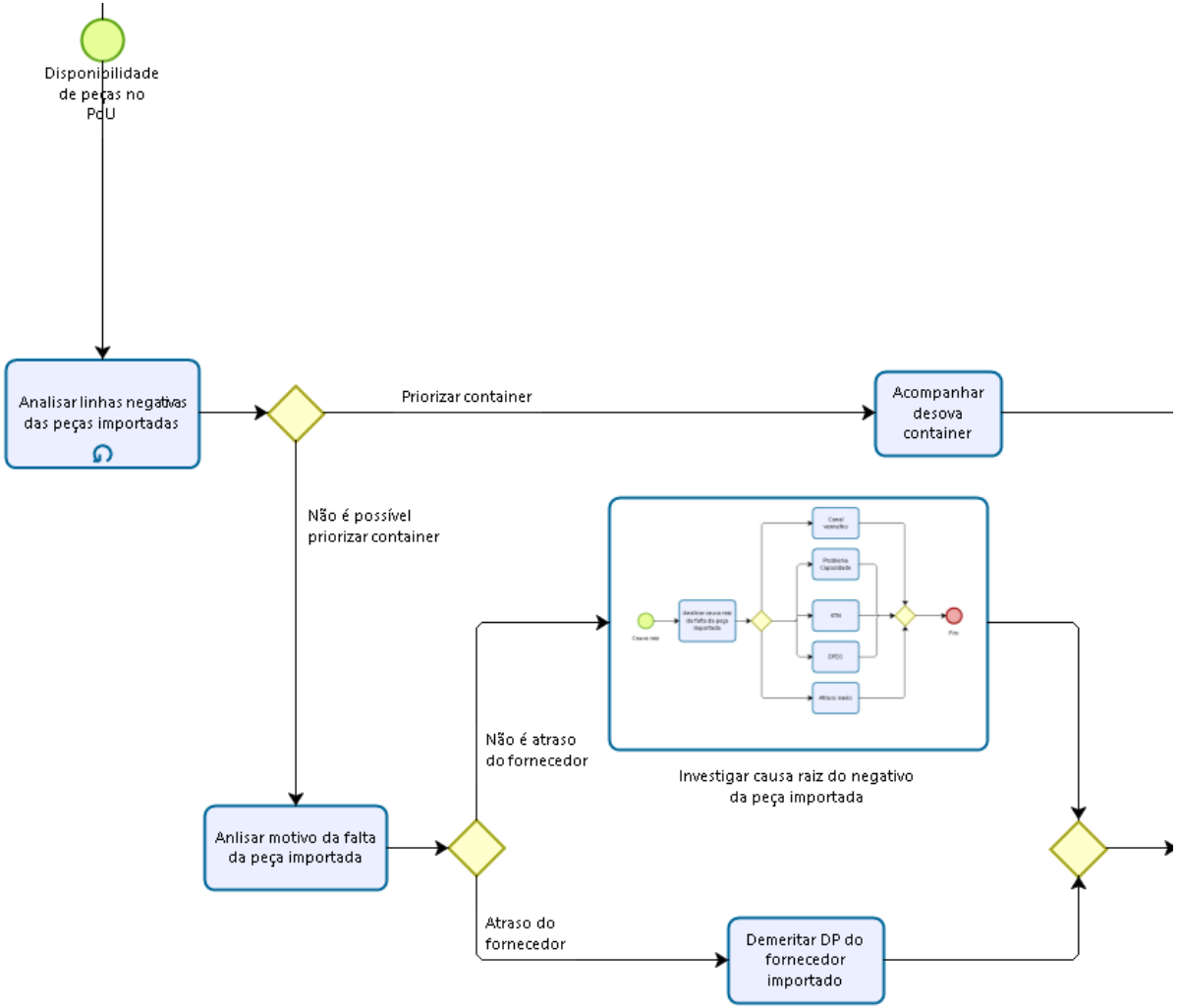
Na Figura 18 está ilustrada a etapa em que após identificar a causa raiz que gerou a falta da peça, o funcionário do fluxo importado deverá consultar a disponibilidade de peças no CQ (Controle de Qualidade) e no C3 (estoque de peças de reposição), caso não tenha disponibilidade de peças em nenhuma dessas alternativas, existe ainda a possibilidade de recorrer a algum fornecedor nacional. Se, mesmo assim, não houver solução para resolver a falta da peça, é necessário verificar a possibilidade de utilizar um item semelhante no lugar, sendo possível, basta informar a produção sobre essa alternativa.

Caso não seja possível, o funcionário do fluxo importado precisará entrar em contato com o terminal logístico localizado no exterior e questionar se é possível bloquear o material e segregá-lo para um frete aéreo. Sendo possível, uma autorização de frete aéreo é emitida, e a chegada desse frete deve ser monitorada até que as peças deem entrada no recebimento da empresa (Figura 19 e Figura 20). Caso não seja possível trazer peças via aéreo diretamente do terminal, a próxima alternativa é consultar o fornecedor quanto à possibilidade de coletar um lote extra, via aéreo. Caso seja possível, o processo de aéreo é iniciado conforme descrito anteriormente. A última alternativa de frete aéreo que pode ser consultada é o C1 (estoque de peças de reposição no exterior), conforme Figura 20.

Esgotadas todas as possibilidades de fontes de fornecimento, o funcionário do fluxo importado seguirá os mesmos processos mencionados no fluxo local, ou seja,

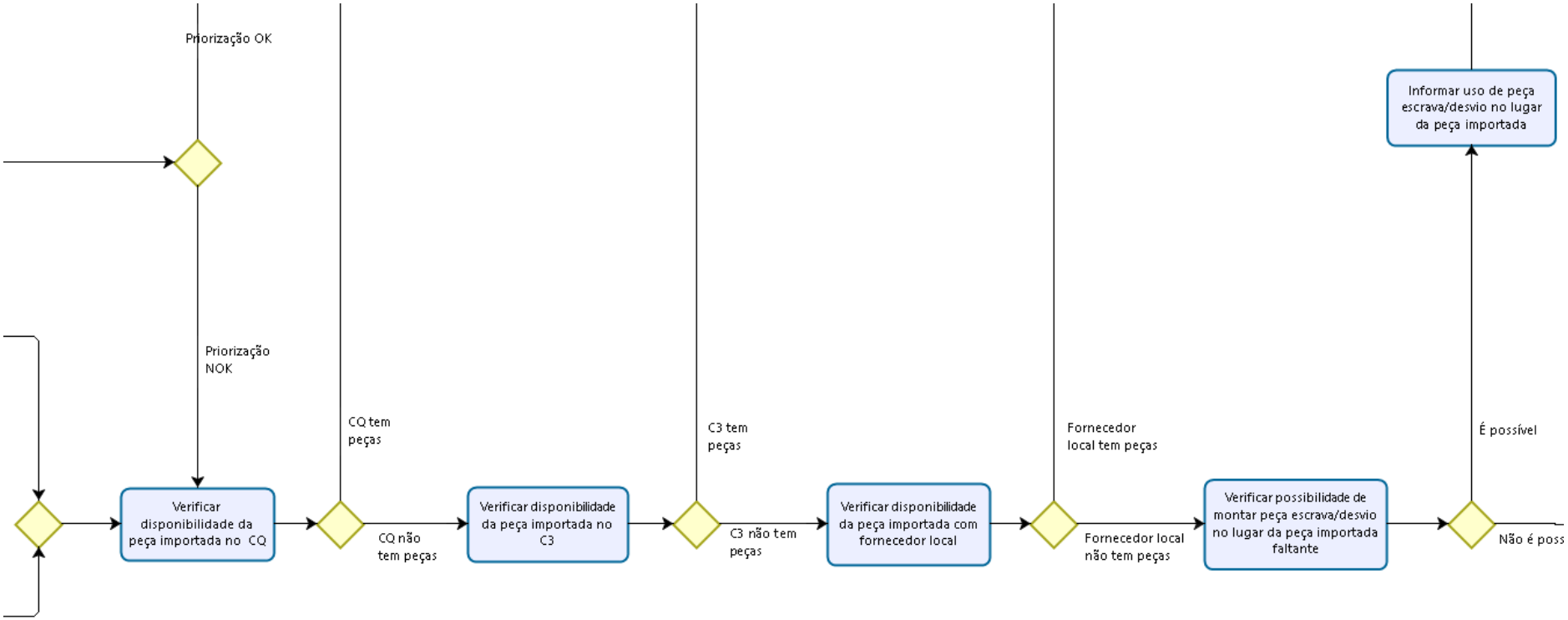
deverá verificar a possibilidade de utilizar um item semelhante no lugar, verificar a criticidade da peça, analisar a necessidade de alteração de sequência e cancelamento de produção, conforme demonstrado na Figura 20.

Figura 17 - Processo de Logística Importado (parte I)



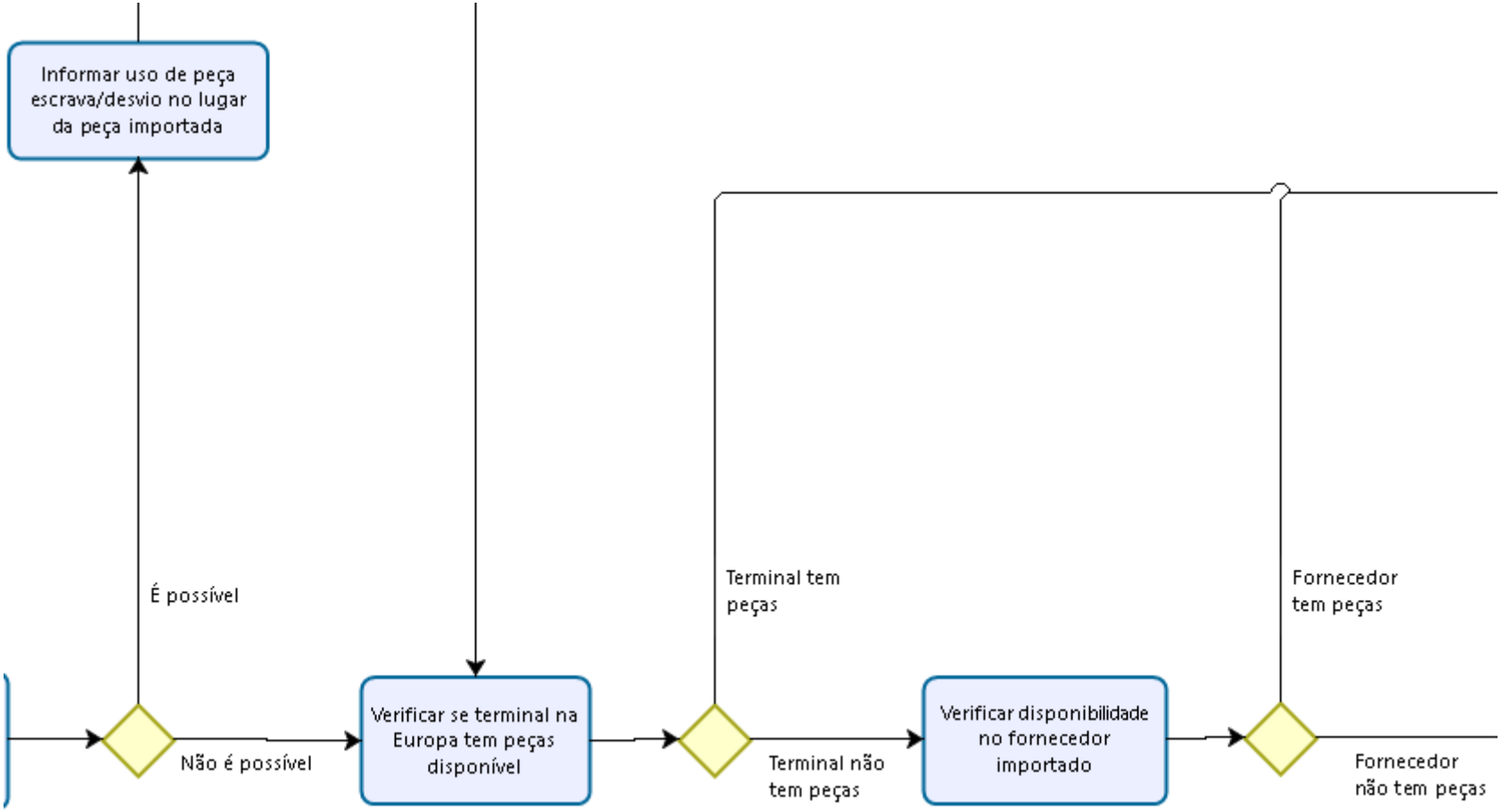
Fonte: A própria autora

Figura 18 - Processo de Logística Importado (parte II)



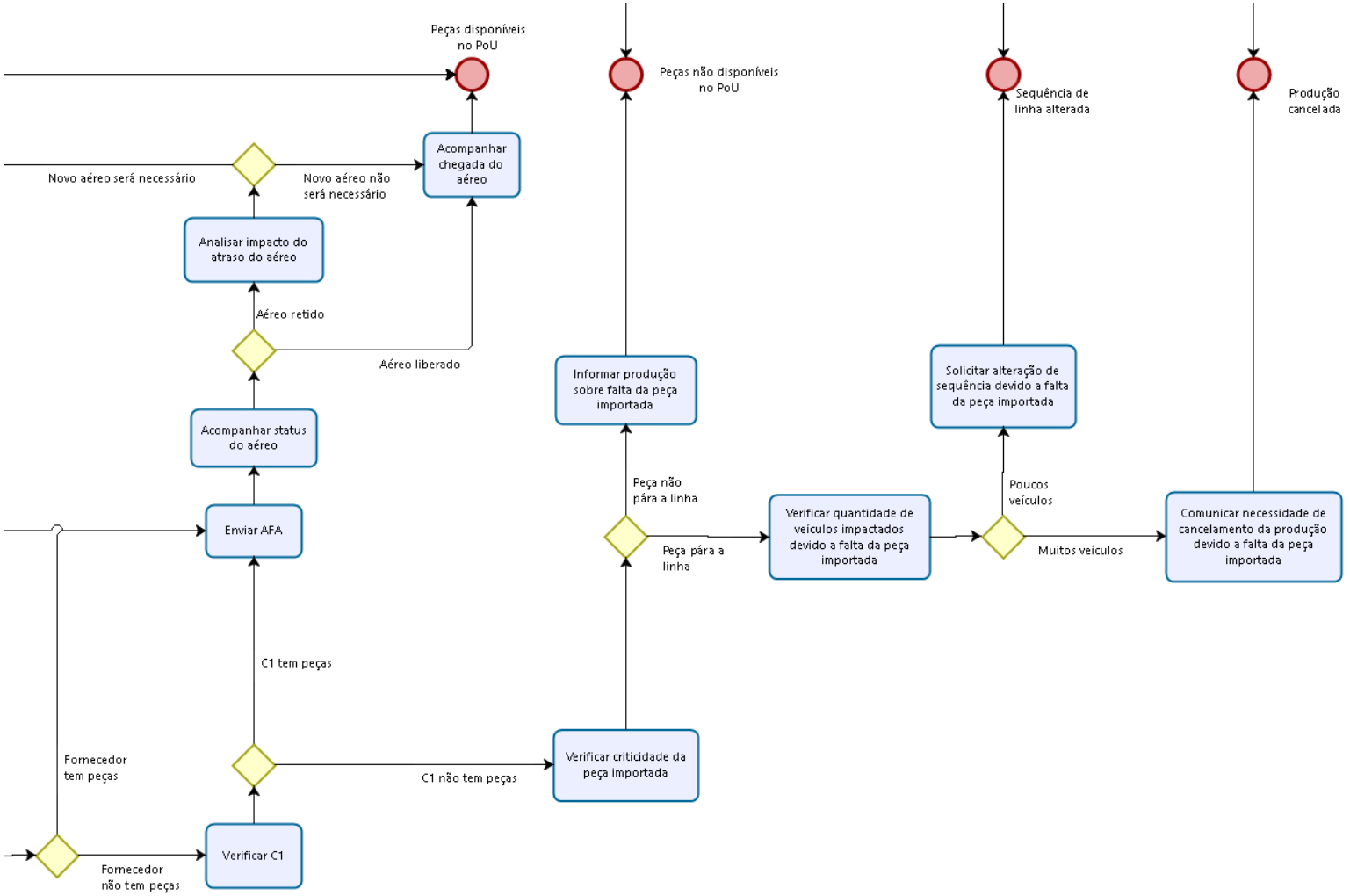
Fonte: A própria autora

Figura 19 - Processo de Logística Importado (parte III)



Fonte: A própria autora

Figura 20 - Processo de Logística Importado (parte IV)



Fonte: A própria autora

A modelagem dos processos de negócio da área de Logística deixou clara a diferença e complexidade existente entre os dois fluxos, local e importado. Como principal diferença, pode-se observar a forma de trabalho entre os funcionários desses fluxos, pois enquanto o fluxo local permite atuar nas entregas dos fornecedores, o fluxo importado trabalha de forma reativa, atuando apenas na falta do item.

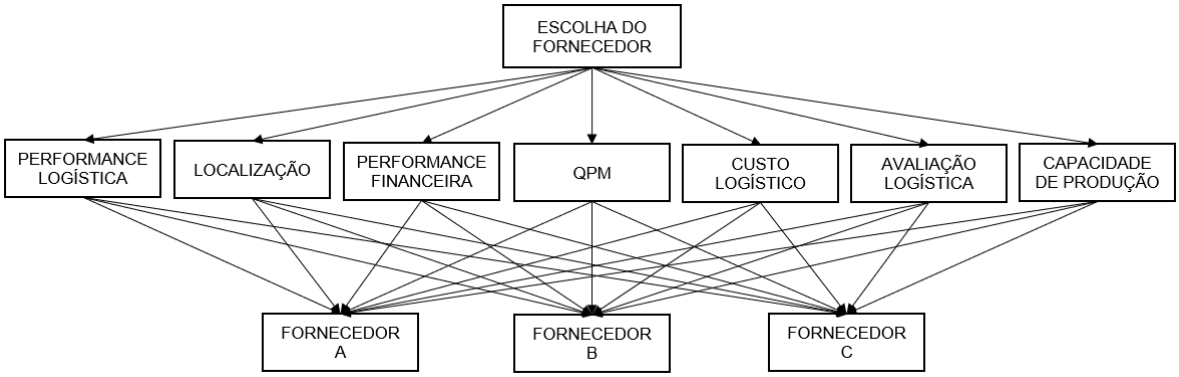
3.3.3.4 UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE MULTI-CRITÉRIO (AHP)

Com os processos modelados de ambas as áreas, e a análise da literatura, identificou-se a possibilidade de utilizar o método AHP para a tomada de decisão e escolha do fornecedor.

Na atividade de Compras denominada **Aprovar fornecedor recomendado e assinar acordos**, é realizada a escolha de um fornecedor diante de uma relação de fornecedores potenciais. Essa definição é baseada em comentários e observações que são enumerados por representantes de diferentes áreas. Diante dessa situação, identificou-se a oportunidade de aplicar a análise de multi-critério AHP para a escolha do fornecedor. Acredita-se que a partir da utilização dessa abordagem, o fornecedor a ser selecionado será realmente aquele que, de forma ponderada, terá os melhores valores para os critérios que são avaliados para a tomada de decisão.

Para estruturar o problema e organizar a AHP, conforme recomendado por Saaty e Vargas (2012), primeiramente foi definido qual seria o objetivo geral da decisão, quais seriam os critérios a serem avaliados e, por fim, as alternativas a serem avaliadas. Dentro do contexto da pesquisa, entende-se como objetivo geral da decisão, a escolha de um fornecedor. A partir das entrevistas realizadas com os especialistas durante a modelagem dos processos de compras, os seguintes critérios foram considerados como os mais importantes para a escolha de fornecedores: (i) performance logística; (ii) localização; (iii) performance financeira; (iv) QPM; (v) custo logístico; (vi) avaliação logística; (vii) capacidade de produção. E, por fim, os fornecedores potenciais a serem escolhidos, podem ser considerados como as alternativas a serem avaliadas. Na Figura 21 está ilustrada a estruturação da AHP.

Figura 21 - AHP para seleção de fornecedores



Fonte: A própria autora

Definidos os critérios a serem avaliados, a etapa seguinte foi marcada pela avaliação desses critérios entre si, levando em consideração os pesos propostos por Saaty e Vargas (2012) conforme descrito na seção 3.2.2. No Quadro 1 são apresentados os resultados encontrados após a realização da avaliação par a par de cada critério.

Quadro 1 - Comparação dos critérios

CRITÉRIOS	Performance Logística	Localização	Performance Financeira	QPM	Custo Logístico	Avaliação Logística	Capacidade de Produção
Performance Logística	1	3	6	9	4	5	5
Localização	1/3	1	7	9	7	7	8
Performance Financeira	1/6	1/7	1	5	4	3	3
QPM	1/9	1/9	1/5	1	1/2	1/2	1/2
Custo Logístico	1/4	1/7	1/4	2	1	3	3
Avaliação Logística	1/5	1/7	1/3	2	1/3	1	3
Capacidade de Produção	1/5	1/8	1/3	2	1/3	1/3	1

Fonte: A própria autora

Construída a tabela de comparação, denominada nessa pesquisa por Matriz A, foi preciso verificar seu índice de consistência (OLIVEIRA, 2013). Antes de iniciar os passos propostos para comprovar a consistência da matriz A, foi necessário criar a matriz normalizada e o auto vetor W, conforme demonstrado no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Matriz A e autor vetor W

Critérios	Performance Logística	Localização	Performance Financeira	QPM	Custo Logístico	Avaliação Logística	Capacidade de Produção	**Matriz A (7x7)** Matriz normalizada							Vetor	**Matriz W (7x1)**
Performance Logística	1	3	6	9	4	5	5	0,442260	0,643131	0,396913	0,300000	0,233010	0,252101	0,212766	0,354311	
Localização	1/3	1	7	9	7	7	8	0,147420	0,214377	0,463065	0,300000	0,407767	0,352941	0,340426	0,317999	
Performance Financeira	1/6	1/7	1	5	4	3	3	0,073710	0,030625	0,066152	0,166667	0,233010	0,151261	0,127660	0,121298	
QPM	1/9	1/9	1/5	1	1/2	1/2	1/2	0,049140	0,023820	0,013230	0,033333	0,029126	0,025210	0,021277	0,027877	
Custo Logístico	1/4	1/7	1/4	2	1	3	3	0,110565	0,030625	0,016538	0,066667	0,058252	0,151261	0,127660	0,080224	
Avaliação Logística	1/5	1/7	1/3	2	1/3	1	3	0,088452	0,030625	0,022051	0,066667	0,019417	0,050420	0,127660	0,057899	
Capacidade de Produção	1/5	1/8	1/3	2	1/3	1/3	1	0,088452	0,026797	0,022051	0,066667	0,019417	0,016807	0,042553	0,040392	
Soma	**2,261111**	**4,664683**	**15,116667**	**30,000000**	**17,166667**	**19,833333**	**23,500000**									

Fonte: A própria autora

Os elementos da matriz normalizada são resultantes da divisão de avaliação de cada critério pela soma das avaliações, conforme detalhado na Figura 22. A partir da matriz normalizada é possível criar o auto vetor W, onde cada elemento é formado pela média das linhas da matriz normalizada, conforme Figura 23.

Figura 22 - Formação da matriz normalizada

Critérios	Performance Logística	Localização	Performance Financeira	QPM	Custo Logístico	Avaliação Logística	Capacidade de Produção	Matriz A (7x7)	Matriz normalizada						Vetor	Matriz W (7x1)
Performance Logística	1	3	6	9	4	5	5	=C3/C10	0,643131	0,396913	0,300000	0,233010	0,252101	0,212766	0,354311	
Localização	1/3	1	7	9	7	7	8	0,147420	0,214377	0,463065	0,300000	0,407767	0,352941	0,340426	0,317999	
Performance Financeira	1/6	1/7	1	5	4	3	3	0,073710	0,030625	0,066152	0,166667	0,233010	0,151261	0,127660	0,121298	
QPM	1/9	1/9	1/5	1	1/2	1/2	1/2	0,049140	0,023820	0,013230	0,033333	0,029126	0,025210	0,021277	0,027877	
Custo Logístico	1/4	1/7	1/4	2	1	3	3	0,110565	0,030625	0,016538	0,066667	0,058252	0,151261	0,127660	0,080224	
Avaliação Logística	1/5	1/7	1/3	2	1/3	1	3	0,088452	0,030625	0,022051	0,066667	0,019417	0,050420	0,127660	0,057899	
Capacidade de Produção	1/5	1/8	1/3	2	1/3	1/3	1	0,088452	0,026797	0,022051	0,066667	0,019417	0,016807	0,042553	0,040392	
Soma	**2,261111**	**4,664683**	**15,116667**	**30,000000**	**17,166667**	**19,833333**	**23,500000**									

Fonte: A própria autora

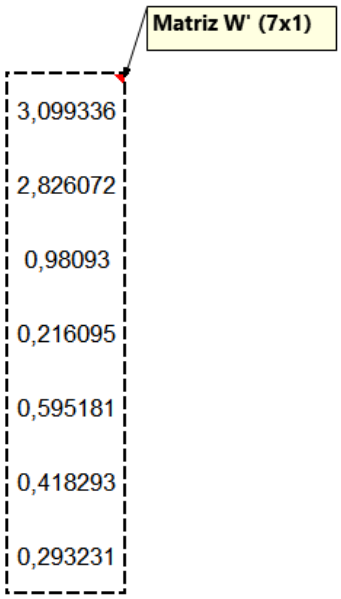
Figura 23 - Formação do auto vetor W

Critérios	Performance Logística	Localização	Performance Financeira	QPM	Custo Logístico	Avaliação Logística	Capacidade de Produção	Matriz A (7x7)							Vetor	Matriz W (7x1)
								Matriz normalizada								
Performance Logística	1	3	6	9	4	5	5	0,442260	0,643131	0,396913	0,300000	0,233010	0,252101	0,212766	=MÉDIA(J3:P3)	
Localização	1/3	1	7	9	7	7	8	0,147420	0,214377	0,463065	0,300000	0,407767	0,352941	0,340426	0,317999	
Performance Financeira	1/6	1/7	1	5	4	3	3	0,073710	0,030625	0,066152	0,166667	0,233010	0,151261	0,127660	0,121298	
QPM	1/9	1/9	1/5	1	1/2	1/2	1/2	0,049140	0,023820	0,013230	0,033333	0,029126	0,025210	0,021277	0,027877	
Custo Logístico	1/4	1/7	1/4	2	1	3	3	0,110565	0,030625	0,016538	0,066667	0,058252	0,151261	0,127660	0,080224	
Avaliação Logística	1/5	1/7	1/3	2	1/3	1	3	0,088452	0,030625	0,022051	0,066667	0,019417	0,050420	0,127660	0,057899	
Capacidade de Produção	1/5	1/8	1/3	2	1/3	1/3	1	0,088452	0,026797	0,022051	0,066667	0,019417	0,016807	0,042553	0,040392	
Soma	**2,261111**	**4,664683**	**15,116667**	**30,000000**	**17,166667**	**19,833333**	**23,500000**									

Fonte: A própria autora

A partir da matriz W, foi possível seguir os passos propostos por Oliveira (2013) e descobrir o vetor W', resultante da multiplicação da matriz A pelo autor vetor W, Figura 24.

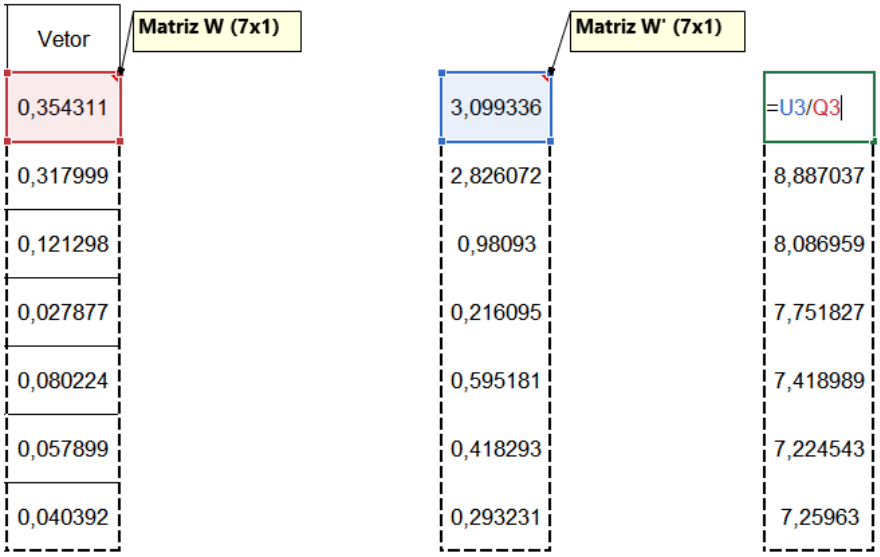
Figura 24 - Matriz W'



Fonte: A própria autora

Em seguida, foi realizada a divisão da primeira componente de W' pela primeira componente de W, divisão da segunda componente de W' pela segunda componente de W e assim sucessivamente até se obter um terceiro vetor coluna, conforme Figura 25.

Figura 25 - Terceiro vetor coluna



Fonte: A própria autora

A soma dos componentes desse terceiro vetor (55,38), foi dividida pelo número de componentes comparados (7), resultando no auto vetor máximo λ cujo valor foi de 7,91. Em seguida o cálculo do índice de consistência (IC) foi realizado a partir da divisão do valor resultante da diferença de λ (7,91) e n (7), ou seja 0,91, pela diferença de n (7) e 1, ou seja, 6, sendo assim o IC da matriz A é igual a 0,15.

O cálculo da razão de consistência (RC) ocorreu através da divisão do IC pelo índice randômico (IR), cujo valor tabelado é igual a 1,32, conforme mencionado na seção 3.2.2. Sendo assim, o valor encontrado para RC foi de 0,11. Conforme exposto anteriormente, o valor de RC para a matriz apresentada nessa pesquisa, seria de 0,10. Mas diante da elevada quantidade de critérios (sete) e da dificuldade de chegar ao RC proposto na literatura, optou-se nessa pesquisa por considerar o valor de RC de 0,11 como um nível aceitável de consistência para a matriz A.

O próximo passo após a criação da matriz A foi a criação das matrizes para a avaliação de cada alternativa entre si a partir de cada critério. No Quadro 3 criou-se uma situação hipotética com diferentes valores para os três fornecedores a serem analisados.

Quadro 3 - Informações dos fornecedores a serem avaliados

	Performance Logística	Localização	Performance Financeira	QPM	Custo Logístico	Avaliação Logística	Capacidade de Produção
Fornecedor A	85%	35 dias	90%	20	R$ 800,00	A 90%	1000
Fornecedor B	90%	40 dias	80%	15	R$ 1.100,00	B 80%	1500
Fornecedor C	70%	2 dias	75%	10	R$ 500,00	C 91%	1100

Fonte: A própria autora

Com base nessas informações acima, é apresentado no Quadro 4 apresenta o resultado das avaliações, em que cada critério foi avaliado para os três fornecedores.

Quadro 4 - Avaliação das alternativas

Performance Logística	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Matriz normalizada			Vetor
Fornecedor A	1	1/5	4	0,160000	0,146341	0,363636	0,223326
Fornecedor B	5	1	6	0,800000	0,731707	0,545455	0,692387
Fornecedor C	1/4	1/6	1	0,040000	0,121951	0,090909	0,084287
Soma	6,250000	1,366667	11,000000				

Localização	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Matriz normalizada			Vetor
Fornecedor A	1	1/5	1/7	0,076923	0,024390	0,111111	0,070808
Fornecedor B	5	1	1/7	0,384615	0,121951	0,111111	0,205893
Fornecedor C	7	7	1	0,538462	0,853659	0,777778	0,723299
Soma	13,000000	8,200000	1,285714				

Performance Financeira	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Matriz normalizada			Vetor
Fornecedor A	1	5	7	0,744681	0,806452	0,538462	0,696531
Fornecedor B	1/5	1	5	0,148936	0,161290	0,384615	0,231614
Fornecedor C	1/7	1/5	1	0,106383	0,032258	0,076923	0,071855
Soma	1,342857	6,200000	13,000000				

QPM	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Matriz normalizada			Vetor
Fornecedor A	1	1/5	1/7	0,076923	0,032258	0,106383	0,071855
Fornecedor B	5	1	1/5	0,384615	0,161290	0,148936	0,231614
Fornecedor C	7	5	1	0,538462	0,806452	0,744681	0,696531
Soma	13,000000	6,200000	1,342857				

Custo Logístico	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Matriz normalizada			Vetor
Fornecedor A	1	5	1/5	0,161290	0,384615	0,148936	0,231614
Fornecedor B	1/5	1	1/7	0,032258	0,076923	0,106383	0,071855
Fornecedor C	5	7	1	0,806452	0,538462	0,744681	0,696531
Soma	6,200000	13,000000	1,342857				

Avaliação Logística	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Matriz normalizada			Vetor
Fornecedor A	1	5	7	0,744681	0,800000	0,583333	0,709338
Fornecedor B	1/5	1	4	0,148936	0,160000	0,333333	0,214090
Fornecedor C	1/7	1/4	1	0,106383	0,040000	0,083333	0,076572
Soma	1,342857	6,250000	12,000000				

Capacidade de Produção	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Matriz normalizada			Vetor
Fornecedor A	1	1/7	3	0,120000	0,106383	0,333333	0,186572
Fornecedor B	7	1	5	0,840000	0,744681	0,555556	0,713412
Fornecedor C	1/3	1/5	1	0,040000	0,148936	0,111111	0,100016
Soma	8,333333	1,342857	9,000000				

Fonte: A própria autora

A partir das informações contidas nos Quadros 4 e 5, o resultado final da AHP é demonstrado no Quadro 5, formado pelas resultantes da matriz A e das matrizes de avaliação das alternativas. As linhas **Fornecedor A**, **Fornecedor B** e **Fornecedor C** são compostas pelos vetores resultantes das matrizes de avaliação, e a linha **Ponderação** é formada pelo vetor resultante da matriz A. A última coluna apresenta por fim o valor final que demonstrará qual das alternativas será a melhor opção a ser escolhida.

Quadro 5 - Resultado final da AHP

	Performance Logística	Localização	Performance Financeira	QPM	Custo Logístico	Avaliação Logística	Capacidade de Produção	**TOTAL**
Fornecedor A	0,223326	0,070808	0,696531	0,071855	0,231614	0,709338	0,186572	**0,2553**
Fornecedor B	0,692387	0,205893	0,231614	0,231614	0,071855	0,214090	0,713412	**0,3923**
Fornecedor C	0,084287	0,723299	0,071855	0,696531	0,696531	0,076572	0,100016	**0,3524**
Ponderação	0,354311	0,317999	0,121298	0,027877	0,080224	0,057899	0,040392	

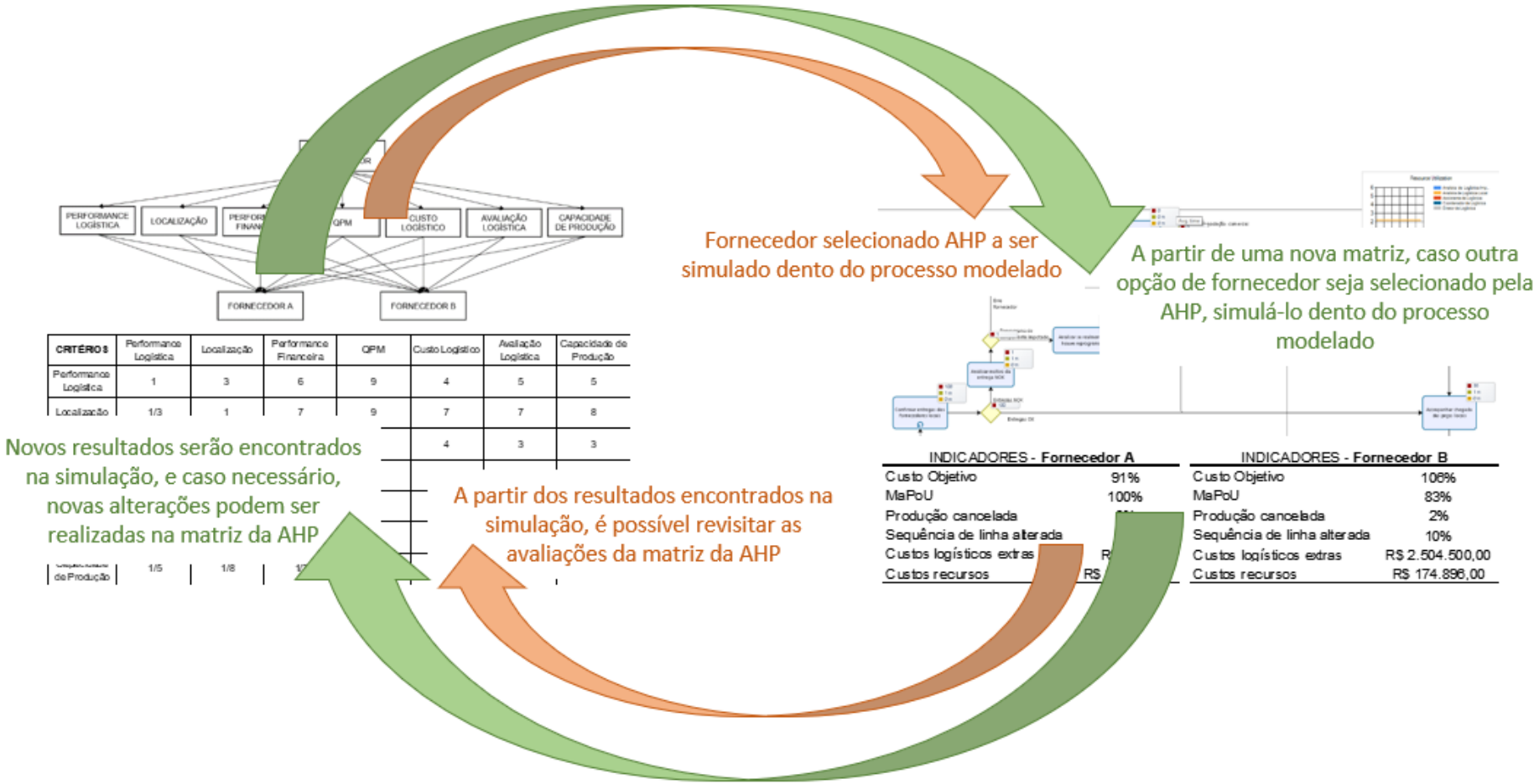
Fonte: A própria autora

No exemplo acima, para a tomada de decisão de qual fornecedor escolher, o fornecedor B, com um total de 0,3923, seria o fornecedor que de forma ponderada oferece os melhores valores para os critérios analisados.

3.3.4 DEMONSTRAÇÃO DA SOLUÇÃO

A demonstração da solução foi realizada utilizando os processos e atividades das áreas envolvidas, apresentando o funcionamento do artefato. Nesta etapa o objetivo principal foi demonstrar a utilização do método dentro da empresa e sua cadeia de suprimento, comprovando sua eficácia. A Figura 26 apresentada uma ilustração do método desenvolvido.

Figura 26 - Ilustração do método



Fonte: A própria autora

Para demonstrar a utilização do método partiu-se de uma situação real onde a área de Compras tinha como objetivo escolher um fornecedor para determinado componente. O Quadro 6 apresenta os valores a serem avaliados para a escolha do fornecedor, bem como o custo objetivo a ser considerado.

Quadro 6 - Dados dos fornecedores a serem avaliados

	Performance Logística	Localização	Performance Financeira	QPM	Custo Logístico	Avaliação Logística	Capacidade de Produção	*Preço/peça*
Fornecedor A	99,1%	3 dias	-	25	EUR 77.919,00	B 91%	3%	*EUR 189,72*
Fornecedor B	97,4%	40 dias	-	35	EUR 500.297,00	C 97%	3%	*EUR 162,40*

Custo objetivo = EUR 173,27

Fonte: A própria autora

Diante dessas informações, as matrizes para avaliação de cada critério foram preenchidas conforme demonstrado no Quadro 7.

Quadro 7 - Avaliação das alternativas para os fornecedores A e B

Performance Logística	Fornecedor A	Fornecedor B	Matriz normalizada		Vetor
Fornecedor A	1	7	0,875000	0,875000	0,875000
Fornecedor B	1/7	1	0,125000	0,125000	0,125000
Soma	1,142857	8,000000			

Localização	Fornecedor A	Fornecedor B	Matriz normalizada		Vetor
Fornecedor A	1	7	0,875000	0,875000	0,875000
Fornecedor B	1/7	1	0,125000	0,125000	0,125000
Soma	1,142857	8,000000			

Performance Financeira	Fornecedor A	Fornecedor B	Matriz normalizada		Vetor
Fornecedor A	1	0	1,000000	0,000000	0,500000
Fornecedor B	0	1	0,000000	1,000000	0,500000
Soma	1,000000	1,000000			

QPM	Fornecedor A	Fornecedor B	Matriz normalizada		Vetor
Fornecedor A	1	1/7	0,125000	0,125000	0,125000
Fornecedor B	7	1	0,875000	0,875000	0,875000
Soma	8,000000	1,142857			

Custo Logístico	Fornecedor A	Fornecedor B	Matriz normalizada		Vetor
Fornecedor A	1	8	0,888889	0,888889	0,888889
Fornecedor B	1/8	1	0,111111	0,111111	0,111111
Soma	1,125000	9,000000			

Avaliação Logística	Fornecedor A	Fornecedor B	Matriz normalizada		Vetor
Fornecedor A	1	3	0,750000	0,750000	0,750000
Fornecedor B	1/3	1	0,250000	0,250000	0,250000
Soma	1,333333	4,000000			

Capacidade de Produção	Fornecedor A	Fornecedor B	Matriz normalizada		Vetor
Fornecedor A	1	1	0,500000	0,500000	0,500000
Fornecedor B	1	1	0,500000	0,500000	0,500000
Soma	2,000000	2,000000			

Fonte: A própria autora

Assim que todas as avaliações foram concluídas, a tabela final da AHP foi preenchida com os valores finais dos vetores, apontando o fornecedor A como sendo a melhor opção a ser selecionada, conforme demonstrado no Quadro 8.

Quadro 8 - Tabela final da AHP avaliando fornecedores A e B

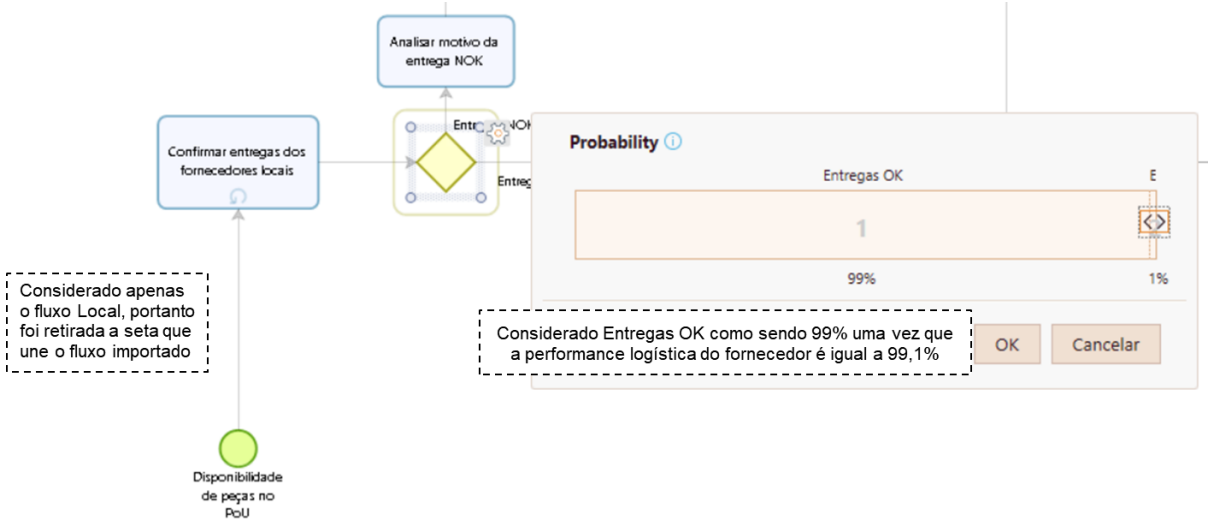
	Performance Logística	Localização	Performance Financeira	QPM	Custo Logístico	Avaliação Logística	Capacidade de Produção	*Preço/peça*	**TOTAL**
Fornecedor A	0,875000	0,875000	0,500000	0,125000	0,888889	0,611111	0,500000	*EUR 189,72*	**0,7793**
Fornecedor B	0,125000	0,125000	0,500000	0,875000	0,111111	0,203704	0,500000	*EUR 162,40*	**0,2100**
Ponderação	0,354311	0,317999	0,121298	0,027877	0,080224	0,057899	0,040392		

Fonte: A própria autora

Observa-se que a AHP indicou o fornecedor com o maior preço/peça (EUR 189,72), fornecedor A. Considerando que o custo objetivo era de EUR 173,27 entende-se que o indicador “Custo Objetivo” área de Compras está comprometido com um atingimento igual a 91%. Mas, diante desse atingimento, o método proposto nesta pesquisa pretende comparar esse valor com os indicadores da área da Logística, tendo em vista que esse fornecedor selecionado será responsável pelos atingimentos dos indicadores da Logística assim que ele iniciar o fornecimento de determinado componente à empresa.

Como segunda etapa do método proposto, uma simulação foi realizada dentro dos processos da Logística, considerando os parâmetros localização e performance logística. Na Figura 27 são apresentadas as alterações realizadas no *software* Bizagi antes de iniciar o processo de simulação.

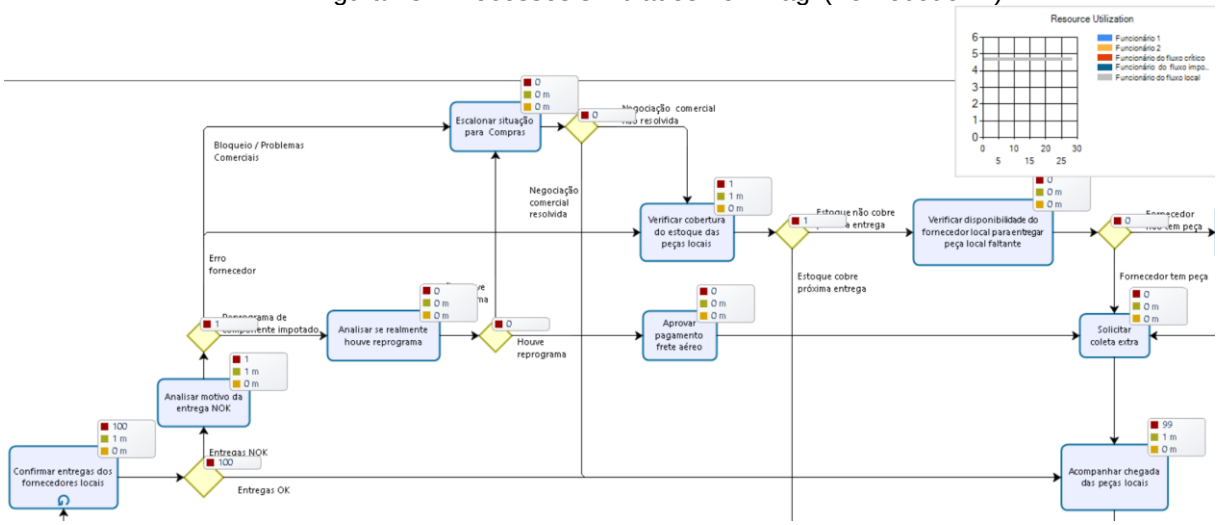
Figura 27 - Alteração de parâmetros no Bizagi (Fornecedor A)



Fonte: A própria autora

Após realizadas todas as simulações no Bizagi, o *software* apresentou uma consolidação dos resultados encontrados após a conclusão da simulação daqueles processos. Parte dos processos do Bizagi após a simulação, estão ilustrados na Figura 28.

Figura 28 - Processos simulados no Bizagi (Fornecedor A)



Fonte: A própria autora

Assim que o processo de simulação foi concluído, pode-se observar os atingimentos nos indicadores da Logística. Na Tabela 8 são apresentados, de forma consolidada, todos os indicadores envolvidos, tanto o indicador de Compras, quanto o indicador da Logística.

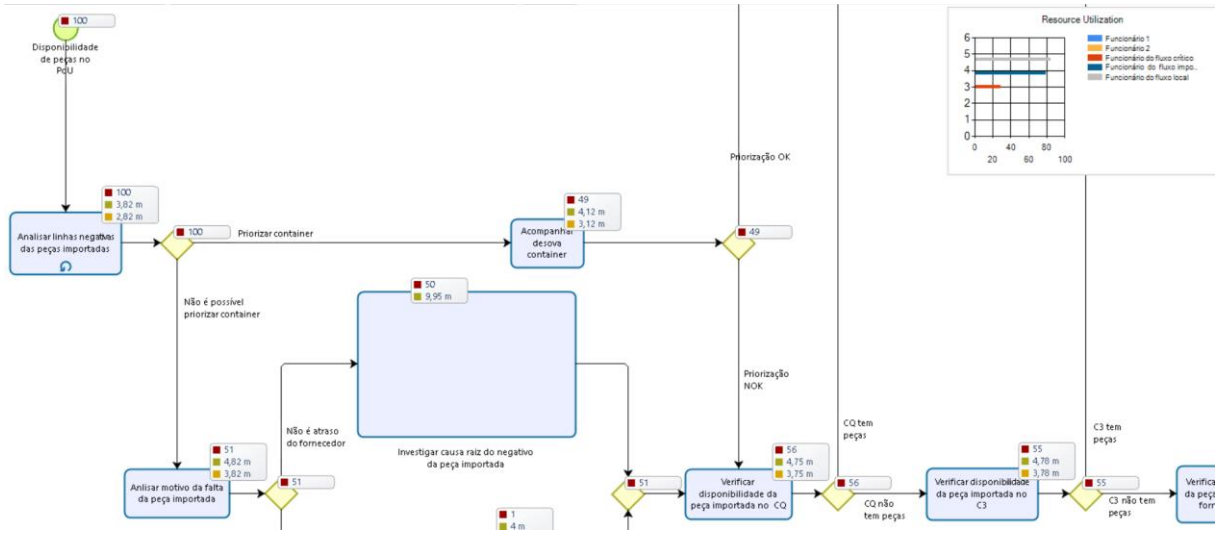
Tabela 8 - Resultado final dos indicadores (Fornecedor A)

INDICADORES - **Fornecedor A**	
Custo Objetivo	91%
MaPoU	100%
Produção cancelada	0%
Sequência de linha alterada	0%
Custos logísticos extras	R$ 0,00
Custos recursos	R$ 38.994,00

Fonte: A própria autora

Como forma de demonstrar que a opção apontada pela AHP realmente foi a opção que harmoniza os indicadores entre ambas as áreas, foi realizada a simulação utilizando os dados do fornecedor B (Figura 29).

Figura 29 - Processos simulados no Bizagi (Fornecedor B)



Fonte: A própria autora

Os resultados encontrados a partir dessa simulação podem ser observados de forma consolidada na Tabela 9.

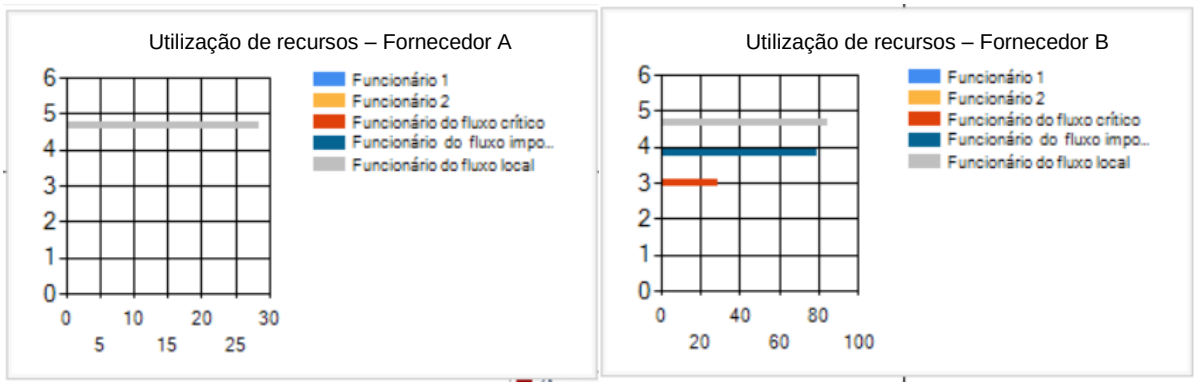
Tabela 9 - Resultado final dos indicadores (Fornecedor B)

INDICADORES - **Fornecedor B**	
Custo Objetivo	106%
MaPoU	83%
Produção cancelada	2%
Sequência de linha alterada	10%
Custos logísticos extras	R$ 2.504.500,00
Custos recursos	R$ 174.896,00

Fonte: A própria autora

Diante desses resultados, observa-se que o fornecedor B tem um valor preço/peça inferior ao custo objetivo, porém esse fornecedor ao ser simulado nos processos de compras além de prejudicar o indicador MaPoU, ele acarreta elevados custos para a Logística, tanto de recursos alocados às atividades como também à produção com os cancelamentos e perdas de veículos não produzidos.

Figura 30 - Recursos utilizados (Fornecedor A e B)



Fonte: A própria autora

Durante a simulação dos processos, a ferramenta Bizagi disponibiliza no canto direto um gráfico denominado “utilização de recursos” onde apresenta em tempo real a utilização dos recursos. Na Figura 30 é apresentado o gráfico gerado na simulação tanto para o fornecedor A quanto para o fornecedor B.

3.3.5 AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO

A etapa relacionada à avaliação do método, levou em consideração os seguintes critérios: **operacionalidade**, **eficiência**, **generalidade** e **facilidade de uso**.

Para realizar essa avaliação, optou-se por apresentar o método às pessoas diretamente relacionadas com as áreas, Compras e Logística, seguido da aplicação de um questionário onde foi possível coletar os *feedbacks* e comentários a respeito do método.

Sendo assim, um *workshop* foi realizado contando com a participação de 11 pessoas, desde analistas, coordenadores, gerente e diretor. Nesse *workshop*, uma breve apresentação da fundamentação teórica foi mencionada, seguida da explicação do método e também algumas simulações de exemplos reais foram apresentadas. Ao final dessa apresentação, para coletar as avaliações referente ao método, um questionário foi aplicado aos participantes do evento (Anexo I). Os resultados desse questionário estão detalhados na seção 4 desse trabalho.

3.3.6 COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS

Por fim, a etapa de comunicação será realizada tanto no meio acadêmico quanto profissional. Para o primeiro, a comunicação será realizada através da publicação de um artigo científico. Para o segundo, como explicado anteriormente, um *workshop* já foi realizado para funcionários e gestores das áreas envolvidas na pesquisa. Nessa oportunidade, foi possível apresentar o método e suas funcionalidades, e propor aos participantes que o artefato seja utilizado como uma ferramenta para a tomada de decisão dentro da empresa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no problema de pesquisa, harmonizar indicadores de performance entre diferentes áreas/processos, o método apresentado nesse trabalho é composto por uma combinação de análise de multi-critério (AHP) e modelagem e simulação de processos modelados em BPMN.

Durante o processo de criação da matriz da AHP, algumas variações foram realizadas nas ponderações dos critérios, com o intuito de verificar a sensibilidade dos parâmetros adotados. Ou seja, procurou-se verificar qual a relação entre a ponderação dos critérios e o resultado final apresentado pela AHP, porém, não foi possível estabelecer essa relação, uma vez que o estudo demandaria mais tempo. O mesmo ocorreu no momento em que buscou-se estabelecer uma função de otimização entre os critérios, mas devido as restrições de tempo e conhecimento, optou-se por focar na utilização da AHP combinada à modelagem e simulação dos processos.

A partir da modelagem dos processos de negócio na áreas de Compras, foi possível observar o elevado grau de subjetividade presente no momento de escolha de um novo fornecedor. Além de serem necessários a análise e comparação de diversos critérios (performance logística, localização, produtividade, etc), foi possível notar a relevância existente para se atingir ou chegar o mais próximo possível do custo objetivo, uma vez que esse compõe um indicador da área. Dessa forma, os critérios acabam, erroneamente, tendo menos importância no momento de tomada de decisão.

Com base no fornecedor apontado pela AHP, a simulação realizada dentro dos processos da Logística permitiu visualizar como determinado fornecedor se comportaria na realidade dos processos da Logística. Ou seja, foi possível simular a partir do *software* de modelagem, situações reais, onde custos e indicadores foram demonstrados. Assim, foi possível verificar quais fornecedores garantiriam resultados/indicadores satisfatórios tanto para Compras quanto para Logística.

Com o intuito de se obter uma avaliação do método desenvolvido nessa pesquisa, conforme descrito anteriormente, o método foi apresentado em um *workshop* e em seguida foi aplicado o questionário de avaliação. O *workshop* contou com a participação de 11 pessoas e, dentre elas, 9 pessoas realizaram o preenchimento do questionário. Importante esclarecer que não foi possível contar com a participação de mais pessoas tanto no *workshop* quanto nas respostas dos

questionários por limitações de tempo e disponibilidade dos recursos dentro da empresa.

Ao serem questionados quanto à operacionalidade do método, aproximadamente 70% das pessoas concordaram parcialmente com a afirmação de que o método teria condições de funcionar adequadamente entre os processos de Compras e Logística. A necessidade de integrar as áreas no momento de definir quais serão as ponderações para cada critério foi o principal comentário dos avaliadores. Houve também um comentário afirmando que o método pode ser utilizado como referência, mas não como decisão final.

O critério eficiência do método foi avaliado com 78% de respostas concordando totalmente que o método pode apresentar bons resultados. A necessidade de mais exemplos reais foi sugerida e também a importância de garantir que os dados do processo da Logística sejam confiáveis.

Tanto o critério generalidade quanto o critério facilidade de uso tiveram opiniões que se dividiram entre **concordam totalmente** (5 pessoas), e **concordam parcialmente** (4 pessoas). Quanto à generalidade do método, segundo alguns avaliadores, o método pode ser aplicado em diferentes contextos, desde que os processos e requisitos sejam bem definidos. E, por fim, o método foi avaliado como de fácil uso, porém precisa ser disseminado e treinamentos precisam ser ministrados para as pessoas envolvidas de cada uma das áreas.

De forma geral, o método foi muito bem avaliado na empresa onde foi apresentado. Os avaliadores afirmaram que o método apresentado é muito interessante, mostrando-se eficiente / convincente, e pode ser muito útil na definição de fontes de fornecimento, auxiliando na tomada de decisão. E, ainda, de forma complementar, um avaliador afirmou que a utilização de um método científico para seleção de fornecedores é muito importante para tomada decisão e para tornar a cadeia de suprimentos da empresa cada vez mais forte e competitiva, o método foi totalmente recomendado. Mas ainda assim, foi levantada a importância de que um amadurecimento da ferramenta seja realizado, através de sua utilização com situações piloto dentro da empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações apresentadas neste projeto, pode-se perceber a necessidade de harmonizar indicadores de performance entre diferentes domínios. As organizações atualmente se organizam em departamentos, reforçando cada vez mais a falta de comunicação e o desalinhamento estratégico. Diante desta necessidade, optou-se neste trabalho pela oportunidade de pesquisa relacionada ao tema **Integração de diferentes domínios**.

Conforme reforçado por Ricken e Vogel-Heuser (2010), os autores acreditam que para processos interdisciplinares, ou seja, processos de diferentes áreas mas com objetivo em comum, é necessário um método de comunicação simples e de fácil compreensão para todos os participantes. Por isso entende-se que as notações de modelagem em BPMN propostas pela presente pesquisa, auxiliaram na construção do método proposto.

A metodologia utilizada neste projeto foi o DSR e as etapas (i) identificação do problema e motivação; (ii) definição dos resultados esperados; (iii) desenvolvimento da solução; (iv) demonstração da solução; (v) avaliação da solução; (vi) comunicação dos resultados, foram apresentadas detalhamente a partir da seção 3.3.1 à 3.3.6.

O método desenvolvido foi capaz de demonstrar a gestores da empresa que, a partir de sua utilização, é possível analisar diferentes cenários com base em processos modelados em PBMN e simulações desses cenários, permitindo assim harmonizar atingimentos entre diferentes áreas. A partir desses resultados encontrados, entende-se que o método desenvolvido viabiliza a situação de departamentos e funções integrado e o processo de tomada de decisão em tempo real.

Diante do cenário apresentado entre as áreas de Compras e Logística, entende-se que a utilização da AHP dentro das atividades relacionadas à seleção de fornecedores elimina a subjetividade existente na situação atual da empresa. Segundo informação de especialistas da área, os critérios são realmente selecionados de forma subjetiva, aliado ainda à comparação e necessidade de aproximação com o custo objetivo. Dessa forma, o método apresentado permite que essa atividade, tão crítica para a empresa, seja mais objetiva, baseada em cálculos numéricos e não apenas em considerações tendenciosas e subjetivas.

Outra contribuição da pesquisa para a empresa em que o método foi utilizado, está relacionada a demonstração de como utilizar a modelagem dos processos de

negócio em BPMN, aliado ao *software* Bizagi. A partir dessa notação de modelagem, demonstrou-se como é possível utilizá-la para documentar, apresentar e explicar, de forma simples e visual, processos e atividades das áreas. Além da documentação de processos, o *software* Bizagi permite também que os gestores analisem o andamento das atividades, identificando por exemplo, possíveis gargalos ou excesso de produção. Aliado a esse tipo de análise, é possível também avaliar melhorias nos processos, simulando diferentes cenários variando a quantidade/posicionamento de recursos, máquinas nas atividades, e a disponibilidade de tempo, antes de efetivar as alterações. Dessa forma, ao implementar determinada alteração, os gestores terão ciência de que realizaram a melhor escolha uma vez que todos os demais cenários foram simulados e encontraram resultados menos satisfatórios.

Como oportunidade para pesquisas futuras, como já mencionado anteriormente, identificou-se a possibilidade de estudar uma função de otimização a partir da análise dos dados de diversas simulações. Porém, devido a restrições de tempo para conclusão da pesquisa, optou-se por sinalizar essa possibilidade como oportunidade para pesquisas futuras. Entende-se também que dentro do contexto utilizado, a ferramenta da AHP pode ser mais explorada, comparando mais de dois fornecedores.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKEN, J. E. V. Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of management studies**, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

ALSHATHRY, O. Business process management: a maturity assessment of Saudi Arabian organizations. **Business Process Management Journal**, v. 22, n. 3, p. 507-521, 2016.

ANFAVEA. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/anuario.html> Acesso em: 27 mar. 2017.

BAI, C.; SARKIS, J. Determining and applying sustainable supplier key performance indicators. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 19, n. 3, p. 275-291, 2014.

BAYAZIT, N. Investigating design: A review of forty years of design research. **Design issues**, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004.

BIZAGI. Disponível em: <https://www.bizagi.com/> Acesso em: 6 out. 2017.

BORSATO, M.; PERUZZINI, M. Collaborative engineering. In: (Ed.). **Concurrent Engineering in the 21st Century**: Springer, 2015, p.165-196.

BRIOZO, R. A.; MUSETTI, M. A. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento–UPA 24 h. **Gestão E Produção**, v. 22, n. 4, p. 805-819, 2015.

BROCKE, J. V.; ROSEMANN, M. **Handbook on Business Process Management 2: Strategic Alignment, Governance, People and Culture**: Springer Publishing Company, Incorporated, 2014

CABEZA, L. F.; GALINDO, E.; PRIETO, C.; BARRENECHE, C.; INÉS FERNÁNDEZ, A. Key performance indicators in thermal energy storage: Survey and assessment. **Renewable Energy**, v. 83, n., p. 820-827, 2015.

ÇAĞDAŞ, V.; STUBKJÆR, E. Design research for cadastral systems. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 35, n. 1, p. 77-87, 2011.

CAI, J.; LIU, X.; XIAO, Z.; LIU, J. Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment. **Decision Support Systems**, v. 46, n. 2, p. 512-521, 2009.

CASTRO, R. L. D. **Planejamento e controle da produção e estoques: um survey com fornecedores da cadeia automobilística brasileira**. Universidade de São Paulo, 2005.

CHINOSI, M.; TROMBETTA, A. BPMN: An introduction to the standard. **Computer Standards & Interfaces**, v. 34, n. 1, p. 124-134, 2012.

CORBETT, L. M. Benchmarking manufacturing performance in Australia and New Zealand. **Benchmarking for Quality Management & Technology**, v. 5, n. 4, p. 271-282, 1998.

CORTES, H.; DAABOUL, J.; LE DUIGOU, J.; EYNARD, B. Strategic Lean Management: Integration of operational Performance Indicators for strategic Lean management. **IFAC-PapersOnLine**, v. 49, n. 12, p. 65-70, 2016.

DA SILVA, F. A.; BORSATO, M. Organizational Performance and Indicators: Trends and Opportunities. **Procedia Manufacturing**, v. 11, n., p. 1925-1932, 2017.

DIAS, Ana Valéria Carneiro et al. Recent evolutions in R&D activities in the Brazilian automotive industry. In: **Proceedings of the 19th International GERPISA Colloquium, Paris**. 2011.

DUBANI, Zwikamu; SOH, Ben; SEELING, Chris. A novel design framework for business process modelling in automotive industry. In: **Electronic Design, Test and Application, 2010. DELTA'10. Fifth IEEE International Symposium on**. IEEE, 2010. p. 250-255.

DUMAS, M.; LA ROSA, M.; MENDLING, J.; REIJERS, H. A. **Fundamentals of business process management**: Springer Berlin Heidelberg, 2013, v.1

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PACHECO, G. C. Um estudo sobre segurança em estádios de futebol baseado na análise bibliométrica da literatura internacional. **Perspectivas em Ciencia da Informacao**, v. 17, n. 2, p. 71-91, 2012.

ESTRUCH, A.; HEREDIA ÁLVARO, J. A. **Event-driven manufacturing process management approach**: secondary title, 2012. 7481 LNCS**,** 120-133 p.

GARCÍA-DOMÍNGUEZ, A.; MARCOS, M.; MEDINA, I. **A Comparison of BPMN 2.0 with other notations for manufacturing processes**: secondary title, 2012. 502, 1-6 p.

GERBER, T.; THEORIN, A.; JOHNSSON, C. Towards a seamless integration between process modeling descriptions at business and production levels: Work in progress. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 25, n. 5, p. 1089-1099, 2014.

GIUSTINA, S.; DONATO, M.; EMILIO, E.; GIUSEPPINA, P. Supporting decision-making in service supplier selection using a hybrid fuzzy extended AHP approach: A case study. **Business Process Management Journal**, v. 23, n. 1, p. 196-222, 2017.

GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; MCGAUGHEY, R. E. A framework for supply chain performance measurement. **International Journal of Production Economics**, v. 87, n. 3, p. 333-347, 2004.

HASAN, S. M.; GAO, J.; WASIF, M.; IQBAL, S. A. An integrated decision making framework for automotive product development with the supply chain. **Procedia CIRP**, v. 25, n., p. 10-18, 2014.

HAZEN, B. T.; BOONE, C. A.; EZELL, J. D.; JONES-FARMER, L. A. Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction to the

problem and suggestions for research and applications. **International Journal of Production Economics**, v. 154, n., p. 72-80, 2014.

HERNAUS, T.; VUKSIC, V. B.; ŠTEMBERGER, M. I. How to go from strategy to results? Institutionalising BPM governance within organisations. **Business Process Management Journal**, v. 22, n. 1, p. 173-195, 2016.

JASKA, P.; REYES, P.; COLLINS, J. D.; WORTHINGTON, W. J.; REYES, P. M.; ROMERO, M. Knowledge management, supply chain technologies, and firm performance. **Management Research Review**, v. 33, n. 10, p. 947-960, 2010.

KOHLBACHER, M. The effects of process orientation: a literature review. **Business Process Management Journal**, v. 16, n. 1, p. 135-152, 2010.

KUJANSIVU, P.; LÖNNQVIST, A. Business process management as a tool for intellectual capital management. **Knowledge and Process Management**, v. 15, n. 3, p. 159-169, 2008.

LAMBERT, D. M.; POHLEN, T. L. Supply Chain Metrics. **The International Journal of Logistics Management**, v. 12, n. 1, p. 1-19, 2001.

LEE, Hau L.; WHANG, Seungjin. E-business and supply chain integration. In: **The practice of supply chain management: Where theory and application converge**. Springer, Boston, MA, 2004. p. 123-138.

LEE, S. M.; KIM, S. T.; CHOI, D. Green supply chain management and organizational performance. **Industrial Management & Data Systems**, v. 112, n. 8, p. 1148-1180, 2012.

LI, Y.; TARAFDAR, M.; RAO, S. S. Collaborative knowledge management practices: Theoretical development and empirical analysis. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 32, n. 4, p. 398-422, 2012.

MAGALHÃES, A. P. D. S. **Logística reversa de eletrodomésticos da linha branca: processo de escolha pelo método de análise hierárquica (AHP)**. Universidade de São Paulo, 2011.

MANOJ, H.; URVASHI, R.; KUMAR, J. S. Multi-criteria decision framework for supplier classification in collaborative supply chains: Buyer's perspective. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 5, p. 622-640, 2016.

MEIER, H.; LAGEMANN, H.; MORLOCK, F.; RATHMANN, C. Key performance indicators for assessing the planning and delivery of industrial services. **Procedia CIRP**, v. 11, n., p. 99-104, 2013.

MENTZER, J. T.; MYERS, M. B.; STANK, T. P. **Handbook of global supply chain management**: Sage Publications, 2006

MILLER, J. A. Model your way to better business performance. **Journal of Corporate Accounting & Finance**, v. 23, n. 2, p. 71-83, 2012.

MILLS, A. M.; SMITH, T. A. Knowledge management and organizational performance: A decomposed view. **Journal of Knowledge Management**, v. 15, n. 1, p. 156-171, 2011.

MINONNE, C.; TURNER, G. Business Process Management—Are You Ready for the Future? **Knowledge and Process Management**, v. 19, n. 3, p. 111-120, 2012.

OHNO, T. **Toyota production system: beyond large-scale production**: crc Press, 1988

OLIVEIRA, D. F. D. **Método Multicritério Analytic Hierarchy Process na Avaliação do Ciclo de Vida: Uma Discussão Inicial**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2013.

OLUGU, E. U.; WONG, K. Y.; SHAHAROUN, A. M. Development of key performance measures for the automobile green supply chain. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 6, p. 567-579, 2011.

OMG. **Object Management Group**: Disponível em: <http://www.omg.org/> Acesso em: 1 mai. 2017.

OMKARPRASAD, V.; MANOJ, H. Multi-criteria supply chain performance evaluation: An Indian chemical industry case study. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 62, n. 3, p. 293-316, 2013.

OPASANON, S.; LERTSANTI, P. Impact analysis of logistics facility relocation using the analytic hierarchy process (AHP). **International Transactions in Operational Research**, v. 20, n. 3, p. 325-339, 2013.

OUERTANI, M. Z.; BAINA, S.; GZARA, L.; MOREL, G. Traceability and management of dispersed product knowledge during design and manufacturing. **CAD Computer Aided Design**, v. 43, n. 5, p. 546-562, 2011.

PAIM, R.; CAULLIRAUX, H. M.; CARDOSO, R. Process management tasks: a conceptual and practical view. **Business Process Management Journal**, v. 14, n. 5, p. 694-723, 2008.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PIDD, M. Tools for Thinking: Modelling in Management Science, Second Edition. (New Books). **OR/MS Today**, v. 29, n., p. 62, 2002.

PIOTROWICZ, W.; CUTHBERTSON, R. Performance measurement and metrics in supply chains: an exploratory study. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 64, n. 8, p. 1068-1091, 2015.

PRAEST KNUDSEN, M.; BØTKER MORTENSEN, T. Some immediate but negative effects of openness on product development performance. **Technovation**, v. 31, n. 1, p. 54-64, 2011.

PYON, C. U.; WOO, J. Y.; PARK, S. C. Service improvement by business process management using customer complaints in financial service industry. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 4, p. 3267-3279, 2011.

RAMISH, A.; ASLAM, H. Measuring supply chain knowledge management (SCKM) performance based on double/triple loop learning principle. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 5, p. 704-722, 2016.

RECKER, J. Opportunities and constraints: the current struggle with BPMN. **Business Process Management Journal**, v. 16, n. 1, p. 181-201, 2010.

RICKEN, Maria; VOGEL-HEUSER, Birgit. Modeling of manufacturing execution systems: An interdisciplinary challenge. In: **Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 2010 IEEE Conference on**. IEEE, 2010. p. 1-8.

ROSEMANN, M.; BROCKE, J. V. **Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods, and Information Systems**: Springer, 2015

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process**: Springer Science & Business Media, 2012, v.175

SEETHAMRAJU, R. Business process management: a missing link in business education. **Business Process Management Journal**, v. 18, n. 3, p. 532-547, 2012.

SHATAT, A. S.; UDIN, Z. M. The relationship between ERP system and supply chain management performance in Malaysian manufacturing companies. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 25, n. 6, p. 576-604, 2012.

SILVA, E. L. D.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. v., n., p., 2001.

SRIKANTA, R.; KUMAR, P. S. Analyzing the sourcing alternatives in an Indian manufacturing company. **Journal of Advances in Management Research**, v. 10, n. 1, p. 22-44, 2013.

STEFANIA, B.; ARMANDO, C.; MASSIMO, G.; NATHAN, L. G. Combining modelling and simulation approaches: How to measure performance of business processes. **Business Process Management Journal**, v. 22, n. 1, p. 56-74, 2016.

TATICCHI, P.; GARENGO, P.; NUDURUPATI, S. S.; TONELLI, F.; PASQUALINO, R. A review of decision-support tools and performance measurement and sustainable supply chain management. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 21, p. 6473-6494, 2015.

TRKMAN, P. The critical success factors of business process management. **International Journal of Information Management**, v. 30, n. 2, p. 125-134, 2010.

TSAI, Y.-C.; CHENG, Y.-T. Analyzing key performance indicators (KPIs) for E-commerce and Internet marketing of elderly products: A review. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 55, n. 1, p. 126-132, 2012.

VINOD, Y.; KUMAR, S. M. Multi-criteria decision making for supplier selection using fuzzy AHP approach. **Benchmarking: An International Journal**, v. 22, n. 6, p. 1158-1174, 2015.

VINOD, Y.; KUMAR, S. M. Multi-criteria supplier selection model using the analytic hierarchy process approach. **Journal of Modelling in Management**, v. 11, n. 1, p. 326-354, 2016.

VON ALAN, R. H.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design science in information systems research. **MIS quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

VON ROSING, M.; VON SCHEEL, H.; SCHEER, A.-W. **The Complete Business Process Handbook: Body of Knowledge from Process Modeling to BPM**: Morgan Kaufmann, 2014, v.1

WIENGARTEN, F.; HUMPHREYS, P.; MCKITTRICK, A.; FYNES, B. Investigating the impact of e-business applications on supply chain collaboration in the German automotive industry. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 33, n. 1, p. 25-48, 2013.

WITSCH, M.; VOGEL-HEUSER, B. Towards a formal specification framework for manufacturing execution systems. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 8, n. 2, p. 311-320, 2012.

WONG, W. P.; WONG, K. Y. A review on benchmarking of supply chain performance measures. **Benchmarking: An International Journal**, v. 15, n. 1, p. 25-51, 2008.

WU, I. L.; CHEN, J. L. Knowledge management driven firm performance: The roles of business process capabilities and organizational learning. **Journal of Knowledge Management**, v. 18, n. 6, p. 1141-1164, 2014.

7 APÊNDICE

APÊNDICE I

QUESTIONÁRIO
AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE HARMONIZAÇÃO DA INDICADORES DE PERFORMANCE

Representante:_____ Departamento:_____

Critério – OPERACIONALIDADE

O método apresentado tem condições de funcionar adequadamente nos processos de Compras e Logística?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Comente (se necessário):

_____

_____

Critério – EFICIÊNCIA

O método é eficiente, ou seja, ele pode apresentar bons resultados?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Comente (se necessário):

_____

_____

Critério – GENERALIDADE

O método pode ser aplicado em diferentes contextos (áreas/processos/atividades)?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Comente (se necessário):

_____

_____

Critério – FACILIDADE DE USO

O método é de fácil uso, aplicabilidade?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Comente (se necessário):

_____

_____

COMENTÁRIOS FINAIS:

_____

_____

_____