

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO**

PAULO MARCELO CAETANO DA SILVA

**PRÁTICA DO *EARLY SUPPLIER INVOLVEMENT* (ESI) EM UMA
EMPRESA FORNECEDORA DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO**

PIRACICABA

2015

PAULO MARCELO CAETANO DA SILVA

**PRÁTICA DO *EARLY SUPPLIER INVOLVEMENT* (ESI) EM UMA
EMPRESA FORNECEDORA DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Administração da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Metodista de Piracicaba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração.

Campo de Conhecimento:
Gestão de Operações e Logística

Orientadora:
Prof.^a Dr.^a Ana Rita Tiradentes Terra Argoud

**PIRACICABA
2015**

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecária: Marjory Harumi Barbosa Hito CRB-8/9128

S586p	Silva, Paulo Marcelo Caetano da Prática do Early Supplier Involvement (ESI) em uma empresa fornecedora do setor automobilístico / Paulo Marcelo Caetano da Silva. – 2015. 160 f. : il. ; 30 cm Orientadora: Profa. Dra. Ana Rita Tiradentes Terra Argoud Dissertação (mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Administração, Piracicaba, 2015. 1. Desenvolvimento de Produto. 2. Indústria Automobilística. I. Silva, Paulo Marcelo Caetano da. II. Título. CDU – 331:629
-------	---

PAULO MARCELO CAETANO DA SILVA

**PRÁTICA DO *EARLY SUPPLIER INVOLVEMENT* (ESI) EM UMA
EMPRESA FORNECEDORA DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Administração da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Metodista de Piracicaba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração.

Campo de Conhecimento:
Gestão de Operações e Logística

Orientadora:
Prof.^a Dr.^a Ana Rita Tiradentes Terra Argoud

Data de Aprovação:

___/___/___

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Ana Rita Tiradentes Terra Argoud
Universidade Metodista de Piracicaba

Prof. Dr. Sílvio Roberto Ignacio Pires
Universidade Metodista de Piracicaba

Prof. Dr. Mário Sacomano Neto
Universidade Federal de São Carlos

Eng. Roberto Haidamus
RH Consultoria Técnica EIRELI

DEDICATÓRIA

À minha mulher, **Cristina**, e aos meus filhos, **Gabriel** e **Daniel**, que estiveram ao meu lado ao longo de toda a jornada, me apoiando e incentivando, e que fizeram com que todo o esforço valesse a pena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha mulher, **Cristina**, que se desdobrou para absorver as tarefas do nosso cotidiano tão corrido, e aos meus filhos, **Gabriel** e **Daniel**, que abriram mão do nosso já escasso tempo juntos para que eu pudesse realizar este trabalho.

À minha orientadora e professora, **Prof.^a Dr.^a Ana Rita Tiradentes Terra Argoud**, pela forma serena com que me guiou nesta jornada tão desafiadora.

Aos membros da banca examinadora, **Prof. Dr. Sílvio Roberto Ignacio Pires** e **Prof. Dr. Mário Sacomano Neto**, pelas inestimáveis contribuições ao meu trabalho.

Aos meus professores no Mestrado Profissional em Administração da UNIMEP, **Prof.^a Dr.^a Nadia Kassouf Pizzinatto**, **Prof. Dr. Mauro Vivaldini**, **Prof. Dr. João Batista de Camargo Junior** e **Prof.^a Dr.^a Sueli Mançanares Leme**, que tanto me ensinaram.

Ao coordenador do PPGA da UNIMEP, **Prof. Dr. Antônio Carlos Giuliani**, pelo apoio em momentos decisivos.

Ao meu amigo, **Eng. Roberto Haidamus**, que gentilmente abriu mão de suas atividades profissionais e aceitou o convite para participar da banca examinadora.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Um dia, quando olhares para trás, verás que os dias mais belos foram aqueles em que lutaste.”

Sigmund Freud

RESUMO

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é crítico dentro da gestão da cadeia de suprimentos (SCM), particularmente na indústria automobilística, que apresenta alto grau de complexidade ao envolver grande número de empresas da cadeia. O envolvimento, já nas fases iniciais do projeto, de fornecedores chave no processo de desenvolvimento – o chamado *Early Supplier Involvement* (ESI) – pode promover redução do tempo de desenvolvimento, melhoria da qualidade e inovação do produto e do processo produtivo e redução de custos através da incorporação dos conhecimentos e habilidades dos fornecedores ao projeto, além de fortalecimento do relacionamento entre os membros da cadeia, o que pode representar uma importante vantagem competitiva para as empresas envolvidas. Para que o desenvolvimento transcorra de forma adequada e os benefícios do ESI sejam efetivados, é necessário que pré-requisitos sejam atendidos, incluindo capacitação tecnológica, comunicação aberta, estrutura de gestão e sistemas de medição de desempenho das empresas envolvidas. Adicionalmente, os desafios encontrados no processo devem ser superados, tais como falta de confiança entre as partes, falta de clareza sobre os benefícios do ESI e falta de compartilhamento dos ganhos obtidos no processo. A partir da análise da literatura sobre o tema e de um estudo de caso, esta dissertação procurou compreender como é conduzida a prática do ESI da perspectiva de uma empresa fornecedora de componentes da indústria automobilística nacional, no contexto da SCM e do PDP. Os resultados obtidos confirmam as proposições teóricas, ao indicar que os benefícios decorrentes da aplicação do ESI para a empresa foco da pesquisa e para seus clientes ficaram aquém do potencial da prática, o que se deve ao não atendimento pleno dos pré-requisitos e à dificuldade de suplantar os desafios do processo. A análise da aplicação dos processos e práticas da SCM e do PDP também encontrou lacunas significativas no sistema de gestão da empresa analisada. Adicionalmente, a pesquisa detectou uma importante lacuna na teoria sobre o ESI, que trata a prática predominantemente a partir da perspectiva do cliente, com pouca consideração sobre a perspectiva do fornecedor, como seria necessário para o desenvolvimento de uma prática colaborativa da SCM.

Palavras-Chave: gestão da cadeia de suprimentos, desenvolvimento de produto, *early supplier involvement*, indústria automobilística.

ABSTRACT

New product development (NPD) is a critical process within supply chain management (SCM), particularly in the automotive industry, which carries a high degree of complexity as it involves large number of companies of the chain. The involvement of key suppliers in the development process in the early stages of the project – the so called Early Supplier Involvement (ESI) – can promote reduction of development time, improvement of quality and innovation of the product and the production process and cost reduction by incorporating to the project the knowledge and skills of suppliers, in addition to strengthening the relationship between the members of the chain, which may represent an important competitive advantage for the companies involved. In order to properly carry out the development process and to effectively obtain the benefits of ESI, it is necessary to meet prerequisites, including technological capability, open communication, management structure and performance measurement systems of the companies involved. In addition, the challenges encountered in the process must be overcome, such as lack of trust between the parties, unawareness of the advantages of ESI and lack of sharing of the gains obtained in the process. Starting from the analysis of the literature on the subject and a case study, this work seeks to understand how the ESI practice is conducted from the perspective of a components' supplier of Brazilian auto industry, in the context of SCM and NPD. The results confirm the theoretical propositions and indicate that the benefits arising from the application of ESI for the research focal company and its customers were below the potential of the practice, which is due to not fully meet the prerequisites and the difficulty to overcome the challenges of the process. The analysis of the application of SCM and NPD process and practices also found significant gaps in the management system of the focal company. Additionally, the research detected an important gap in the ESI theory, which deals with the practice predominantly from the customer's perspective, with little consideration to the supplier's perspective, as would be required for the development of a collaborative practice of supply chain management.

Keywords: supply chain management, product development, early supplier involvement, automotive industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Representação de uma Cadeia de Suprimentos.....	27
Figura 2 –	Processos de Negócio na SCM.....	28
Figura 3 –	Processo de Desenvolvimento do Produto e Comercialização.....	36
Figura 4 –	Gestão de Fornecedores na Indústria Automobilística.....	40
Figura 5 –	Fases do APQP.....	41
Figura 6 –	Processo de Conversão de Arquivos CAD.....	50
Figura 7 –	Mapa Estratégico do BSC.....	51
Figura 8 –	Lógica da Medição de Desempenho da Cadeia de Suprimentos.....	52
Figura 9 –	Fatores para Adoção do ESI.....	55
Figura 10 –	Fases do ESI.....	56
Figura 11 –	Estrutura Conceitual do ESI.....	57
Figura 12 –	Matriz de Envolvimento do Fornecedor.....	65
Figura 13 –	Possíveis Pontos de Integração do Fornecedor ao Projeto.....	70
Figura 14 –	Alavancagem dos Investimentos em Função da Fase de Integração do Fornecedor.....	71
Figura 15 –	Fatores Responsáveis pelos Ganhos no ESI.....	72
Figura 16 –	Pré-Requisitos para Implementação do ESI.....	75
Figura 17 –	Desafios na Implementação do ESI.....	77
Figura 18 –	Relação entre Pré-Requisitos, Desafios e Benefícios da Implementação do ESI.....	80
Figura 19 –	Escopo do Estudo de Caso.....	84
Figura 20 –	Ciclo Produtivo Típico da Empresa Foco.....	92
Figura 21 –	Estrutura Gerencial da Empresa Foco.....	93
Figura 22 –	Processos de Gestão da Empresa Foco.....	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz de Responsabilidades do APQP.....	42
Quadro 2 – Indicadores do PDP.....	53
Quadro 3 – Resposta aos Riscos do Desenvolvimento.....	69
Quadro 4 – Estrutura Colaborativa para a Prática do ESI.....	79
Quadro 5 – Categorias de Análise do ESI.....	81
Quadro 6 – Referenciais Utilizados no Desenvolvimento do Roteiro de Entrevistas.....	86
Quadro 7 – Dimensões da Pesquisa.....	87
Quadro 8 – Empresas Analisadas no Estudo de Caso.....	89
Quadro 9 – Relação entre Processos da SCM e Processos da Empresa Foco.....	100
Quadro 10 – Aplicação dos Processos da SCM.....	101
Quadro 11 – Aplicação das Práticas da SCM.....	102
Quadro 12 – Subprocessos Estratégicos do PDP.....	104
Quadro 13 – Subprocessos Operacionais do PDP.....	105
Quadro 14 – Aplicação do APQP pela Empresa Foco.....	106
Quadro 15 – Sistemas de Informação Utilizados no PDP.....	107
Quadro 16 – Medição do Desempenho do PDP.....	108
Quadro 17 – Adoção do ESI pela Empresa Foco.....	110
Quadro 18 – Estruturação do ESI pela Empresa Foco.....	111
Quadro 19 – Determinação do Grau de Envolvimento da Empresa Foco pelos Clientes.....	112
Quadro 20 – Estrutura Colaborativa para a Prática do ESI.....	113
Quadro 21 – Caracterização dos Produtos Analisados Quanto à Prática do ESI.....	114
Quadro 22 – Benefícios Obtidos com a Prática do ESI.....	115
Quadro 23 – Pré-Requisitos para Implementação do ESI.....	117
Quadro 24 – Desafios na Implementação do ESI pela Empresa Foco.....	119
Quadro 25 – Sumarização dos Resultados Relativos à SCM.....	122
Quadro 26 – Sumarização dos Resultados Relativos ao PDP.....	124
Quadro 27 – Sumarização dos Resultados Relativos à Prática do ESI.....	126
Quadro 28 – Sumarização dos Benefícios Obtidos com o ESI.....	128
Quadro 29 – Sumarização dos Pré-Requisitos para a Prática do ESI.....	130
Quadro 30 – Sumarização dos Desafios à Implementação do ESI.....	133

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AIAG** – *Automotive Industry Action Group*
- ANFAVEA** – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
- APQP** – *Advanced Product Quality Planning*
- BSC** – *Balanced Scorecard*
- CAD** – *Computer Aided Design*
- CAE** – *Computer Aided Engineering*
- CAM** – *Computer Aided Manufacturing*
- CIM** – *Computer Integrated Manufacturing*
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CSCMP** – *Council of Supply Chain Management Professionals*
- CPFR** – *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*
- CR** – *Continuous Replenishment*
- DFMEA** – *Design Failure Mode and Effect Analysis*
- DXF** – *Drawing Exchange Format*
- ECR** – *Efficient Consumer Response*
- EDI** – *Electronic Data Interchange*
- ESI** – *Early Supplier Involvement*
- EVA** – *Economic Value Added*
- GCS** – Gestão da Cadeia de Suprimentos
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IGES** – *Initial Graphics Exchange Specification*
- INOVAR-AUTO** – Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores
- PDP** – Processo de Desenvolvimento de Produtos
- PFMEA** – *Process Failure Mode and Effect Analysis*
- PIB** – Produto Interno Bruto
- PROCONVE** – Programa de Controle de Emissões Veiculares
- ROI** – *Return On Investment*
- SAT** – *Standard ACIS Text*
- SC** – *Supply Chain*
- SCM** – *Supply Chain Management*

SINDIPEÇAS – Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores

STEP – *Standard for the Exchange of Product Model Data*

VMI – *Vendor Managed Inventory*

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Indústria Automobilística no Brasil	18
1.2. Problema de Pesquisa	20
1.3. Objetivos	21
1.4. Justificativas	22
1.5. Proposições	23
1.6. Estrutura do Trabalho	24
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
2.1. Gestão da Cadeia de Suprimentos	26
2.1.1. Processos de Negócio na Gestão da Cadeia de Suprimentos	27
2.1.1.1. Gestão do relacionamento com o cliente	28
2.1.1.2. Gestão do relacionamento com o fornecedor	29
2.1.1.3. Gestão do serviço ao cliente	29
2.1.1.4. Gestão da demanda	29
2.1.1.5. Atendimento dos pedidos	29
2.1.1.6. Gestão do fluxo de manufatura	30
2.1.1.7. Desenvolvimento do produto e comercialização	30
2.1.1.8. Gestão dos retornos	30
2.1.2. Iniciativa e Práticas da Gestão da Cadeia de Suprimentos	30
2.1.2.1. Reestruturação e consolidação de cadeias de suprimentos	30
2.1.2.2. Desenvolvimento de fornecedores	31
2.1.2.3. Planejamento e gestão colaborativa	31
2.1.2.4. <i>Outsourcing</i>	33
2.1.2.5. <i>In plant representatives</i>	33
2.1.2.6. <i>Postponement</i>	33
2.1.2.7. <i>Early supplier involvement (ESI)</i>	34
2.2. Processo de Desenvolvimento do Produto e Comercialização	35
2.2.1. Tipos de Desenvolvimento	35
2.2.2. Interface dos Processos	35
2.2.3. Subprocessos Estratégicos	37
2.2.3.1. Analisar as estratégias corporativas, de <i>marketing</i> , manufatura e suprimentos	37
2.2.3.2. Desenvolver processos de geração e seleção de ideias	37
2.2.3.3. Estabelecer diretrizes para a participação na equipe multifuncional	37
2.2.3.4. Identificar problemas e restrições de lançamento de produtos	37
2.2.3.5. Estabelecer diretrizes de projeto de novos produtos	38

2.2.3.6. Desenvolver estrutura de indicadores.....	38
2.2.4. Subprocessos Operacionais.....	38
2.2.4.1. Definir novos produtos e avaliar enquadramento.....	38
2.2.4.2. Estabelecer equipe multifuncional de desenvolvimento.....	38
2.2.4.3. Formalizar projeto de desenvolvimento de novo produto.....	39
2.2.4.4. Projetar e construir protótipos.....	39
2.2.4.5. Avaliar decisão fazer ou comprar.....	39
2.2.4.6. Determinar canais.....	39
2.2.4.7. Lançar produto.....	39
2.2.4.8. Medir desempenho.....	40
2.2.5. Desenvolvimento de Produtos na Indústria Automobilística.....	40
2.2.5.1. Fase 1. Planejamento e definição do programa.....	42
2.2.5.2. Fase 2. Projeto e desenvolvimento do produto.....	44
2.2.5.3. Fase 3. Projeto e desenvolvimento do processo.....	46
2.2.5.4. Fase 4. Validação do produto e do processo.....	47
2.2.5.5. Fase 5. Retroalimentação, avaliação e ação corretiva.....	48
2.2.6. Fluxo de Informações no Processo de Desenvolvimento do Produto.....	49
2.2.7. Medição de Desempenho do Processo de Desenvolvimento do Produto.....	51
2.3 Early Supplier Involvement (ESI).....	54
2.3.1. Histórico.....	54
2.3.2. Fatores para Adoção do ESI.....	54
2.3.3. Fases do ESI.....	55
2.3.4. Estrutura Conceitual para o ESI.....	57
2.3.4.1. Inter-relação entre os requisitos do ESI.....	62
2.3.4.2. Questões relativas à implementação do ESI.....	63
2.3.5. Determinação do Grau de Envolvimento do Fornecedor.....	64
2.3.5.1. Avaliação do risco do desenvolvimento.....	66
2.3.5.2. Definição do nível de autonomia do fornecedor.....	67
2.3.5.3. Posicionamento na matriz de envolvimento do fornecedor.....	69
2.3.6. Implementação do ESI.....	70
2.3.6.1. Integração do fornecedor ao projeto.....	70
2.3.6.2. Benefícios obtidos com a prática do ESI.....	71
2.3.6.3. Pré-requisitos para implementação do ESI.....	75
2.3.6.4. Desafios na implementação do ESI.....	77
2.3.6.5. Estrutura colaborativa para a prática do ESI.....	78
2.3.7. Sumarização da Teoria Sobre a Prática do ESI.....	80

3.	METODOLOGIA	82
3.1.	Tipologia e Justificativa	82
3.2.	Escopo	84
3.3.	Coleta de Dados	85
3.4.	Análise de Dados	88
4.	ESTUDO DE CASO	89
4.1.	Apresentação das Empresas Envolvidas no Estudo de Caso	89
4.2.	Resultados Relativos à Gestão da Cadeia de Suprimentos	99
4.3.	Resultados Relativos ao Processo de Desenvolvimento de Produtos	103
4.4.	Resultados Relativos à Prática do ESI	109
5.	ANÁLISE DE RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES	121
5.1.	Análise dos Resultados Relativos à Gestão da Cadeia de Suprimentos	121
5.2.	Análise dos Resultados Relativos ao Processo de Desenvolvimento de Produtos	123
5.3.	Contribuição para o Desenvolvimento da Teoria	126
5.4.	Recomendações	134
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
6.1.	Atendimento dos Objetivos da Pesquisa	137
6.2.	Contribuições para o Desenvolvimento Gerencial	139
6.3.	Contribuição para o Desenvolvimento da Teoria	140
6.4.	Limitações e Oportunidades de Pesquisas Futuras	141
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
	APÊNDICE A – Protocolo de Estudo de Caso	149

1. INTRODUÇÃO

A crescente complexidade, velocidade de mudanças, necessidade de integração e confiabilidade entre os diversos níveis da cadeia de suprimentos da indústria automobilística, resultante da incessante busca por crescimento e competitividade, demandam dos fornecedores um profundo conhecimento dos requisitos e expectativas dos clientes, bem como sistemas robustos e estruturados para atender a essas demandas (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012).

Um dos elementos chave para o aumento sustentável da competitividade das organizações é a existência de um processo de desenvolvimento do produto estruturado, que através de uma abordagem multidisciplinar integre tanto os clientes quanto os fornecedores ao processo, assegurando a inovação do produto e a redução do tempo de desenvolvimento (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004).

O conceito de *Early Supplier Involvement* (ESI) integra o arcabouço da *Supply Chain Management* (SCM – Gestão da Cadeia de Suprimentos) e propõe o envolvimento do fornecedor com o cliente desde as fases iniciais do desenvolvimento do produto, incorporando suas competências ao projeto para a criação de produtos de forma mais rápida, com maior qualidade e menor custo (PIRES, 2009). Quanto mais precoce, intenso e colaborativo for o envolvimento do fornecedor com o cliente, maior a sua probabilidade de sucesso, já que eventuais problemas de qualidade e fornecimento possivelmente serão previstos ou detectados em fases iniciais do desenvolvimento do produto, o que reduz significativamente os custos do processo e os desgastes para as partes envolvidas.

A história do ESI remonta à indústria automobilística japonesa na década de 1970 como um meio de integrar os fornecedores ao processo de desenvolvimento do produto, mas passou a ser mais conhecido no restante do mundo somente com a divulgação no Ocidente das bem sucedidas técnicas gerenciais japonesas. O desenvolvimento do ESI no Japão foi facilitado pela cultura colaborativa das organizações japonesas, mas a partir da década de 1990, iniciou-se também a sua utilização de forma mais intensa pelas empresas ocidentais, em particular na

indústria aeronáutica e na indústria automobilística. Na indústria aeronáutica o ESI tem sido amplamente utilizado, como atestam os casos clássicos da Airbus na Europa e da Embraer no Brasil, em que a integração de fornecedores localizados ao redor de todo o globo tem contribuído de forma decisiva para o sucesso do processo de desenvolvimento do produto, com novos projetos lançados no mercado em curtos intervalos de tempo. Já na indústria automobilística, com seu dinamismo, protagonismo e ambiente competitivo, o desenvolvimento do ESI vem ocorrendo de forma crescente nas últimas duas décadas, com a busca incessante por redução de custos, redução do tempo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos, melhoria da qualidade e incorporação de novas tecnologias ao produto (PIRES, 2009). Outro setor onde a aplicação do ESI vem crescendo é a indústria eletroeletrônica, na qual a principal motivação é a redução do ciclo de vida dos produtos, que tem forçado as empresas a desenvolverem produtos de forma cada vez mais rápida e com maior incorporação de tecnologia (SANTOS; FORCELLINI, 2012).

Entretanto, a obtenção dos benefícios prometidos pelo ESI pressupõe o atendimento de pré-requisitos e a superação de desafios, o que exige das organizações um processo de desenvolvimento do produto que considere os aspectos estratégicos e estruturais da prática (PIRES, 2009; DOWLATSHAHI, 1998), processos decisórios que determinem o grau de envolvimento a ser utilizado com cada fornecedor (LE DAIN; CALVI; CHERITI, 2010) e a operacionalização da prática (EISTO *et al.*, 2010).

Adicionalmente, o sucesso do fornecedor e demais membros da cadeia de suprimentos desde as fases iniciais da interação com o cliente no desenvolvimento de novos produtos é fundamental para o estabelecimento e fortalecimento de um relacionamento estreito e duradouro entre os membros da cadeia, como preconiza o *Marketing* de Relacionamento e sua nova Lógica Dominante de Serviços (GUMMESSON, 2008).

Nesse contexto, o ESI se apresenta como uma prática que pode auxiliar as organizações a compreender, estruturar e sistematizar o processo de desenvolvimento de produtos, não apenas com foco nos aspectos técnicos e logísticos, mas também nos aspectos estratégicos e mercadológicos.

1.1. Indústria Automobilística no Brasil

A história da indústria automobilística no Brasil iniciou-se em 1925, quando da instalação de uma fábrica da General Motors em São Paulo para montagem de veículos a partir de componentes importados. Entretanto, foi durante o governo do presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira na década de 1950 que a indústria automobilística deu um grande salto, passando de mera montadora de peças importadas a fabricante de veículos (ANFAVEA, 2006). Atualmente, passados 90 anos, a indústria automobilística desenvolveu-se e expandiu-se, tornando-se um dos mais importantes segmentos da indústria nacional, tendo respondido em 2013 por 23% do PIB industrial brasileiro e 5% do PIB total. O Brasil contava em 2014 com 64 unidades industriais de 31 fabricantes, instaladas em 10 estados, com capacidade de produção de 4,5 milhões de veículos por ano, sendo atualmente o 8.º maior fabricante e o 4.º maior mercado interno de veículos do mundo (ANFAVEA, 2015).

A indústria automotiva é também uma grande geradora de empregos. Em 2014 empregava cerca de 144 mil colaboradores diretos e 1,5 milhão de colaboradores indiretos (ANFAVEA, 2015), o que representa em torno de 6% da população economicamente ativa do país (IBGE, 2015). Apesar da tendência de crescimento observada, o setor vislumbra pela frente grandes desafios, em especial o aumento do rigor na legislação ambiental e a necessidade de aumento da produtividade e da competitividade perante o mercado internacional. Particularmente importantes para o setor são os programas governamentais PROCONVE (Programa de Controle de Emissões Veiculares), que estabelece novos limites mais restritos para emissões de poluentes (CONAMA, 2015), e o programa INOVAR-AUTO (2015), que através de incentivos fiscais tem por objetivo incrementar os investimentos em inovação e consequentemente a competitividade do setor.

Mesmo com esses desafios, o potencial de crescimento da indústria automotiva nacional é elevado, quando comparado aos países desenvolvidos ou mesmo em desenvolvimento, uma vez que a taxa de motorização da população, ou seja, o número de habitantes por veículo, que no Brasil era de 5,1 habitantes por veículo, ainda é inferior ao dos países desenvolvidos, com 1,2 habitantes por veículo nos Estados Unidos e 1,7 habitantes por veículo no Japão e na maioria dos países

européus. A ANFAVEA projeta para o ano de 2034 uma taxa de motorização de 2,4 habitantes por veículo, o que exigirá um significativo avanço na produção nacional de veículos (ANFAVEA, 2015).

As cadeias de suprimentos da indústria automobilística envolvem grande número de empresas e são organizadas em vários níveis de fornecedores. O relacionamento entre os diversos níveis da cadeia de suprimentos caracteriza-se pela forte interação entre clientes e fornecedores, pelo elevado conteúdo técnico dos produtos comercializados e pela responsabilidade compartilhada em relação ao fato do produto. O ciclo de relacionamento cliente-fornecedor tende a ser de longa duração, visto que os custos e riscos envolvidos, tanto a busca por novos clientes por parte do fornecedor quanto na substituição de fornecedores por parte do cliente, tendem a ser mais elevados que os custos e riscos de manutenção do relacionamento.

A indústria brasileira de autopeças engloba milhares de empresas, atuando em diversos níveis das cadeias de suprimentos. Somente o SINDIPEÇAS, sindicato que representa os principais fabricantes do setor, possui mais de seiscentas empresas associadas, com faturamento de US\$40 bilhões em 2013, fortemente concentradas no estado de São Paulo, que representa 67% dos associados, os quais em sua maioria são empresas de médio a grande porte, de capital estrangeiro e parceiras globais das montadoras.

Diferentemente das montadoras, a indústria de autopeças no Brasil vive um momento crítico devido ao grande avanço das importações, muito superior ao aumento das exportações, o que tem gerado seguidos déficits na balança comercial do setor, com saldo negativo de US\$9 bilhões em 2014. Essa ameaça à indústria nacional de autopeças é consequência da baixa competitividade da indústria brasileira frente ao mercado global e deve-se, entre outros fatores, à conjuntura macroeconômica do país, destacando-se os elevados custos de produção e distribuição, alto custo do capital, carga tributária elevada e legislação trabalhista inflexível (SINDIPEÇAS, 2015).

1.2. Problema de Pesquisa

O desenvolvimento desta pesquisa contou com um estudo de caso em uma empresa representante da indústria de autopeças no Brasil, que desenvolve peças fundidas em ligas de alumínio de acordo com as especificações do cliente. Muitas vezes a participação dessa empresa foco na concepção do produto é limitada e tardia. O cliente projeta o produto considerando principalmente aspectos de desempenho e montabilidade, que são validados através da confecção e teste de protótipos construídos por meio de processos de fabricação que não são aqueles a serem utilizados na produção em série. Uma vez validado o projeto do produto, alterações de geometria e material tornam-se mais difíceis, pois o processo de validação é geralmente muito custoso e demorado. A empresa foco, ao receber o projeto do produto já concluído, analisa-o criticamente e frequentemente identifica problemas de geometria que dificultam o projeto ou a construção do ferramental definitivo e prejudicam a manufaturabilidade do produto, além de problemas com o material especificado pelo cliente, que muitas vezes não é padrão de mercado e, portanto, é mais caro para se obter e gerenciar na produção. Dessa forma, o fornecedor solicita ao cliente a alteração do produto, o que como já mencionado, nem sempre é bem recebido pelo cliente e, mesmo quando acata as solicitações de alteração, não o faz de modo completo. Assim sendo, os conhecimentos de processo do fornecedor não são plenamente incorporados ao produto, desperdiçando-se um significativo potencial de ganhos para o cliente, o próprio fornecedor e demais membros da cadeia de suprimentos, como recomenda a prática do ESI. Essa situação é particularmente crítica no caso de fornecedores de peças fundidas, como é o caso da empresa foco desta pesquisa, uma vez que o desenvolvimento dos componentes fundidos costuma ser uma das etapas mais longas e custosas do processo de desenvolvimento de um veículo ou sistema veicular, pois envolve o desenvolvimento de ferramentais e processos produtivos complexos (EISTO *et al.*, 2010).

Em contraste com a situação encontrada na empresa foco, o atual ambiente do mercado exige das organizações a contínua inovação dos produtos, o que torna as novas tecnologias muito rapidamente obsoletas e os produtos crescentemente mais complexos. Na medida em que se reduz o ciclo de vida dos produtos, novos

produtos devem ser desenvolvidos e lançados no mercado em intervalos de tempo cada vez mais curtos, demandando das organizações a implementação de uma estratégia de desenvolvimento de novos produtos que privilegie a contínua redução do tempo do ciclo de desenvolvimento (*time-to-market*) e o gerenciamento eficaz dos custos crescentes de desenvolvimento como forma de atingir níveis sustentáveis de competitividade e rentabilidade. Para alcançar esse objetivo, é imprescindível o envolvimento dos clientes e dos fornecedores no processo de desenvolvimento de novos produtos (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004).

O problema de pesquisa que emerge dessas situações conflitantes é: analisar como a empresa foco conduz seu processo de desenvolvimento do produto e a prática do ESI, de forma a envolver-se cada vez mais antecipadamente nos projetos do cliente e assim buscar a redução do tempo de ciclo de desenvolvimento, a melhoria da manufaturabilidade do produto, bem como superar a resistência dos clientes e outros eventuais transtornos existentes no processo. A questão de pesquisa resultante dessa problemática é:

Como a prática do ESI é conduzida do ponto de vista de uma empresa fornecedora da indústria automobilística nacional?

1.3. Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é identificar e analisar como é conduzida a prática do ESI a partir da perspectiva de uma empresa fornecedora da indústria automobilística nacional.

Em complemento ao objetivo geral a pesquisa buscou também atingir objetivos específicos que auxiliam no entendimento em profundidade do fenômeno estudado. Tais objetivos específicos são:

- Investigar os benefícios, pré-requisitos e desafios do fornecedor decorrentes da aplicação do ESI e os fatores que conduzem a esses resultados.

- Avaliar o impacto da prática do ESI sobre o desenvolvimento do processo de manufatura do produto.
- Avaliar a aplicação dos processos e práticas de gestão da cadeia de suprimentos na empresa foco, em especial a aplicação do processo de desenvolvimento do produto.

Esses objetivos foram atingidos através do estudo de caso proposto, que buscou descrever e explicar os resultados do processo de desenvolvimento de produtos na empresa foco, dentro do contexto da gestão da cadeia de suprimentos e com ênfase na prática do ESI, comparando os resultados encontrados com aqueles previstos nos referenciais teóricos pertinentes.

1.4. Justificativas

A importância da indústria automobilística para a economia nacional torna, por si só, os estudos sobre as atividades e práticas do setor potencialmente relevantes, especialmente no que concerne ao processo de desenvolvimento de produtos, que será decisivo para vencer os desafios de aumento de produtividade e sustentabilidade do setor, com particular importância para as empresas de autopeças nacionais, que vêm perdendo participação de mercado para produtos importados.

Em linha com a proposta de pesquisa de identificar e analisar como é conduzida a implementação do ESI da perspectiva de uma empresa fornecedora, observa-se que a literatura atual apresenta uma lacuna, em nível global, pois o ESI é apresentado predominantemente através da perspectiva do cliente, com pouca ou nenhuma consideração sobre a perspectiva do fornecedor, o que contraria a ideia original do ESI como uma prática de gestão da cadeia de suprimentos, uma vez que, para atingir os resultados esperados, o fornecedor deve ser parte ativa do processo e não um mero prestador de serviços no processo de desenvolvimento, que o cliente envolve no projeto na medida de sua conveniência imediata. Para que o ESI seja de fato estruturado como uma prática colaborativa da cadeia de suprimentos, a perspectiva do fornecedor deve, portanto, ser considerada e incluída no

desenvolvimento da prática e da teoria do ESI. Outra lacuna verificada na teoria é a carência de literatura sobre o ESI no Brasil, tanto na indústria automobilística quanto em outros setores, já que as particularidades do mercado brasileiro podem ter influência importante sobre os métodos de gestão e sobre os resultados da prática.

A escolha do estudo de caso único para analisar a prática do ESI do ponto de vista do fornecedor justifica-se pelo fato de o estudo de caso único em profundidade oferecer a possibilidade de se capturar com mais detalhes o contexto dentro do qual se dá o fenômeno em estudo (YIN, 2010), o que é uma condição necessária para se obter o balanceamento adequado entre o embasamento situacional do caso e o senso de generalidade que deve transcender o contexto empírico (KETOKIVI; CHOI, 2014).

1.5. Proposições

Com base na revisão bibliográfica inicial e na experiência profissional do pesquisador, foram estabelecidas proposições sobre a prática e os resultados do ESI que se esperam encontrar na pesquisa de campo. As proposições são relacionadas a seguir:

- A prática do ESI tem potencial para gerar ganhos significativos no tempo de desenvolvimento, no custo e na qualidade do produto, no grau de inovação do produto e do processo, tanto para os clientes e usuários finais do produto quanto para os fornecedores e demais membros da cadeia de suprimentos. Adicionalmente, o ESI pode representar um papel importante no desenvolvimento de relacionamentos de longo prazo entre os membros da cadeia de suprimentos.
- Apesar de os ganhos potenciais serem relevantes, eles não têm sido plenamente efetivados devido ao desconhecimento da prática, à falta de compartilhamento dos ganhos e às lacunas na estrutura de gestão do ESI por parte dos membros da cadeia de suprimentos.
- Na indústria automobilística brasileira a aplicação do ESI ocorre principalmente por iniciativa das montadoras ou sistemistas, com os demais

membros da cadeia de suprimentos representando um papel passivo no processo e, por conseguinte, não obtendo uma parcela proporcional ao seu esforço dos ganhos esperados com a prática.

1.6. Estrutura do Trabalho

Para responder ao problema de pesquisa proposto e atingir os objetivos traçados, esta dissertação foi estruturada em sete capítulos e um apêndice.

O primeiro capítulo, que é a **introdução** do trabalho, apresenta o tema e sua importância, o problema de pesquisa, os objetivos, as justificativas e proposições do trabalho.

Após a introdução é apresentada a **revisão bibliográfica**, que consiste em um exame da literatura atual sobre gestão da cadeia de suprimentos e suas práticas, sobre o processo de desenvolvimento de produtos e comercialização e seus subprocessos, e sobre o ESI, abrangendo aspectos estratégicos, táticos e operacionais.

A **metodologia**, tratada no capítulo seguinte, descreve as estratégias, procedimentos e técnicas utilizados na pesquisa, a qual se baseia em um estudo de caso único, que conta também com um protocolo de estudo de caso que visa tornar o estudo de caso mais robusto e transparente.

No capítulo **estudo de caso** é apresentada a empresa foco da pesquisa, que é uma empresa nacional fornecedora da indústria automobilística, seus clientes e fornecedores, bem como seus procedimentos, práticas e resultados de gestão da cadeia de suprimentos, processo de desenvolvimento do produto e ESI, todos esses tópicos relatados à luz dos referenciais teóricos discutidos na revisão bibliográfica.

A **análise de resultados e recomendações** foi desenvolvida no capítulo seguinte através da comparação dos resultados do estudo de caso com as proposições teóricas, da análise das possíveis lacunas entre a aplicação prática e o referencial teórico, com recomendações para a melhoria da gestão do processo de

desenvolvimento de produtos da empresa foco, ou mesmo para desenvolvimento posterior da teoria.

Nas **considerações finais** foram avaliadas as respostas às questões e objetivos de pesquisa, a confirmação ou rejeição das proposições adotadas, a contribuição ao desenvolvimento gerencial e ao desenvolvimento da teoria, as limitações da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

Nas **referências bibliográficas** estão listadas todas as obras consultadas no desenvolvimento da dissertação, incluindo artigos científicos, dissertações e fontes de dados secundários obtidos na internet.

O **apêndice** apresenta o protocolo de estudo de caso, que estabelece os procedimentos de coleta e análise de dados e contém o roteiro utilizado nas entrevistas de coleta de dados, com perguntas relacionadas aos referenciais teóricos adotados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo trata da revisão bibliográfica realizada como base para desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente examinou-se a literatura sobre gestão da cadeia de suprimentos, com foco principalmente nos trabalhos de Pires (2009), Lambert e Schwiertman (2012), além de outros autores que tratam das práticas da gestão da cadeia de suprimentos.

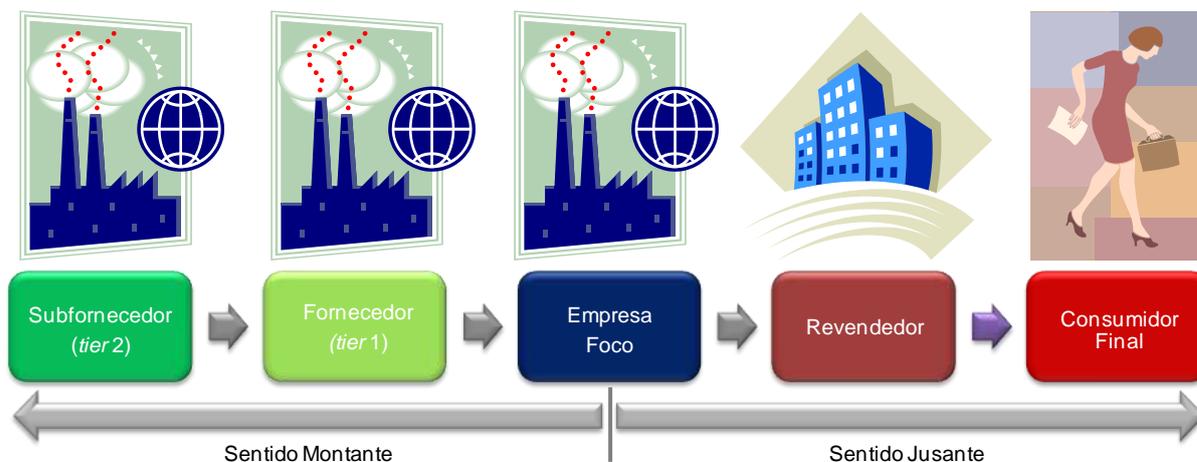
A seguir a revisão analisa o processo de desenvolvimento de produtos e comercialização e seus subprocessos, essencialmente com base no trabalho de Rogers, Lambert e Knemeyer (2004), no manual de planejamento avançado da qualidade do produto (APQP) do AIAG (2008), bem como outros autores que estudam o fluxo de informações e a medição de desempenho do processo de desenvolvimento do produto.

Finalmente a literatura sobre ESI é examinada, onde se adotaram especialmente os trabalhos de Pires (2009) e Dowlatshahi (1998) no que tange aos aspectos estruturais e estratégicos da prática, Le Dain, Calvi e Cheriti (2010) nos aspectos táticos ligados à decisão de envolvimento dos fornecedores nos desenvolvimentos, e Eisto *et al.* (2010) para tratar dos aspectos operacionais e dos benefícios, pré-requisitos e desafios na implementação do ESI.

2.1. Gestão da Cadeia de Suprimentos

Uma Cadeia de Suprimentos (CS) ou *Supply Chain* (SC) pode ser compreendida como um conjunto de organizações cujos processos se interligam e entrelaçam, partindo das fontes de matéria-prima, chegando ao consumidor final e abrangendo os esforços de produção e movimentação de bens e serviços (PIRES, 2009), conforme exemplificado na Figura 1.

Figura 1 – Representação de uma Cadeia de Suprimentos



Fonte: adaptada de Pires (2009)

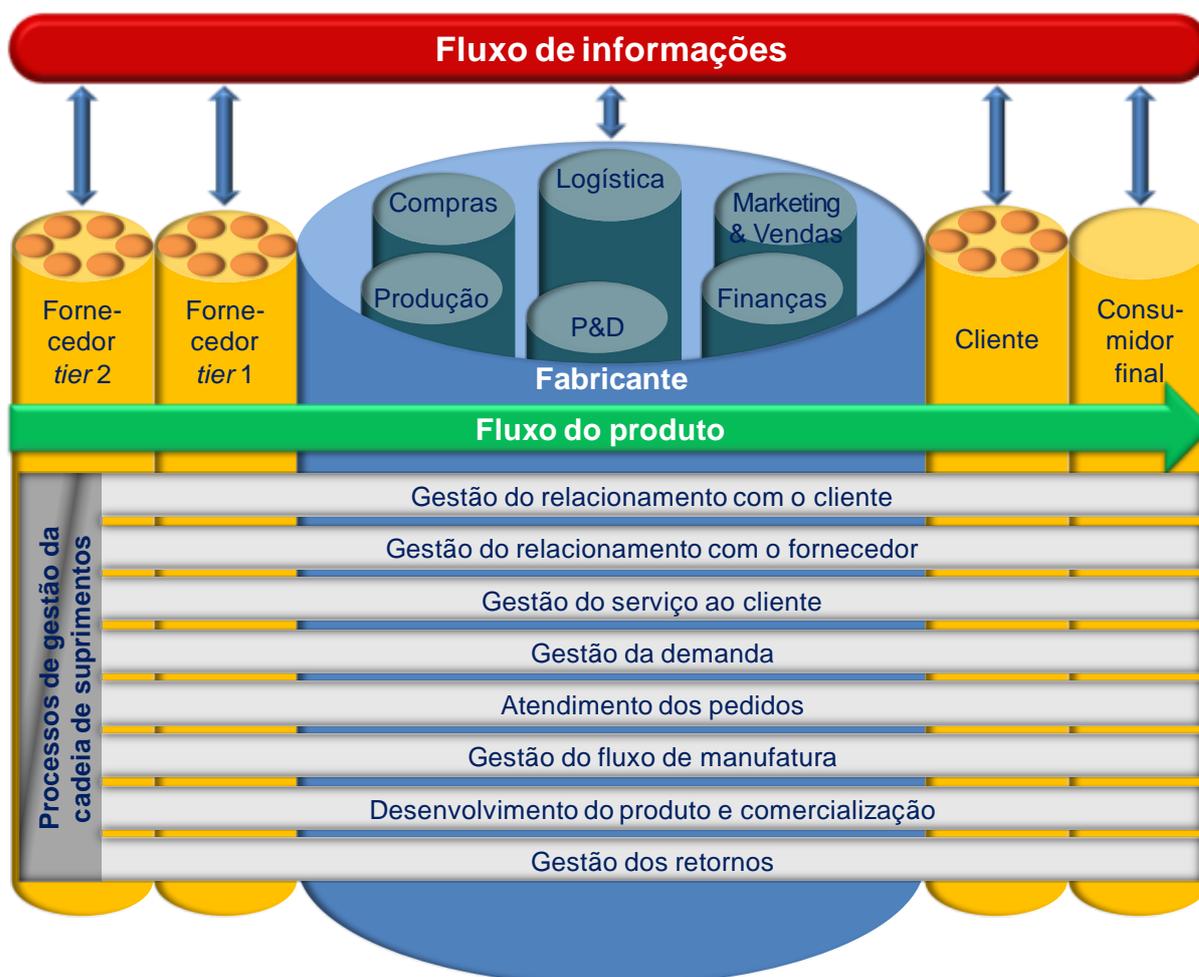
Observando essa cadeia a partir de uma empresa foco em seu interior, as organizações localizadas à montante da empresa foco são seus fornecedores diretos (também chamados de fornecedores de primeira camada ou *tier 1*) e subfornecedores (*tier 2*, *tier 3*, etc.), enquanto as empresas localizadas à jusante são os clientes, distribuidores e assim sucessivamente até se atingir o consumidor final.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2014), a Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) ou *Supply Chain Management* (SCM) é um modelo que integra as principais funções e processos de negócio ao longo da cadeia de suprimentos, buscando o alto desempenho da cadeia e de seus elos. A SCM inclui atividades de logística, operações, *marketing*, vendas, projeto de produto, finanças e tecnologia da informação.

2.1.1. Processos de Negócios na Gestão da Cadeia de Suprimentos

O *Global Supply Chain Forum* identifica oito processos de negócios que devem ser implementados na SCM (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012). A estrutura esquemática desses processos é mostrada na Figura 2.

Figura 2 – Processos de Negócio na SCM



Fonte: adaptada de Lambert e Schwieterman (2012)

Cada processo divide-se em subprocessos estratégicos e operacionais que se relacionam aos demais processos, tanto internamente na organização quanto externamente com os clientes e fornecedores.

A efetiva gestão dos processos requer a participação de equipes multifuncionais com representantes das áreas de *Marketing & Vendas*, *Logística*, *Compras*, *Produção*, *Pesquisa e Desenvolvimento* e *Finanças*, além de clientes e fornecedores. A seguir são descritos os oito processos de negócio da SCM.

2.1.1.1. Gestão do relacionamento com o cliente

Esse processo é liderado pela Presidência da empresa e no nível estratégico identifica os clientes-chave e grupos de clientes, segmentando-os em função do seu

potencial de geração de valor e alinhamento com a missão do negócio. Acordos detalhados de fornecimento de produtos e serviços são desenvolvidos com os clientes-chave, a lucratividade de cada cliente e o impacto do desempenho da empresa sobre o desempenho desses clientes são monitorados (LAMBERT, 2010).

2.1.1.2. Gestão do relacionamento com o fornecedor

Com base no valor e na criticidade dos produtos e serviços fornecidos, identifica um pequeno grupo de fornecedores com os quais será desenvolvida uma estreita relação ganha-ganha (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012).

2.1.1.3. Gestão do serviço ao cliente

Administra os acordos de fornecimento desenvolvidos no processo de gestão do relacionamento com o cliente visando a solução de problemas antes que esses possam afetar negativamente a relação como cliente (BOLUMOLE; KNEMEYER; LAMBERT, 2003).

2.1.1.4. Gestão da demanda

Procura captar a demanda diretamente dos pontos de venda e das informações-chave dos clientes e transmiti-la a toda a cadeia de suprimentos, de forma a reduzir a incerteza e a variabilidade das informações e com isso sincronizar a oferta à demanda (CROXTON *et al.*, 2002).

2.1.1.5. Atendimento dos pedidos

Engloba atividades relacionadas à definição dos requisitos do cliente e busca minimização do custo total, com a participação dos clientes e fornecedores. No nível estratégico considera decisões como em que país ocorrerá a manufatura, quais os custos de fabricação e logística, taxas e impostos (CROXTON, 2003).

2.1.1.6. Gestão do fluxo de manufatura

Inclui as atividades necessárias à obtenção da flexibilidade da cadeia de suprimentos, atendendo a uma ampla gama de produtos, com o melhor prazo e ao custo mínimo (GOLDSBY; GARCÍA-DASTUGUE, 2003).

2.1.1.7. Desenvolvimento do produto e comercialização

Visa a estruturação do processo de desenvolvimento do produto em conjunto com o cliente e os fornecedores, considerando fatores como o fluxo otimizado de produtos na cadeia de suprimentos e a integração com os demais processos de negócio (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004). Esse processo é tratado de forma mais detalhada na seção 2.2.

2.1.1.8. Gestão dos retornos

Compreende a gestão de devoluções, cancelamento de pedidos, logística reversa ao longo da cadeia de suprimentos, considerando questões ambientais, uso de embalagens retornáveis, oportunidades de redução de perdas e obtenção de vantagens competitivas (ROGERS *et al.*, 2002).

2.1.2. Iniciativas e Práticas da Gestão da Cadeia de Suprimentos

A efetiva implementação da SCM envolve o desenvolvimento de iniciativas e práticas de gestão dos processos de negócio. A seguir são apresentadas algumas das principais práticas atualmente aplicadas na SCM.

2.1.2.1. Reestruturação e consolidação de cadeias de suprimentos

As empresas líderes em sua cadeia de suprimentos têm promovido a reestruturação de sua base de fornecedores e clientes. O objetivo é identificar quais são os fornecedores e, em menor grau, os clientes com os quais se julga vantajoso construir relacionamentos estreitos e duradouros, que proporcionem ganhos reais para as partes envolvidas. A fase de reestruturação consiste basicamente na redução do número de fornecedores, o que pode resultar em fontes únicas ou

múltiplas de fornecimento. Uma fonte única tem como vantagem o desenvolvimento de uma parceria de longo prazo, mas traz a desvantagem do aumento da dependência do cliente em relação ao fornecedor. Já as fontes múltiplas aumentam o poder de barganha do cliente e reduzem sua dependência em relação aos fornecedores, mas tendem a aumentar a complexidade da gestão da base de fornecedores e a reduzir o comprometimento desses fornecedores. A fase de consolidação implica no efetivo desenvolvimento da parceria com os fornecedores e clientes (PIRES, 2009; CERRA *et al.*, 2014).

2.1.2.2. Desenvolvimento de fornecedores

Com o desenvolvimento de fornecedores as organizações buscam a melhoria do desempenho de seus principais fornecedores, especialmente em termos de qualidade, atendimento, inovação e custos. O procedimento de desenvolvimento de fornecedores envolve, entre outras atividades, a identificação dos itens comprados que são críticos em termos estratégicos e de volume de compras; a identificação dos principais fornecedores dos itens críticos, que passam assim a ser considerados fornecedores críticos; a formação de uma equipe multifuncional para gerenciar os trabalhos junto aos fornecedores, alinhar os objetivos estratégicos com os fornecedores e definir os projetos-chave; estabelecimento de acordos com os fornecedores, com definição das metas comuns e detalhamento dos projetos; monitoramento do desenvolvimento e revisão das estratégias (PIRES, 2009; GUARNIERI, 2015).

2.1.2.3. Planejamento e gestão colaborativa

A integração dos membros da cadeia de suprimentos é um dos pontos críticos para o sucesso da gestão dos processos de negócio. Dentre as práticas ferramentas utilizadas para planejamento e gestão colaborativa destacam-se (PIRES, 2009):

- **Electronic data interchange (EDI):** o intercâmbio eletrônico de dados objetiva a troca de dados entre os membros da cadeia de suprimentos, como por exemplo, pedidos de compra, programas de produção e entregas, níveis de estoque, avisos de embarque e recebimento, faturas. Os dados são trocados na rede através

de uma estrutura de documentação padronizada e tratados por meio de *softwares* de comunicação (SILVA JÚNIOR; SOUZA; MANHÃES, 2014).

- ***Efficient consumer response (ECR)***: a resposta eficiente ao consumidor consiste em um sistema de reposição automática de estoques nos pontos de venda. As informações de demanda são repassadas aos membros da cadeia de suprimentos de forma automática, aumentando a eficiência da cadeia como um todo (CORRÊA; MELLO, 2014).
- ***Vendor managed inventory (VMI)***: o estoque gerenciado pelo fornecedor é a prática em que a gestão do estoque do cliente fica a cargo do fornecedor, que é responsável pela reposição. O VMI é a evolução do conceito de estoque consignado, mas com uso intensivo da tecnologia da informação. Como vantagens para o fornecedor podem ser citadas a maior fidelização do cliente, a melhor gestão da demanda e o maior conhecimento do mercado. Para os clientes as vantagens são o menor custo de estoques, melhor atendimento pelo fornecedor e a simplificação da gestão dos estoques. As principais desvantagens do VMI são, para o fornecedor, o custo dos estoques e sua gestão e, para o cliente, a maior dependência do fornecedor e a possível perda de controle sobre os estoques (FREITAS; TOMAS; ALCÂNTARA, 2014).
- ***Continuous replenishment (CR)***: a reposição contínua pode ser considerada uma evolução do VMI, pois disponibiliza os níveis de estoque nos pontos de venda, de forma que a previsão de vendas e o planejamento da produção possam se basear na demanda do consumidor e não apenas nas variações dos níveis de estoque do cliente imediato (CABRAL, 2014).
- ***Collaborative planning, forecasting and replenishment (CPFR)***: o planejamento, previsão e reposição colaborativos é um modelo de gestão e compartilhamento de informação pela cadeia de suprimentos que busca o desenvolvimento de metas e indicadores da cadeia, que leva ao desenvolvimento de planos e previsão de demanda conjuntos, o que permite a identificação e o tratamento das ocorrências pelos membros da cadeia de forma colaborativa, visando o atendimento das ordens de compras e produção (SANTOS; VIANA, 2015).

2.1.2.4. Outsourcing

O *outsourcing*, também denominado terceirização, é uma prática que têm ocorrido de forma crescente em todo o mundo. Através dela atividades e processos internos de uma organização são transferidos para fornecedores externos, permitindo que as empresas se concentrem seus recursos em seus negócios e atividades principais.

A motivação para a terceirização inclui a maximização do retorno dos investimentos através do foco nos negócios principais, repasse de processos secundários a fornecedores especializados, rápido acesso a tecnologia disponível pelos fornecedores, aumento da flexibilidade, complementar recursos internos, gerar recursos financeiros através da venda de ativos, maior disponibilidade de capital para investimentos, entre outras.

A terceirização para ser bem sucedida requer a análise minuciosa dos fornecedores potenciais, da capacidade de gestão da empresa cliente e principalmente a análise da possível terceirização à luz da estratégia da empresa, a qual deve ir além da simples redução de custos (PIRES, 2009; CERRA *et al.*, 2014).

2.1.2.5. In plant representatives

Os representantes de uma organização trabalhando em tempo integral nas instalações do cliente ou do fornecedor são denominados residentes. Seu objetivo é propiciar canais de comunicação mais diretos e dinâmicos, eliminar ou atenuar as situações de conflito entre as empresas, auxiliar o cliente ou fornecedor na melhoria da qualidade do produto e fortalecer o relacionamento cliente-fornecedor (PIRES, 2009; SIMON *et al.*, 2015).

2.1.2.6. Postponement

A postergação consiste no adiamento da configuração final do produto até que se tenha conhecimento da demanda, o que está alinhado à visão atual de produção puxada. Para que a postergação possa ser implementada é necessário que o processo de manufatura possa ser dividido em diferentes etapas, que o produto seja composto por módulos básicos que possam ser montados e combinados em uma

ampla variedade de produtos finais, e que o processo de montagem final seja relativamente simples. As vantagens da postergação são a redução do estoque de produtos acabados, a maior flexibilidade para atendimento das alterações de demanda, a previsão da demanda é realizada no nível agregado e mais confiável, possibilidade de fornecer produtos customizados ao cliente (PIRES, 2009; SILVA; TUBINO; SEIBEL, 2015).

2.1.2.7. *Early supplier involvement (ESI)*

O processo de desenvolvimento do produto e comercialização requer a integração da equipe interna de desenvolvimento com os demais membros da cadeia de suprimentos (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004). O ESI, ou envolvimento antecipado do fornecedor, é uma prática da SCM que propõe o envolvimento do fornecedor com o cliente nas fases iniciais de desenvolvimento do produto, de forma que suas competências sejam incorporadas ao projeto com o objetivo de desenvolver produtos mais rapidamente, com maior qualidade e menor custo (PIRES, 2009).

O ESI está também alinhado com os princípios e práticas da Manufatura Enxuta, uma vez que ambos visam a redução de desperdícios, riscos, custos e tempo de desenvolvimento (FORNO; FORCELLINI; BORNIA, 2013; BENEVIDES; ANTONIOLLI; ARGOUD, 2013). A prática do ESI é desenvolvida mais detalhadamente na seção 2.3.

2.2. Processo de Desenvolvimento do Produto e Comercialização

O processo de desenvolvimento do produto e comercialização é considerado crítico para a SCM (MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014) e, quando bem conduzido, pode representar uma importante e sustentável vantagem competitiva às organizações, já que a busca pela redução do tempo de desenvolvimento é chave para o sucesso na inovação e lucratividade do produto, requer o enfoque multidisciplinar e a integração com clientes e fornecedores, sendo cada vez mais comum a integração de serviços aos produtos, o que é uma valiosa fonte de diferenciação no mercado.

2.2.1. Tipos de Desenvolvimento

Dependendo do grau de inovação incorporado ao produto, o desenvolvimento pode ser classificado em quatro tipos (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004):

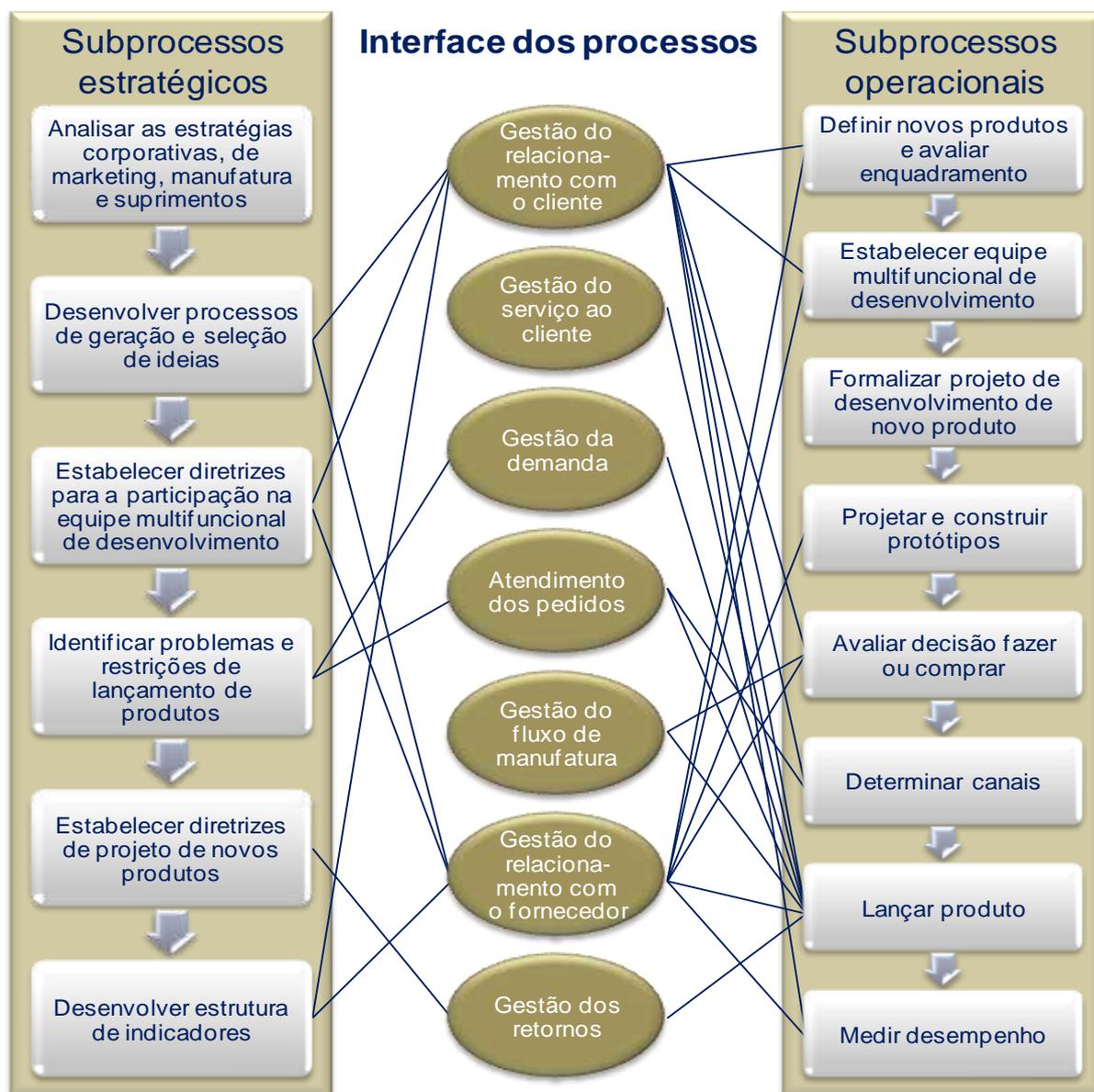
- **Novas plataformas de produto:** esse tipo busca criar uma família de produtos baseada em uma nova plataforma comum.
- **Derivação de plataformas de produto existentes:** nesse caso novos produtos são criados a partir de uma plataforma existente para atender melhor a mercados específicos.
- **Melhorias incrementais em produtos existentes:** ocorre através da adição ou modificação de características dos produtos existentes.
- **Produtos fundamentalmente novos:** caso em que se enquadram produtos ou tecnologias de produção radicalmente diferentes das existentes.

2.2.2. Interface dos Processos

Assim como os demais processos da SCM, o desenvolvimento do produto e comercialização é constituído por subprocessos estratégicos e operacionais, os quais se relacionam com os demais processos conforme mostrado na Figura 3. O desenvolvimento é conduzido por equipes multifuncionais que devem incluir gerentes das áreas de Engenharia do Produto, Pesquisa e Desenvolvimento,

Marketing, Finanças, Compras, Logística e representantes dos clientes e fornecedores (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004).

Figura 3 – Processo de Desenvolvimento do Produto e Comercialização



Fonte: adaptada de Rogers, Lambert e Knemeyer (2004)

Os subprocessos estratégicos e operacionais, bem como suas principais atividades são detalhados em seguida.

2.2.3. Subprocessos Estratégicos

Os subprocessos estratégicos têm por objetivo definir a estrutura do processo de desenvolvimento do produto e comercialização que será implementada nos subprocessos operacionais. A seguir são descritos os subprocessos estratégicos (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004).

2.2.3.1. Analisar as estratégias corporativas, de *marketing*, manufatura e suprimentos

As estratégias corporativas, de *marketing*, manufatura e suprimentos devem ser revisadas para avaliar qual o seu impacto sobre o produto a ser desenvolvido e qual o seu papel nas estratégias da empresa. As necessidades dos clientes dos segmentos-chave devem ser identificadas e as restrições e capacidades da cadeia de suprimentos devem ser compreendidas.

2.2.3.2. Desenvolver processos de geração e seleção de ideias

Sistemáticas devem ser desenvolvidas para identificar as fontes de ideias, estabelecer incentivos para novos produtos, desenvolver programas formais para captação da voz do cliente e estabelecer diretrizes para enquadramento estratégico do novo produto.

2.2.3.3. Estabelecer diretrizes para a participação na equipe multifuncional

Critérios e diretrizes devem ser estabelecidos para identificar e assegurar a efetiva participação no processo de desenvolvimento das áreas internas da empresa e dos clientes e fornecedores.

2.2.3.4. Identificar problemas e restrições de lançamento de produtos

Requisitos para o planejamento de *marketing* devem ser considerados, incluindo o treinamento da força de vendas e o planejamento da promoção, do inventário e do transporte.

2.2.3.5. Estabelecer diretrizes de projeto de novos produtos

As expectativas quanto ao prazo para lançamento do produto no mercado e a lucratividade do produto devem ser determinadas. É necessário também avaliar as implicações sobre os recursos humanos, o enquadramento estratégico do produto, o orçamento do projeto e as diretrizes de lucratividade e cronograma.

2.2.3.6. Desenvolver estrutura de indicadores

Indicadores e metas adequadas devem ser estabelecidos para mensurar o desempenho do processo de desenvolvimento, incluindo tipicamente prazo de lançamento, retorno do investimento, vendas iniciais, custos do desenvolvimento, valor econômico agregado (EVA). O uso de indicadores é descrito mais detalhadamente na seção 2.2.7.

2.2.4. Subprocessos Operacionais

Os subprocessos operacionais do processo de desenvolvimento do produto e comercialização representam a implementação da estrutura desenvolvida no nível estratégico. A seguir são descritos os subprocessos operacionais (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004).

2.2.4.1. Definir novos produtos e avaliar enquadramento

A geração e seleção de ideias é realizada nesse subprocesso, que compreende a avaliação do mercado, a consulta dos clientes-chave e a análise do enquadramento das ideias com o ambiente de canais de distribuição, manufatura e logística.

2.2.4.2. Estabelecer equipe multifuncional de desenvolvimento

A partir das diretrizes estratégicas é estabelecida a equipe multifuncional de desenvolvimento, a qual deve incluir membros internos e externos à organização, tais como clientes e fornecedores. Diferenças culturais entre os participantes devem ser consideradas e gerenciadas.

2.2.4.3. Formalizar projeto de desenvolvimento de novo produto

A equipe multifuncional de desenvolvimento avalia o enquadramento estratégico do novo produto, estabelece e formaliza o prazo para desenvolvimento, determina os requisitos de recursos humanos e define as metas de lucratividade do produto.

2.2.4.4. Projetar e construir protótipos

O projeto e construção de protótipos compreende a condução de análise de valor, o envolvimento dos fornecedores, a busca de fontes de fornecimento de protótipos e a realização dos testes de validação.

2.2.4.5. Avaliar decisão fazer ou comprar

A decisão fazer ou comprar consiste em determinar se o produto e seus componentes serão manufaturados internamente na organização ou se serão adquiridos dos fornecedores. Envolve a avaliação da capacidade dos fornecedores, o envio e análise de cotações. Esse subprocesso é detalhado na seção 2.3.5.

2.2.4.6. Determinar canais

A equipe multifuncional deve definir cuidadosamente os canais de *marketing* e distribuição, que vêm a ser os meios físicos, processos e intermediários necessários para disponibilizar o produto para o cliente ou consumidor final (VENDRAME; GIULIANI; SPERS, 2008), o plano de *marketing* e o planejamento de inventário, pois o sucesso do produto muitas vezes depende diretamente dos canais utilizados.

2.2.4.7. Lançar produto

No lançamento do produto todas as atividades planejadas são efetivadas, os planos de *marketing* e promoção são implementados, o treinamento da força de vendas é realizado. Nessa fase o fluxo de produção é planejado, os materiais são adquiridos, o produto é fabricado, montado e os estoques são produzidos e distribuídos.

2.2.4.8. Medir desempenho

Uma vez realizado o lançamento do produto, o desempenho do processo de desenvolvimento é avaliado através dos indicadores previamente definidos visando a identificação de oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento do produto e comercialização. Os indicadores são computados, analisados e comunicados internamente à organização e, se possível e apropriado, aos demais membros da cadeia de suprimentos.

2.2.5. Desenvolvimento de Produtos na Indústria Automobilística

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) na indústria automobilística insere-se na estratégica do setor de aprimoramento da gestão da cadeia de suprimentos, através do estabelecimento de práticas de gestão recomendadas aos fornecedores de primeiro nível (*tier 1*) para gerenciamento de seus subfornecedores *tier 2*, *tier 3*, etc., como mostrado na Figura 4 (AIAG, 2012).

Figura 4 – Gestão de Fornecedores na Indústria Automobilística



Fonte: adaptada de AIAG (2012)

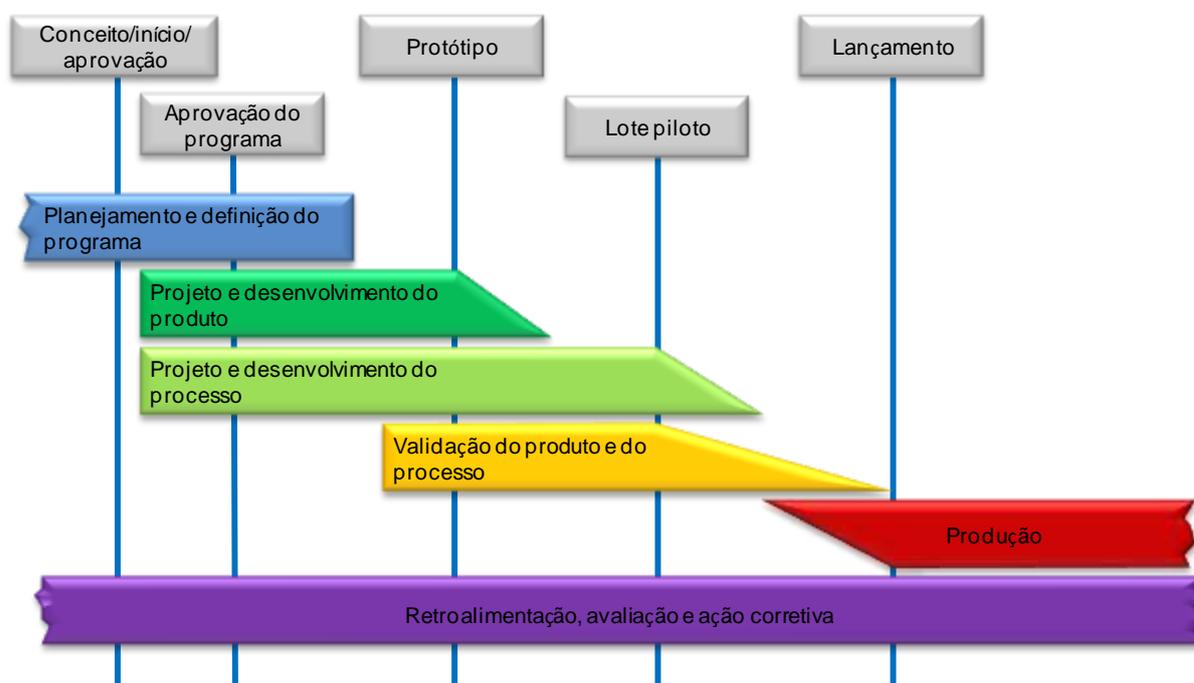
A instrumentalização do processo de desenvolvimento do produto na indústria automobilística, por força da especificação técnica ISO/TS 16949 (ABNT, 2010),

ocorre principalmente através da aplicação de metodologias de planejamento da qualidade do produto, em especial do *Advanced Product Quality Planning* (APQP) (AIAG, 2008), o qual envolve os diversos níveis da cadeia de suprimentos e se inicia antes mesmo do fechamento formal do pedido de compra.

Uma das premissas do APQP é a engenharia simultânea, que é um processo realizado por equipes multifuncionais do fornecedor, do cliente e dos subfornecedores, que devem trabalhar juntos com o objetivo de desenvolver produtos com qualidade no menor prazo possível (AIAG, 2008). Na engenharia simultânea as fases do projeto sobrepõem-se ao longo do tempo, em vez de serem executadas sequencialmente, como mostrado na Figura 5.

O APQP está alinhado aos conceitos e práticas da SCM, em especial do ESI, uma vez que preconiza o envolvimento dos elos da cadeia de suprimentos no processo de desenvolvimento do produto e considera não somente aspectos do projeto do produto, mas também do processo produtivo, incluindo questões logísticas.

Figura 5 – Fases do APQP



Fonte: adaptada de AIAG (2008)

O grau de interação entre o cliente, o fornecedor e os subfornecedores durante o desenvolvimento depende do tipo de envolvimento requerido (caixa preta, caixa cinza ou caixa branca – ver seção 2.3.5). O Quadro 1 apresenta a Matriz de Responsabilidade do Planejamento da Qualidade do Produto, que define as atividades a serem desenvolvidas pelo fornecedor em função de seu envolvimento.

Quadro 1 – Matriz de Responsabilidades do APQP

Atividade	Responsável pelo projeto	Manufatura	Organização de serviços: tratamento térmico, armazenagem, transporte, etc.
Definição da abrangência	●	●	●
Fase 1. Planejamento e definição do programa	●		
Fase 2. Projeto e desenvolvimento do produto	●		
Análise de viabilidade do projeto	●	●	●
Fase 3. Projeto e desenvolvimento do processo	●	●	●
Fase 4. Validação do produto e do processo	●	●	●
Fase 5. Retroalimentação, avaliação e ação corretiva	●	●	●
Desenvolvimento do plano de controle (fases 2, 3 e 4)	●	●	●

Fonte: adaptado do AIAG (2008)

A primeira atividade do APQP é a definição da abrangência do programa, que consiste na definição da equipe de desenvolvimento e suas responsabilidades; a identificação dos clientes externos e internos, seus requisitos e expectativas; avaliação da viabilidade do projeto; identificação de custos, restrições do programa e necessidade de documentação; elaboração de um cronograma de desenvolvimento.

A partir desse ponto, o APQP divide-se em cinco fases, apresentadas a seguir, que tem início antes do fechamento do pedido e continuam até os lotes iniciais da produção seriada.

2.2.5.1. Fase 1. Planejamento e definição do programa

O objetivo dessa fase é assegurar que as necessidades e expectativas do cliente sejam conhecidas e compreendidas, e que o programa de desenvolvimento as considere de forma adequada.

Os dados de entrada dessa fase são:

- **Voz do cliente:** pesquisa de mercado, histórico de qualidade e garantia, experiência da equipe.
- **Plano de negócios e estratégias de *marketing*:** posicionamento do produto, restrições de prazos, recursos, orçamento.
- **Dados de *benchmark* do produto e do processo:** compreensão das diferenças entre os produtos e processos atuais da empresa e os dos concorrentes.
- **Premissas do produto e do processo:** conceitos, inovações técnicas, materiais.
- **Estudos de confiabilidade do produto:** dados de confiabilidade e durabilidade de longo prazo.
- **Opinião do cliente:** avaliação dos estudos anteriores pelos potenciais usuários do produto.

Os dados de saída dessa fase são:

- **Objetivos do projeto:** tradução da voz do cliente em objetivos de projeto mensuráveis.
- **Metas de confiabilidade e qualidade:** níveis admissíveis de defeitos e rejeições, prevenção de falhas de segurança.
- **Lista preliminar de materiais:** definição preliminar das especificações de materiais, fornecedores potenciais e processos produtivos.
- **Fluxograma preliminar do processo:** definição preliminar da sequência de processos internos e processos realizados pela cadeia de suprimentos.

- **Lista preliminar de características especiais do produto e do processo:** definição preliminar de características cujo desempenho tem impacto significativo sobre o resultado do produto final e do processo produtivo.
- **Plano de garantia do produto:** realização de análises e testes necessários para assegurar a qualidade e segurança do produto.
- **Suporte da gerência:** acompanhamento do cronograma do projeto, planejamento e alocação de recursos para o programa.

2.2.5.2. Fase 2. Projeto e desenvolvimento do produto

Nessa fase são estabelecidas as especificações do produto de modo a atender às necessidades e expectativas do cliente, assegurando sua viabilidade técnica, econômica e estratégica.

Os dados de entrada dessa fase são os dados de saída da fase anterior. Os dados de saída são:

- **Análise de modos e efeitos de falhas de projeto (DFMEA):** avaliação e prevenção de falhas potenciais devidas a erros de projeto.
- **Projeto para manufatura e montagem:** incorporação de alterações ao projeto do produto, através da engenharia simultânea, visando a melhoria dos processos de manufatura e montagem.
- **Verificações do projeto:** ensaios e verificações para assegurar que o projeto do produto atende aos requisitos do cliente.
- **Análises críticas do projeto:** reuniões periódicas com as áreas envolvidas no projeto para avaliar o andamento do cronograma e encaminhar soluções para os problemas encontrados.

- **Construção de protótipos e elaboração do plano de controle:** realização de ensaios em protótipos do produto de acordo com um plano de controle e procedimento de teste.
- **Desenhos de engenharia:** desenhos preliminares e definitivos do produto, seus sistemas, subsistemas e componentes.
- **Especificações de engenharia:** definição dos requisitos funcionais, de durabilidade e aparência do produto.
- **Especificações de materiais:** definição de características de materiais e de seu desempenho esperado.
- **Alterações de desenhos e especificações:** documentação das alterações e comunicação às áreas envolvidas, inclusive de fornecedores.
- **Requisitos para novos equipamentos, ferramentais e instalações:** definição dos requisitos técnicos e prazos de desenvolvimento e validação dos equipamentos.
- **Características especiais do produto e do processo:** definição final das características cujo desempenho tem impacto significativo sobre o resultado do produto final e do processo produtivo
- **Requisitos para dispositivos de medição e equipamentos de testes:** definição dos requisitos técnicos e prazos de desenvolvimento e validação dos equipamentos de medição.
- **Comprometimento da equipe com a viabilidade e suporte da gerência:** análise, aprovação e comprometimento formal da viabilidade técnica e econômica do projeto, com participação e apoio da gerência quanto ao atendimento do cronograma do projeto, planejamento e alocação de recursos para o programa.

2.2.5.3. Fase 3. Projeto e desenvolvimento do processo

O processo produtivo deve ser desenvolvido de forma a atender às especificações do projeto dentro dos custos planejados.

Os dados de entrada dessa fase são os dados de saída das fases anteriores. Os dados de saída são:

- **Padrões e especificações de embalagem:** planejamento das embalagens considerando os requisitos do cliente e as técnicas e métodos planejados de manuseio e transporte do produto.
- **Análise crítica do sistema da qualidade do produto e do processo:** avaliação do sistema da qualidade no local de manufatura e testes do produto.
- **Fluxograma do processo:** definição final da sequência de processos internos e processos realizados pela cadeia de suprimentos.
- **Layout das instalações:** projeto e implementação das instalações produtivas e de testes do produto, levando em consideração o adequado fluxo de materiais.
- **Matriz de características:** determinação da relação entre as características do produto e as etapas dos processos produtivos e dos testes.
- **Análise de modos e efeitos de falhas de processo (PFMEA):** avaliação e prevenção de falhas potenciais devidas a erros de projeto e operação do processo produtivo.
- **Plano de controle de pré-lançamento:** definição dos controles, equipamentos, métodos de ensaio e amostragens a serem utilizados na validação do produto e do processo produtivo.
- **Instruções do processo:** elaboração de instruções de trabalho detalhadas para o pessoal de produção e monitoramento do processo.

- **Plano de análise dos sistemas de medição:** planejamento de estudos estatísticos para validação dos meios de monitoramento do produto e do processo definidos no plano de controle.
- **Plano de estudo preliminar da capacidade do processo:** planejamento de estudos estatísticos para assegurar a capacidade do processo produtivo de atender às especificações de engenharia para as características especiais do produto e do processo.
- **Suporte da gerência:** acompanhamento do cronograma do projeto, planejamento e alocação de recursos para o programa.

2.2.5.4. Fase 4. Validação do produto e do processo

Nessa fase são realizados todos os ensaios e verificações necessários para assegurar que tanto o produto quanto o processo produtivo atendem aos requisitos especificados.

Os dados de entrada dessa fase são os dados de saída das fases anteriores. Os dados de saída são:

- **Corrida piloto de produção:** produção de um lote experimental utilizando os equipamentos de produção, materiais, ferramentais de produção, equipamentos de monitoramento, instalações e ambiente de produção definitivos, para avaliação de sua adequação e eficácia.
- **Avaliação dos sistemas de medição:** realização dos estudos estatísticos planejados para validação dos meios de monitoramento do produto e do processo definidos no plano de controle.
- **Estudo preliminar da capacidade do processo:** realização dos estudos estatísticos planejados para assegurar a capacidade do processo produtivo de atender às especificações de engenharia para as características especiais do produto e do processo.

- **Aprovação de peças de produção:** avaliação, aprovação e documentação de amostras evidenciando que o processo produtivo tem potencial para produzir peças que consistentemente atendam aos requisitos do cliente.
- **Testes de validação da produção:** realização de teste de engenharia para validar o produto, incluindo requisitos de aparência.
- **Avaliação da embalagem:** realização de testes de embarque e transporte para validar a adequação dos sistemas de embalagens utilizados.
- **Plano de controle de produção:** definição dos controles, equipamentos, métodos de ensaio e amostragens a serem utilizados na produção seriada do produto, o qual é elaborado com base no plano de controle de pré-lançamento, nos resultados da corrida piloto e dos estudos estatísticos conduzidos.
- **Aprovação do planejamento da qualidade e suporte da gerência:** análise crítica, aprovação formal e liberação do processo de manufatura para a produção em série. Reunião com a gerência para apresentação dos resultados do programa, incluindo cronograma do projeto, planejamento e alocação de recursos, resultados do projeto.

2.2.5.5. Fase 5. Retroalimentação, avaliação e ação corretiva

Essa fase desenvolve-se paralelamente às fases anteriores e estende-se até o início da produção seriada, de forma a assegurar que a manufatura e a entrega ocorram conforme planejado, e eventuais falhas sejam prontamente corrigidas.

Os dados de entrada dessa fase são os dados de saída das fases anteriores. Os dados de saída são:

- **Variação reduzida:** identificação, análise e redução das causas das variações do processo, levando à melhoria da qualidade.
- **Maior satisfação do cliente:** aprendizado e adequação do processo produtivo ao ambiente do cliente.

- **Entrega e assistência técnica aprimoradas:** desenvolvimento de parcerias efetivas para rapidamente resolver os problemas de qualidade e entrega que eventualmente ocorram.
- **Uso efetivo das lições aprendidas e melhores práticas:** desenvolvimento de um portfólio dos conhecimentos adquiridos ao longo do projeto, que servirá de referência para novos desenvolvimentos.

2.2.6. Fluxo de Informações no Processo de Desenvolvimento do Produto

O fluxo de materiais em uma cadeia de suprimentos deve ser respaldado por um fluxo de informações, que por sua vez deve apoiar-se em uma infraestrutura tecnológica adequada, no compartilhamento de informações com os demais membros da cadeia e na integração dos sistemas de informação envolvidos, ou seja, envolve aspectos tecnológicos e gerenciais (PRAJOGO; OLHAGER, 2012).

O fluxo de informações desempenha um importante papel no processo de desenvolvimento do produto, pois facilita e influencia nas tomadas de decisão ao longo do processo. Como exemplo pode-se citar a utilização de informações sobre as necessidades do cliente, tecnologias disponíveis e custos de produção nas decisões relativas ao estabelecimento das especificações durante a fase de concepção do produto. As especificações do produto por, sua vez, são utilizadas nas decisões durante o detalhamento do projeto e confecção de protótipos (YASSINE; SREENIVAS; ZHU, 2006).

Dentre os sistemas de informação utilizados no processo de desenvolvimento do produto, destacam-se os sistemas CAD (*Computer Aided Design*, ou Projeto Assistido por Computador), que são amplamente aplicados na definição geométrica, análises de engenharia e documentação dos produtos, bem como na troca de informações com outros sistemas de informação e entre os membros da cadeia de suprimentos, estabelecendo-se como a principal ferramenta de integração dos diversos sistemas de desenvolvimento de produtos (FIGUEIREDO; ROMEIRO FILHO, 2011).

Entretanto, a existência de diversos sistemas CAD no mercado, apesar de conduzir à maior competitividade do setor e proporcionar mais opções de escolha às organizações usuárias, ocasiona dificuldade na integração de dados entre os vários sistemas utilizados ao longo da cadeia de suprimentos e mesmo dentro de uma única organização, pois muitos desses diferentes sistemas não reconhecem diretamente os dados gerados dentro dos outros sistemas. Para contornar essa limitação foram desenvolvidos tradutores e formatos neutros para troca de dados geométricos, tais como STEP, IGES, DXF e SAT, que permitem que os arquivos de um sistema sejam convertidos para o formato de outro sistema, passando antes por um formato neutro (KIM *et al.*, 2008), como mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Processo de Conversão de Arquivos CAD



Fonte: autoria própria

A conversão dos arquivos propicia um ganho significativo de tempo e qualidade, pois evita que o produto tenha que ser novamente modelado em cada sistema utilizado ao longo do processo, o que além de dispendioso em termos de tempo e recursos, pode levar a divergências entre o modelo original e suas versões. Todavia, o processo de conversão não é perfeito e frequentemente resulta em perda de informações, o que gera retrabalhos e pode, em situações extremas, anular os benefícios advindos da conversão de dados (KIM *et al.*, 2008).

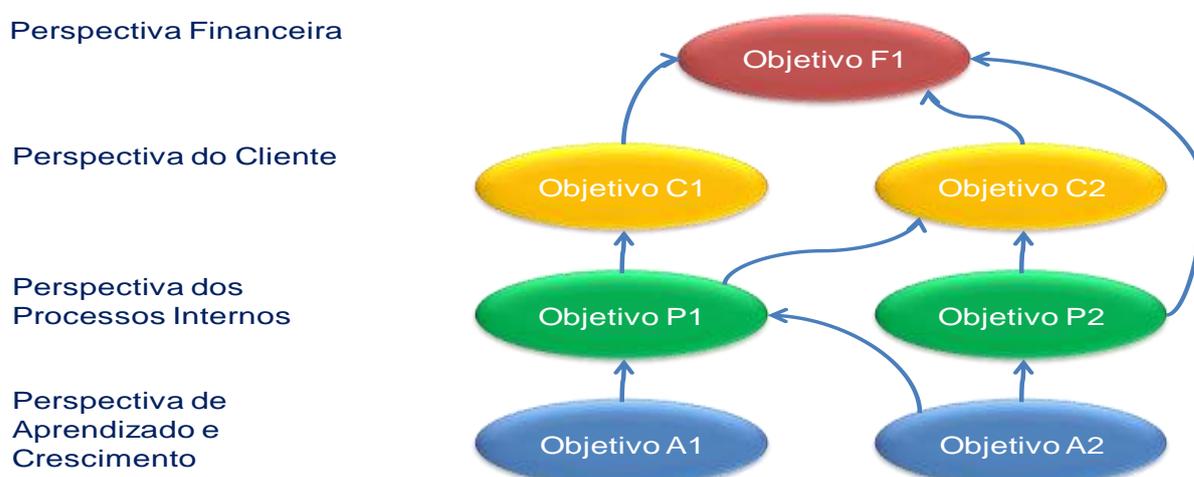
Além do CAD, outros sistemas que juntamente com esse constituem o conceito de CIM (Manufatura Integrada por Computador, ou *Computer Integrated Manufacturing*) são o CAM (Manufatura Assistida por Computador, ou *Computer Aided Manufacturing*) e o CAE (Engenharia Assistida por Computador, ou *Computer Aided Engineering*). Esses sistemas, principalmente quando utilizados em conjunto e com dados compartilhados na cadeia de suprimentos, proporcionam significativo aumento de competitividade para as empresas envolvidas (FIGUEIREDO; ROMEIRO FILHO, 2011) e podem verdadeiramente representar uma mudança de paradigma no processo de desenvolvimento do produto (BORDAS *et al.*, 2007).

2.2.7. Medição de Desempenho do Processo de Desenvolvimento do Produto

A medição do desempenho das organizações começou juntamente com a era da produção em massa (SACOMANO NETO; PIRES, 2012). Inicialmente o foco das medições eram os resultados financeiros, mas a partir da década de 1980 surgiu a necessidade de se integrar o sistema de medição à estratégia da empresa e a medição passou a considerar fatores como a qualidade e a satisfação do cliente.

Na década de 1990 surgiu o *balanced scorecard* (BSC) (KAPLAN; NORTON, 1997), que se propunha a estabelecer um sistema de medição de desempenho que inclui as medições tradicionais da perspectiva financeira, mas as complementava com um conjunto de medições a partir das perspectivas do cliente, dos processos internos e do aprendizado e crescimento organizacional, formando assim um painel equilibrado de indicadores. Com o avanço das aplicações práticas e estudos sobre o BSC, esse passou de um simples sistema de medição de desempenho a um sistema completo de gestão e execução estratégica (KAPLAN, 2012). Para cada perspectiva do BSC são definidos objetivos estratégicos, conectados através de hipóteses de relações de causa e efeito e para cada objetivo são definidos indicadores de desempenho e metas, de forma a desdobrar a estratégia por toda a organização. A partir das conexões entre os objetivos estratégicos desenha-se o mapa estratégico que resume a estratégia e seu desdobramento para toda a organização, conforme representado na Figura 7.

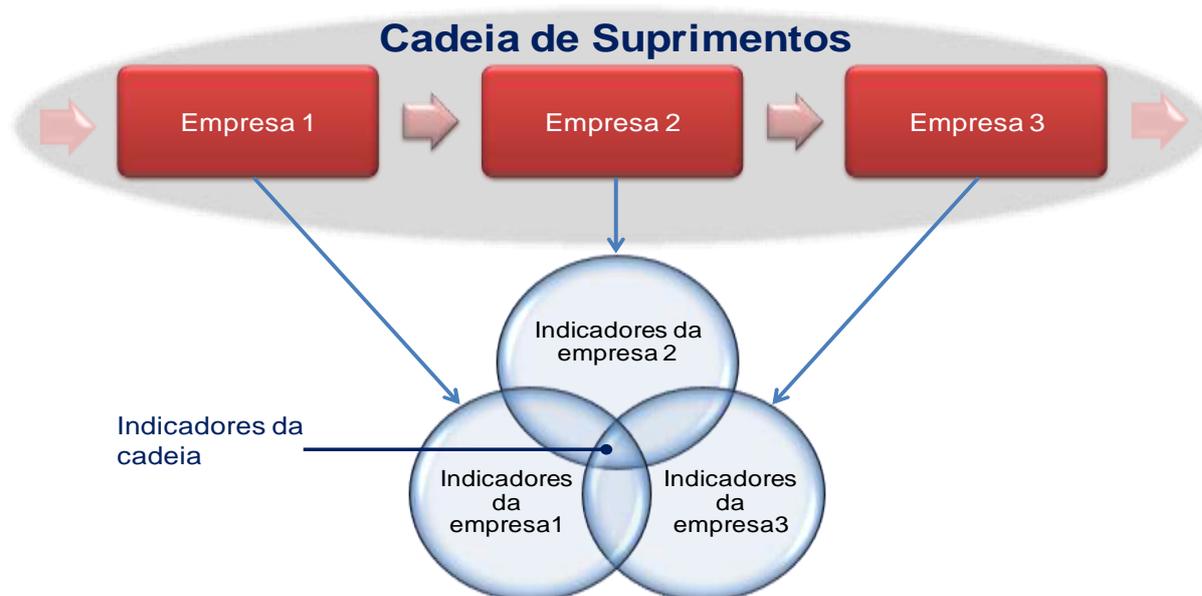
Figura 7 – Mapa Estratégico do BSC



Fonte: adaptada de Kaplan e Norton (1997)

Os sistemas de medição de desempenho tradicionalmente têm sido desenvolvidos para avaliação do desempenho interno das empresas. Entretanto, com o surgimento da SCM, houve a necessidade de medição dos resultados de toda a cadeia (ARAVECHIA; PIRES, 1999). A medição de desempenho da cadeia de suprimentos, apesar de ser essencial para a competitividade dos elos dessa cadeia, apresenta dificuldades de operacionalização, em parte devido à própria complexidade das cadeias – em que cada elo possui sua própria estratégia, não necessariamente alinhada às estratégias dos demais elos – e em parte por não haver ainda um consenso sobre o tema (SACOMANO NETO; PIRES, 2012). Mesmo havendo divergência nas medições dos membros da cadeia, devem-se buscar indicadores comuns a todos os envolvidos, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Lógica da Medição de Desempenho da Cadeia de Suprimentos



Fonte: adaptada de Pires (2009)

Esses indicadores deveriam medir o desempenho da cadeia de suprimentos como um todo e não de apenas um de seus membros, como por exemplo: atendimento ao pedido, satisfação do cliente, qualidade do produto, *lead time* do atendimento ao pedido e custo (SACOMANO NETO; PIRES, 2012).

Especificamente sobre a medição de desempenho do processo de desenvolvimento do produto, ele pode ser avaliado através de múltiplas dimensões, tais como resultados financeiros, aceitação do cliente, satisfação do cliente e tempo do ciclo de

desenvolvimento (*time-to-market*). Em pesquisa bibliográfica realizada em três fontes (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004; TOLEDO *et al.*, 2008; TOLEDO *et al.*, 2013) encontrou-se relativa concordância entre os autores sobre indicadores do processo de desenvolvimento do produto, conforme resumido no Quadro 2.

Quadro 2 – Indicadores do PDP

Indicador	Rogers <i>et al.</i> (2004)	Toledo <i>et al.</i> (2008)	Toledo <i>et al.</i> (2013)
Tempo do ciclo de desenvolvimento (<i>time-to-market</i>)	●	●	●
Retorno do investimento (ROI)	●	●	●
Tempo para retorno do investimento (<i>payback</i>)	●	●	
Valor econômico agregado (EVA)	●		
Vendas de novos produtos sobre a receita total	●	●	●
Custo total do desenvolvimento	●	●	
Satisfação do cliente com novos produtos		●	
Custo de falhas internas de novos produtos		●	
Custo de falhas externas de novos produtos		●	
Taxa de devolução de novos produtos		●	
Taxa de reparo de novos produtos		●	
Gastos em desenvolvimento sobre as receitas			●
Crescimento dos gastos em desenvolvimento			●
Total de patentes registradas			●
Quantidade de produtos lançados			●
Quantidade de desenvolvimentos ativos			●
Investimentos em sustentabilidade			●
Faturamento sobre pessoal de desenvolvimento			●
Percentual de projetos aceitos			●
Número de projetos sobre pessoal de desenvolvimento			●

Fonte: autoria própria

Na análise das publicações verifica-se especial ênfase na medição do tempo de ciclo de desenvolvimento (*time-to-market*), retorno do investimento (ROI), valor econômico agregado (EVA), custos e qualidade dos desenvolvimentos.

2.3. *Early Supplier Involvement (ESI)*

O interesse pelo envolvimento dos fornecedores já nas fases iniciais do desenvolvimento do produto, o ESI, tem crescido ao longo dos últimos anos, em especial na indústria automobilística, uma vez que os benefícios advindos da incorporação dos conhecimentos dos fornecedores ao projeto do produto podem representar uma significativa vantagem competitiva para os membros da cadeia de suprimentos. Entretanto, para que os ganhos sejam obtidos, é fundamental que o ESI esteja alinhado às estratégias tanto da organização que pretende adotá-la quanto dos fornecedores que serão envolvidos, pois é essencial que a estrutura de gestão do PDP englobe os aspectos estratégicos, táticos e operacionais da prática.

2.3.1. Histórico

O ESI teve origem na indústria automobilística japonesa na década de 1970 como um meio de integrar os fornecedores ao processo de desenvolvimento do produto. A partir da década de 1990 o ESI passou também a ser praticado pelas empresas ocidentais de forma mais intensa, em particular na indústria aeronáutica e na indústria automobilística. Nessa última, devido ao seu dinamismo e protagonismo, o desenvolvimento do ESI encontrou terreno ideal para sua expansão, já que o ambiente altamente competitivo induz à busca contínua por redução de custos, redução do tempo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos, melhoria da qualidade e incorporação de novas tecnologias ao produto, as quais são justamente as promessas do ESI (PIRES, 2009).

2.3.2. Fatores para Adoção do ESI

Apesar das vantagens atribuídas à adoção do ESI, nem todas as situações reais justificam sua utilização, uma vez que para a obtenção de seus benefícios faz-se necessária a implementação de uma estrutura de apoio e de gestão do processo. Os principais fatores a considerar na decisão podem ser divididos em três grupos, como descrito a seguir e representado esquematicamente na Figura 9 (PIRES, 2009):

- **Ambiente externo:** inclui o nível de competição no setor, a capacidade técnica dos fornecedores, o tempo de desenvolvimento e o nível de tecnologia requeridos.
- **Regras sociais e industriais:** compreende a cultura nacional, o sistema legal e financeiro do país e as características do setor industrial.
- **Opções de escolha:** consiste no nível de integração vertical da empresa, nos objetivos de redução de custos e riscos de novos investimentos, na busca de melhores práticas e no nível de relacionamento com os fornecedores.

Figura 9 – Fatores para Adoção do ESI



Fonte: adaptada de Pires (2009)

Tendo a análise dos fatores para adoção do ESI direcionado a organização a adotar o ESI, sua implementação deve ser planejada para cada fase do processo, como descrito na próxima seção.

2.3.3. Fases do ESI

A prática do ESI deve ser considerada um processo dinâmico, gerenciado ao longo de três fases descritas a seguir (PIRES, 2009) e mostradas na Figura 10:

- **Fase de preparação:** a preparação adequada de um programa de ESI é fundamental para o seu sucesso e deve tratar de questões estratégicas, preparação dos recursos humanos e políticas operacionais adequadas.
- **Fase de negociação:** consiste na seleção do fornecedor parceiro no desenvolvimento e deve considerar os elementos confidencialidade, clara definição de preços, comunicação e reconhecimento mútuo da contribuição de cada parceiro.
- **Fase de operação:** requer a estruturação do programa de ESI para que o processo de mudança seja gerenciado de forma a assegurar a efetiva participação do fornecedor e os resultados do processo monitorados para identificar e tratar os problemas e conflitos surgidos ao longo do desenvolvimento, entendimento dos processos e das necessidades de tempo.

Figura 10 – Fases do ESI



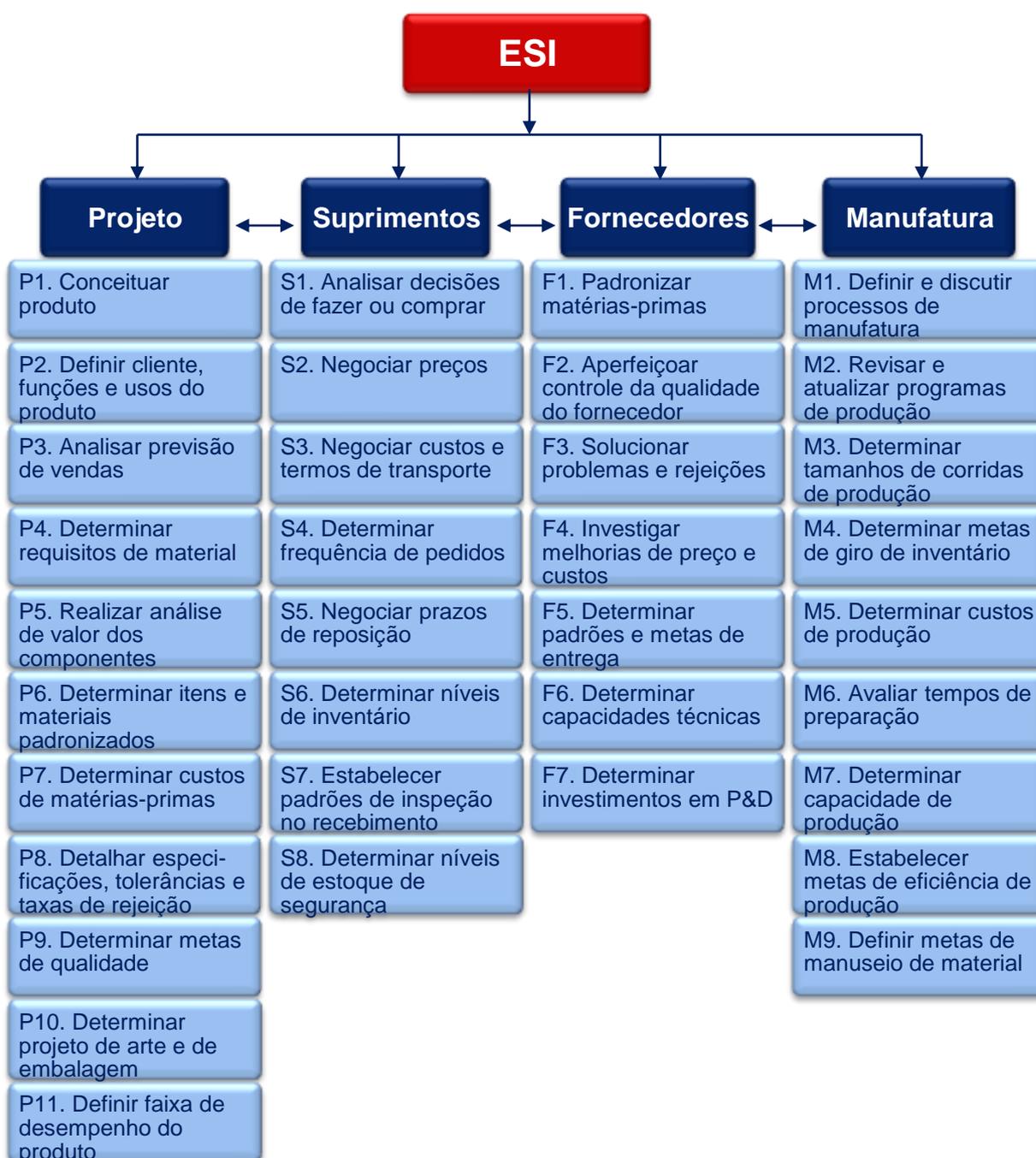
Fonte: baseada em Pires (2009)

A fase de preparação requer o estabelecimento de uma estrutura de gestão para o ESI, como a apresentada na seção 2.3.4, que define uma estrutura conceitual para apoiar o programa. A fase de negociação é tratada na seção 2.3.5, que descreve uma sistemática para determinação do grau de envolvimento do fornecedor no projeto. Já a seção 2.3.6 detalha um modelo de implementação do ESI para a fase de operação.

2.3.4. Estrutura Conceitual para o ESI

A estruturação do ESI é um fator crítico para o sucesso do programa, que envolve a compreensão e integração de fatores estratégicos táticos e operacionais. Dowlatshahi (1998) propôs uma estrutura conceitual para apoiar a implementação do ESI, mostrada na Figura 11.

Figura 11 – Estrutura Conceitual do ESI



Fonte: adaptada de Dowlatshahi (1998)

A estrutura foi desenvolvida de maneira a ser suficientemente genérica para poder acomodar as práticas específicas de cada empresa e ao mesmo tempo fornecer diretrizes comuns, válidas para a implementação do ESI em diferentes organizações. Essa estrutura divide-se em quatro blocos construtivos: projeto, suprimentos, fornecedores e manufatura, e considera que a seleção do fornecedor já foi realizada através de um programa que avalie, entre outros fatores, as capacidades do fornecedor, requisitos de confidencialidade e estratégias de relacionamento de longo prazo. Cada um dos blocos é composto por tarefas consideradas essenciais para o programa de ESI, as quais devem ser vistas não como tarefas independentes, mas inter-relacionadas com outras tarefas, tanto com as do bloco em que se encontram quanto com as dos demais blocos. A seguir são descritos os quatro blocos da estrutura conceitual e suas respectivas tarefas (DOWLATSHAHI, 1998).

- **Bloco 1. Projeto:** as tarefas nesse primeiro bloco do ESI exercem significativa influência sobre as tarefas dos outros três blocos, o que torna recomendável a participação, além da área de projetos, das outras áreas e funções da empresa e dos fornecedores durante a definição das tarefas críticas de projeto.

P1. Conceituar produto: as diversas dimensões do produto devem ser consideradas pela equipe multifuncional de desenvolvimento e nesse ponto a participação do fornecedor pode trazer contribuições fundamentais para o projeto.

P2. Definir cliente, funções e usos do produto: o produto final deve ser um conjunto equilibrado de atributos de projeto e de *marketing*, de tal forma que assegure a correta percepção de qualidade do produto pelo cliente.

P3. Analisar previsão de vendas: os volumes previstos de vendas devem ser periodicamente revisados, uma vez que podem afetar a natureza do projeto do produto e do processo produtivo.

P4. Determinar requisitos de materiais: os tipos, características e disponibilidade dos materiais devem ser considerados no projeto.

P5. Realizar análise de valor dos componentes: a contribuição e mesmo a necessidade de cada componente para a funcionalidade pretendida para o produto final deve ser avaliada.

P6. Determinar itens e materiais padronizados: para cada componente ou material deve-se analisar a possibilidade de utilização de itens padronizados, disponíveis no mercado.

P7. Determinar custos de matérias-primas: os custos de materiais podem representar uma parcela significativa dos custos finais do produto.

P8. Detalhar especificações, tolerâncias e taxas de rejeição: esses itens devem ser estabelecidos em conjunto entre as áreas de projeto, manufatura, compras e o fornecedor, pois eles afetam diretamente as metas de qualidade do produto, bem como os processos produtivos e o custo final do produto.

P9. Determinar metas de qualidade: as metas de qualidade devem também ser estabelecidas em conjunto entre as áreas de projeto, manufatura, compras e o fornecedor, visto que a área de projetos tende a estabelecer metas estreitas de qualidade que nem sempre são factíveis.

P10. Determinar projeto de arte e de embalagem: o projeto de arte e embalagem é importante tanto para a percepção de qualidade do produto final pelo cliente quanto para a manufatura e os fornecedores, porquanto os custos do produto e do processo são afetados pelo projeto de embalagem.

P11. Definir faixa de desempenho do produto: as faixas de funcionamento e as condições de trabalho do produto devem ser estabelecidas de forma a se atenderem as expectativas do cliente.

- **Bloco 2. Suprimentos:** o papel da área de compras não deve restringir-se a ser um mero facilitador na implementação do ESI. Compras deve também envolver-se no projeto do produto para que suas preocupações sejam consideradas no processo de desenvolvimento do produto.

S1. Analisar as decisões de fazer ou comprar: essas decisões devem ser tomadas em conjunto com a área de manufatura.

S2. Negociar preços: a negociação de preços com os fornecedores são afetadas pela previsão de vendas e pelas metas de qualidade.

S3. Negociar custos e termos de transporte: às atividades de transporte aplicam-se as mesmas considerações relativas aos produtos e serviços comprados, ou seja, os custos e preços são afetados pela previsão de vendas e pelas metas de qualidade.

S4. Determinar frequência de pedidos: a frequência depende da validade do produto, do tempo de reposição, da previsão de vendas e da programação de produção.

S5. Negociar prazos de reposição: o tempo de reposição depende do número de peças padronizadas, embalagem e capacidade do fornecedor.

S6. Determinar níveis de inventário: os níveis de inventário devem minimizar o custo total e manter a regularidade da produção.

S7. Estabelecer padrões de inspeção no recebimento: o nível de inspeção no recebimento deve ser negociado entre a área de compras e o fornecedor e depende de sua capacitação, da especificação do produto e das metas de qualidade.

S8. Determinar níveis de estoque de segurança: o estoque de segurança depende da capacidade e da confiabilidade do fornecedor.

- **Bloco 3. Fornecedores:** um relacionamento estratégico de longo prazo entre o cliente e o fornecedor possibilita a obtenção de ganhos mútuos nas fases iniciais do desenvolvimento.

F1. Padronizar matérias-primas: a padronização deve ser realizada em conjunto com o fornecedor.

F2. Aperfeiçoar controle da qualidade do fornecedor: de forma a minimizar a ocorrência de defeitos os procedimentos de controle de qualidade devem ser continuamente aprimorados.

F3. Solucionar problemas e rejeições: o fornecedor deve ser incentivado a prontamente solucionar os problemas de qualidade do produto.

F4. Investigar melhorias de preço e custos: reduções sistemáticas de custos e preços devem ser buscadas para manter a competitividade de ambas as partes.

F5. Determinar padrões e metas de entrega: os padrões e metas de entrega devem ser estabelecidos antecipadamente para que o fornecedor se prepare adequadamente para atendê-los.

F6. Determinar capacidades técnicas: a capacitação técnica do fornecedor deve ser identificada e comunicada às áreas relevantes do cliente de forma a incorporá-la ao desenvolvimento.

F7. Determinar investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D): os investimentos em pesquisa e desenvolvimento por parte do fornecedor devem ser claramente compreendidos e negociados antes do início do projeto.

- **Bloco 4. Manufatura:** o desenvolvimento de produtos que possam ser facilmente manufaturáveis é uma atividade crítica para o sucesso do desenvolvimento.

M1. Definir e discutir processo de manufatura: o uso da engenharia simultânea com o envolvimento do fornecedor na definição do processo de manufatura é essencial para se assegurar a viabilidade técnica e econômica da fabricação do produto.

M2. Revisar e atualizar programas de produção: os programas de produção devem ser constantemente atualizados com base nas previsões de vendas e disponibilidade de material.

M3. Determinar tamanhos de corridas de produção: o tamanho dos lotes depende, entre outros fatores, da previsão de vendas, capacidade de produção, disponibilidade de materiais, tempos de preparação e custos.

M4. Determinar metas de giro de inventário: os níveis e o giro do inventário devem ser negociados com o fornecedor e depende de fatores como programação da produção, tempos de reposição, programação de entregas, prazo de validade dos materiais, custos dos materiais e disponibilidade de espaço para armazenamento.

M5. Determinar custos de produção: reduzir os custos de produção é um dos principais objetivos do ESI, pois normalmente é mais dispendioso alterar um processo depois do início da produção em série do que na fase de desenvolvimento.

M6. Avaliar tempos de preparação: devem ser avaliados com base nos lotes de produção e custos de troca.

M7. Determinar capacidade de produção: deve-se considerar o uso de estratégias de produção e o uso eficiente dos equipamentos disponíveis.

M8. Estabelecer metas de eficiência de produção: com o objetivo de se obter medições precisas, as metas de eficiência devem ser compartilhadas com as áreas de projeto, compras e com o fornecedor.

M9. Definir metas de manuseio de material: devem-se explorar a viabilidade de adoção de métodos de manuseio tais como *kanban* e automação.

2.3.4.1. Inter-relação entre os requisitos do ESI

As tarefas de cada bloco construtivo do ESI não devem ser vistas como eventos isolados das demais tarefas, sejam elas do mesmo bloco ou de outros blocos. O exemplo a seguir ilustra a inter-relação entre as tarefas. Em muitas organizações os custos de matéria-prima estão entre os maiores custos de produção e têm impacto significativo sobre a competitividade da empresa. A determinação dos custos de matéria-prima ocorre na etapa P7. Entretanto, a negociação de preços por compras ocorre em P2, mas depende da avaliação do fornecedor em F1 e está diretamente

relacionada à possibilidade de se utilizarem ou não materiais padronizados, o que por sua vez afeta, por exemplo, o tamanho das corridas de produção em M3. Relações similares à descrita anteriormente podem ser estabelecidas entre outras tarefas do ESI na estrutura conceitual apresentada (DOWLATSHAHI, 1998).

2.3.4.2. Questões relativas à implementação do ESI

Para que as tarefas apresentadas na estrutura conceitual sejam adequada e oportunamente implementadas é necessário o estabelecimento formal de uma equipe multifuncional, com um líder oficialmente designado e com participantes das diversas áreas funcionais da empresa envolvidas no desenvolvimento, bem como de representantes do fornecedor. As informações do projeto devem circular entre os membros da equipe, com a participação ativa do fornecedor quando essa se fizer necessária. Os conflitos devem ser abertamente discutidos e prontamente resolvidos de forma a não prejudicar os resultados e o cronograma do desenvolvimento. A estrutura conceitual apresenta uma série de oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento do produto que normalmente não são consideradas pelas organizações. Os requisitos para se implementar um programa bem sucedido de ESI incluem (DOWLATSHAHI, 1998):

- **Estrutura do programa:** deve haver um plano formal e uma estrutura de apoio ao programa de ESI, o qual deve ser apoiado pela alta direção.
- **Relacionamentos estratégicos:** somente fornecedores com relacionamentos estratégicos de longo prazo devem participar do programa de ESI.
- **Equipe multifuncional:** o ESI requer o estabelecimento de uma equipe multifuncional com participação das áreas de projeto, compras, manufatura e fornecedores.
- **Envolvimento da alta direção:** é uma condição básica para implementação do programa de ESI.

- **Interdependência:** a maioria das tarefas nos blocos construtivos da estrutura de ESI devem ser consideradas interdependentes.
- **Flexibilidade:** a estrutura do programa de ESI deve ser flexível o suficiente para permitir que tarefas adicionais, necessárias devido à natureza particular dos negócios e processos de uma organização, não incluídas na estrutura conceitual possam ser acrescentadas aos blocos construtivos.

Uma vez estabelecida a estrutura do ESI, deve-se determinar o grau de envolvimento de cada fornecedor no projeto.

2.3.5. Determinação do Grau de Envolvimento do Fornecedor

O grau de envolvimento do fornecedor no desenvolvimento de novos produtos é uma escolha que deve ser feita pelas organizações como parte do processo decisório de “fazer ou comprar”. Tanto a academia quanto o ambiente empresarial têm dado ênfase a esse processo, que tradicionalmente tem sido considerado como um processo binário, com somente as opções “fazer” ou “comprar”, quando na realidade ele possui maior complexidade. Dentre essas facetas mais complexas destaca-se a decisão de projetar internamente, comprar o projeto, envolver o fornecedor nas diversas fases do desenvolvimento ou mesmo desenvolver o projeto em conjunto com o que se pode denominar “cadeia de projeto”. O setor automobilístico é um dos que mais têm dedicado esforços para a estruturação desse processo decisório “projetar ou comprar o projeto”, uma vez que esse processo tradicionalmente se tem mostrado ineficiente, devido principalmente à falta de sincronismo entre as decisões de projeto e as decisões de compras (LE DAIN; CALVI; CHERITI, 2010). Particularmente importante na decisão é análise e gestão dos riscos associados à cadeia de suprimentos (CAMARGO JUNIOR *et al.* 2014). Pesam ainda na decisão fatores relacionados à escolha entre padronização global e adaptação local (BRUNHEROTO; LEME, 2014).

Os benefícios do ESI somente serão obtidos se o fornecedor for envolvido nas fases corretas e na extensão adequada ao projeto, o que requer o desenvolvimento de competências gerenciais capazes de lidar com as diversas configurações

interorganizacionais resultantes da prática do ESI. A determinação do grau de envolvimento do fornecedor no desenvolvimento pode ser obtida através da utilização de uma matriz de envolvimento do fornecedor, mostrada na Figura 12 (LE DAIN; CALVI; CHERITI, 2010).

Figura 12 – Matriz de Envolvimento do Fornecedor



Fonte: adaptada de Le Dain, Calvi e Cheriti (2010)

As configurações do envolvimento do fornecedor resultam em cinco tipos de envolvimento, divididos entre três situações denominadas caixa branca, caixa preta e caixa cinza, conforme proposta de Le Dain, Calvi e Cheriti (2010) e descrito a seguir:

- **Caixa branca:** a situação denominada caixa branca normalmente envolve peças simples e o cliente é responsável pelo projeto, cabendo ao fornecedor seguir as especificações técnicas estabelecidas pelo cliente. Essa situação divide-se em duas configurações de envolvimento em função do risco associado ao desenvolvimento.

Subcontratação clássica: quando o risco do desenvolvimento é baixo, o papel do fornecedor limita-se a definir os processos produtivos e logísticos necessários ao atendimento das especificações técnicas ao menor custo possível.

Desenvolvimento coordenado: essa configuração ocorre em caso de alto risco de desenvolvimento, devido à ligação sistêmica do produto ou ao cronograma do projeto. O cliente exerce forte controle sobre o processo de desenvolvimento e é o responsável pelo estabelecimento das especificações técnicas, mas consulta o fornecedor a respeito do processo de fabricação. O fornecedor torna-se um “projetista tácito” e deve estar apto a absorver possíveis alterações de projeto durante o desenvolvimento.

- **Caixa preta:** na situação denominada caixa preta, o projeto do produto é responsabilidade integral do fornecedor e possui também duas configurações.

Desenvolvimento terceirizado: nessa configuração o risco associado ao desenvolvimento é baixo. O fornecedor possui conhecimento técnico e autonomia para coordenar o desenvolvimento e desenvolver o produto com base nas especificações funcionais e no desempenho do produto esperado.

Codesenvolvimento estratégico: essa é a configuração mais crítica e que requer a maior interação entre o cliente e o fornecedor. Esse é o caso da maioria dos fabricantes de sistemas e módulos na atualidade.

- **Caixa cinza:** na caixa cinza, a responsabilidade é compartilhada entre cliente e fornecedor. Essa situação possui uma única configuração, uma vez que o risco associado ao desenvolvimento é sempre alto.

Codesenvolvimento crítico: Nessa configuração nem o cliente nem o fornecedor possuem a totalidade dos conhecimentos necessários ao desenvolvimento do produto. O alto grau de incerteza requer forte interação entre o cliente e o fornecedor.

2.3.5.1. Avaliação do risco do desenvolvimento

De acordo com Le Dain, Calvi e Cheriti (2010), o risco associado ao envolvimento do fornecedor no desenvolvimento do produto pode ser estimado através da avaliação dos tipos de risco a seguir:

- **Ligação sistêmica:** refere-se ao grau de interdependência entre o item terceirizado e os demais itens do produto. Quanto maior o vínculo entre os itens, maior o impacto do item terceirizado sobre o desempenho técnico do produto final.
- **Ineditismo:** relaciona-se ao uso de novas tecnologias pelo cliente ou ao uso de tecnologias conhecidas em contextos diferentes.
- **Complexidade interna:** depende do número de tecnologias distintas ou de componentes usados no item terceirizado.
- **Diferenciação produzida:** mensura a contribuição do novo item à funcionalidade do sistema comparativamente aos projetos anteriores.
- **Cronograma:** consiste na posição e peso do novo item no caminho crítico do cronograma de desenvolvimento do produto.
- **Peso dos custos:** considera o impacto do item terceirizado sobre o custo final do produto.
- **Complexidade da cadeia de projeto:** refere-se à gestão dos diversos níveis da cadeia de suprimentos que estarão envolvidos no projeto do produto. A gestão dessa cadeia cabe ao fornecedor de primeiro nível (*tier 1*).

A partir da mensuração e ponderação dos riscos citados, estima-se o risco total de envolvimento do fornecedor no desenvolvimento.

2.3.5.2. Definição do nível de autonomia do fornecedor

Ainda de acordo com Le Dain, Calvi e Cheriti (2010), o nível de autonomia e responsabilidade que o fornecedor terá no desenvolvimento é uma decisão a ser tomada pelo cliente, mas que depende em alto grau da capacidade do fornecedor de cooperar no desenvolvimento e da capacidade do próprio cliente de coordenar o desenvolvimento na cadeia de projeto. Para se determinar o nível desejado de autonomia do fornecedor pode-se utilizar a escala de cinco níveis descrita a seguir.

- **Nível 0:** o fornecedor é responsável pelo desenvolvimento do processo produtivo que atenda às especificações do componente e pode compartilhar com o cliente informações sobre seus equipamentos e capacidade produtiva.
- **Nível 1:** assim como no nível anterior, o fornecedor é responsável pela definição do processo produtivo para atendimento das especificações técnicas do componente, mas fornece ao cliente sugestões sobre alteração de projeto que proporcione reduções de custos e melhorias de qualidade do componente.
- **Nível 2:** com base nas especificações o fornecedor é total ou parcialmente responsável pelo detalhamento do projeto, testes e definição do processo produtivo. A definição da propriedade intelectual do projeto pode dar-se em dois subníveis:

Subnível 2a: o cliente é o detentor da propriedade intelectual e remunera o fornecedor por sua participação no projeto. O cliente fica a cargo das futuras melhorias de projeto do componente.

Subnível 2b: o fornecedor detém os direitos de propriedade intelectual sobre o projeto, é o responsável legal pelo componente e fica a cargo das futuras melhorias de projeto.

- **Nível 3:** com base nas especificações funcionais definidas pelo cliente, o fornecedor é responsável pelo desenvolvimento do componente e do processo produtivo, detém os direitos de propriedade intelectual sobre o projeto, é o responsável legal pelo componente e fica a cargo das futuras melhorias de projeto.
- **Nível 4:** com base nas especificações funcionais definidas pelo cliente, o fornecedor é totalmente responsável pelo desenvolvimento de sistemas ou subsistemas complexos e dos processos produtivos, incluindo concepção, estudos de viabilidade, projeto, organização da cadeia de suprimentos. Detém os direitos de propriedade intelectual sobre o projeto, é o responsável legal pelo sistema ou subsistema e fica a cargo das futuras melhorias de projeto.

2.3.5.3. Posicionamento na matriz de envolvimento do fornecedor

A partir da avaliação do risco e da autonomia desejada para o fornecedor no desenvolvimento, a posição de cada item na matriz é automaticamente estabelecida. Ao se analisarem conjuntamente os riscos relativos dos diversos itens que compõem um projeto e de seu impacto sobre o projeto final, planos de contingência devem ser elaborados para resposta aos riscos identificados, como mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 – Resposta aos Riscos do Desenvolvimento

Risco	Impacto sobre o projeto do cliente	Resposta ao risco
Ligação sistêmica	<ul style="list-style-type: none"> Gestão das modificações: todas as modificações dos componentes com interface com o item terceirizado devem ser comunicadas e validadas com o fornecedor. Quanto maior a ligação sistêmica, maior a incerteza quanto ao desempenho do item terceirizado nos testes finais do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> Assegurar que as interfaces do tem sejam claramente definidas. Organizar reuniões regulares com o fornecedor para assegurar comunicação intensiva e recíproca. Compartilhar com o fornecedor o resultado das análises de impacto. Definir com o fornecedor testes e simulações adicionais.
Ineditismo	<ul style="list-style-type: none"> Falta de conhecimento sobre o produto do cliente. Incerteza quanto ao desempenho do item terceirizado nos testes finais do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> No processo de aquisição analisar fornecedores concorrentes. Definir com o fornecedor testes e simulações adicionais. Realizar FMEA com o fornecedor.
Complexidade interna	<ul style="list-style-type: none"> Incerteza quanto ao desempenho do item terceirizado nos testes do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> Definir com o fornecedor testes e simulações adicionais.
Diferenciação produzida	<ul style="list-style-type: none"> Satisfação do cliente 	<ul style="list-style-type: none"> Assegurar que o fornecedor compreendeu as necessidades do cliente.
Cronograma	<ul style="list-style-type: none"> Impacto no prazo de lançamento do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar com o fornecedor medidas adicionais para assegurar os prazos.
Peso dos custos	<ul style="list-style-type: none"> O sucesso do projeto é prejudicado. 	<ul style="list-style-type: none"> Conduzir o projeto de acordo com os custos projetados, padronizando o projeto tanto quanto possível.
Complexidade da cadeia de projeto	<ul style="list-style-type: none"> Impacto no prazo de lançamento. Possibilidade de atrasos devido a gestão ineficaz do fornecedor sobre a cadeia de projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> Assegurar que o fornecedor de primeiro nível é transparente em relação aos subfornecedores envolvidos no projeto.

Fonte: adaptado de Le Dain, Calvi e Cheriti (2010)

Com base nos riscos e respostas identificados, o cliente pode avaliar se ele próprio e o fornecedor possuem capacidade técnica e gerencial suficiente para apoiar o programa de ESI e, se necessário, alterar a posição dos itens dentro da matriz de envolvimento dos fornecedores (LE DAIN; CALVI; CHERITI, 2010). Uma vez identificados os riscos e os planos de contingência para resposta aos riscos estabelecidos, inicia-se a operacionalização do ESI.

2.3.6. Implementação do ESI

Estabelecida a estrutura de gestão do ESI e determinado o grau de envolvimento do fornecedor no projeto, passa-se à fase de implementação do ESI, quando ocorre a efetiva integração do fornecedor ao projeto. Caso os pré-requisitos do programa sejam atendidos e os desafios vencidos, os benefícios esperados com a prática são então obtidos.

2.3.6.1. Integração do fornecedor ao projeto

A interação entre cliente e fornecedor no desenvolvimento do produto pode ocorrer em diversos pontos do projeto, como apresentado na Figura 13, e é função de diversos fatores, dentre os quais se destacam o grau de responsabilidade ou autonomia do fornecedor sobre o projeto e o grau de risco envolvido no projeto (PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2008).

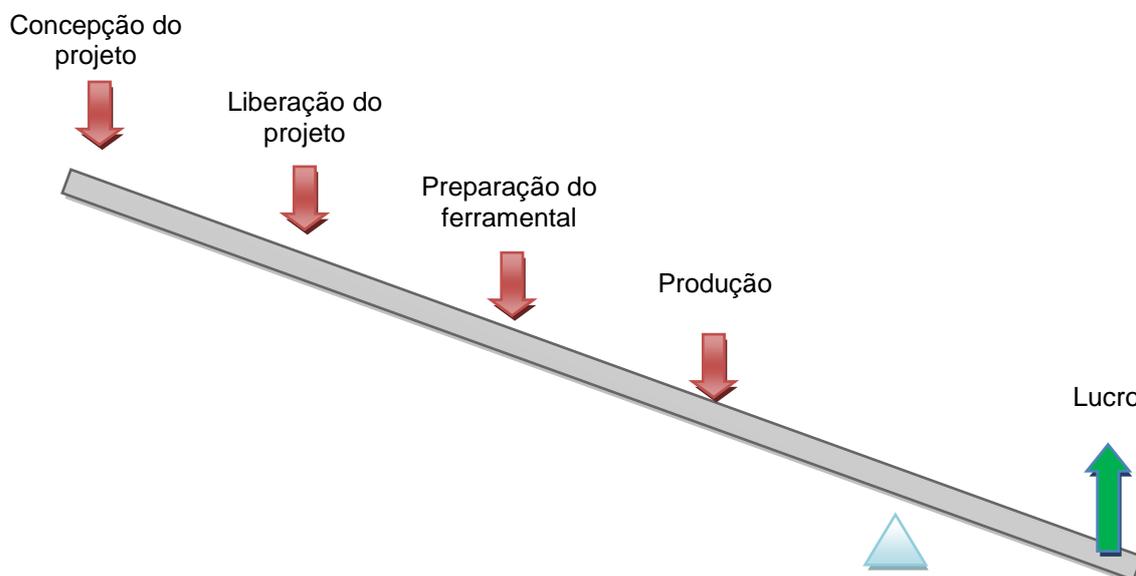
Figura 13 – Possíveis Pontos de Integração do Fornecedor ao Projeto



Fonte: adaptada de Petersen, Handfield e Ragatz (2005)

Em produtos de média ou alta complexidade, os benefícios do ESI tendem a ser maiores quanto mais cedo ocorrer a integração do fornecedor ao projeto, como mostrado na Figura 14.

Figura 14 – Alavancagem dos Investimentos em Função da Fase de Integração do Fornecedor



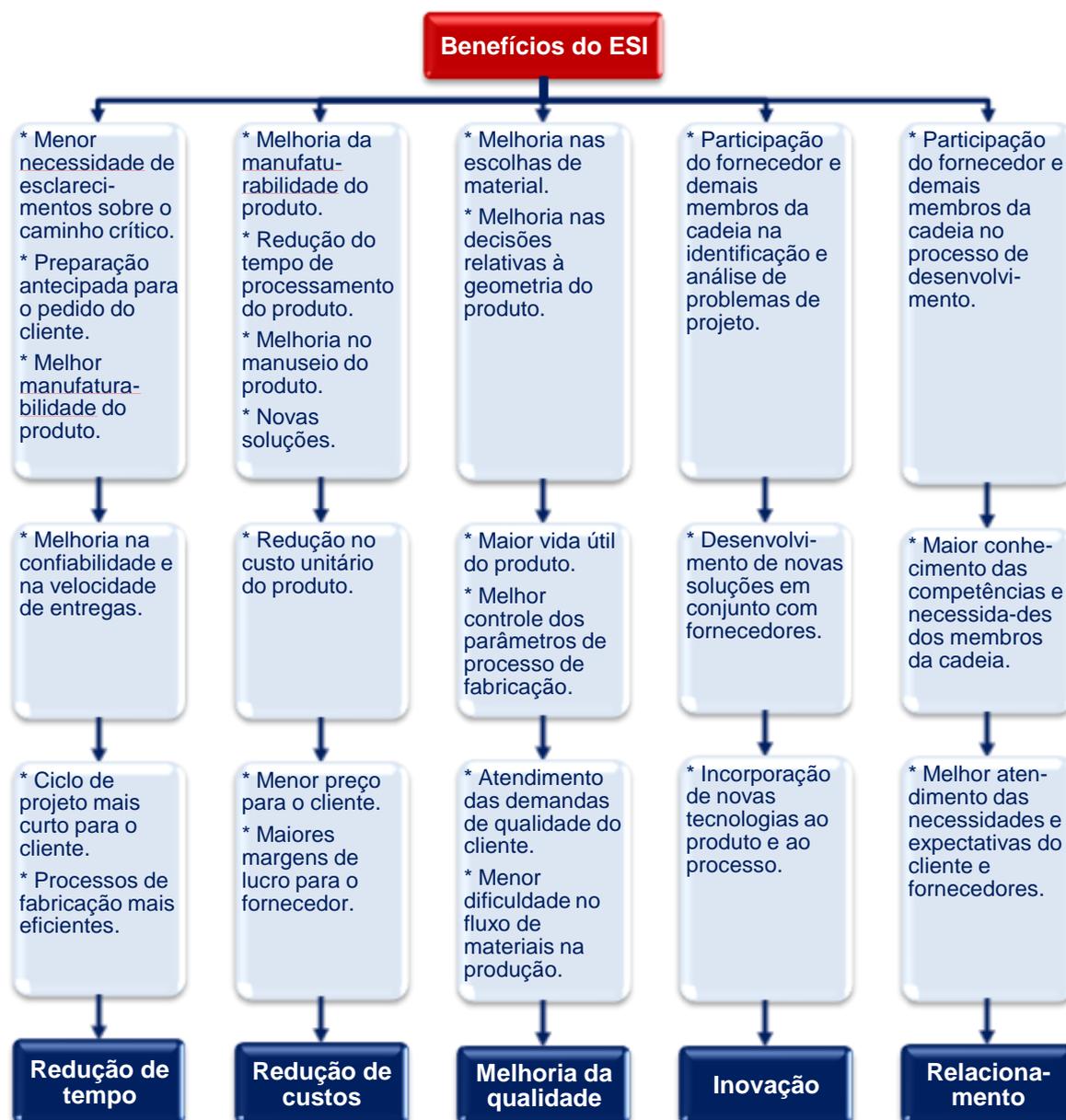
Fonte: adaptada de Eisto *et al.* (2010)

O efeito de alavancagem dos investimentos sobre os lucros em função da fase do projeto em que são realizados deve-se ao fato de que as alterações de projeto são geralmente mais custosas e complexas quanto mais próximas do início da produção seriada, quando os investimentos já foram realizados (EISTO *et al.*, 2010).

2.3.6.2. Benefícios obtidos com a prática do ESI

Os benefícios decorrentes da prática do ESI têm sido amplamente constatados através de estudos qualitativos e quantitativos. Os ganhos são resultado de uma cadeia de fatores e decisões, como mostrado na Figura 15.

Figura 15 – Fatores Responsáveis pelos Ganhos no ESI



Fonte: autoria própria, baseada em Eisto *et al.* (2010)

Os principais benefícios obtidos com a prática do ESI são descritos a seguir:

- **Redução do tempo de desenvolvimento:** o envolvimento do fornecedor no início do projeto propicia a realização em paralelo de atividades que seriam realizadas em série (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2011; CHAVRAN; MAHAJAN; SARANG, 2012; COMERLATO; COSTA; LUCIANO, 2013; DOWLATSHAHI, 1998; EISTO *et al.*, 2010; HUANG; MAK, 2000; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LABAHN; KRAPFEL, 2000; LAU, TANG; YAM, 2010; LAU, 2011; LAWSON; POTTER, 2012;

LEDAIN; CALVI; CHERITI, 2010; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; LUZZINI *et al.*, 2015; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; PIRES, 2009; SANTOS; FORCELINI, 2012; SCHIELE, 2010; SEVERINO; PEIXOTO; GODINHO FILHO, 2011; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013; TOLEDO *et al.*, 2008).

- **Redução dos custos do produto:** o fornecedor pode contribuir com soluções que aumentam a produtividade do processo e melhoria da manufaturabilidade (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2011; CHAVRAN; MAHAJAN; SARANG, 2012; COMERLATO; COSTA; LUCIANO, 2013; DOWLATSHAHI, 1998; EISTO *et al.*, 2010; HUANG; MAK, 2000; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LABAHN; KRAPFEL, 2000; LAU, TANG; YAM, 2010; LAU, 2011; LAWSON; POTTER, 2012; LEDAIN; CALVI; CHERITI, 2010; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; LUZZINI *et al.*, 2015; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; PIRES, 2009; SANTOS; FORCELINI, 2012; SCHIELE, 2010; SEVERINO; PEIXOTO; GODINHO FILHO, 2011; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013; TOLEDO *et al.*, 2008).

- **Melhoria da qualidade do produto:** através principalmente de alterações em materiais e na geometria do produto a qualidade do produto tende a ser aprimorada (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2011; CHAVRAN; MAHAJAN; SARANG, 2012; COMERLATO; COSTA; LUCIANO, 2013; DOWLATSHAHI, 1998; EISTO *et al.*, 2010; HUANG; MAK, 2000; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LABAHN; KRAPFEL, 2000; LAU, TANG; YAM, 2010; LAU, 2011; LAWSON; POTTER, 2012; LEDAIN; CALVI; CHERITI, 2010; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; LUZZINI *et al.*, 2015; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; PIRES, 2009; SANTOS; FORCELINI, 2012; SCHIELE, 2010; SEVERINO; PEIXOTO; GODINHO FILHO, 2011; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013; TOLEDO *et al.*, 2008).

- **Inovação do produto e do processo:** diversos autores também relatam ganhos em termos de inovação do produto e do processo (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2011; COMERLATO; COSTA; LUCIANO, 2013; EISTO *et al.*, 2010; HUANG; MAK, 2000; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LABAHN; KRAPFEL, 2000; LAU; TANG;

YAM, 2010; LAU, 2011; LAWSON; POTTER, 2012; LEDAIN; CALVI; CHERITI, 2010; LUZZINI *et al.*, 2015; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; PIRES, 2009; SANTOS; FORCELINI, 2012; SCHIELE, 2010; SEVERINO; PEIXOTO; GODINHO FILHO, 2011; TOLEDO *et al.*, 2008).

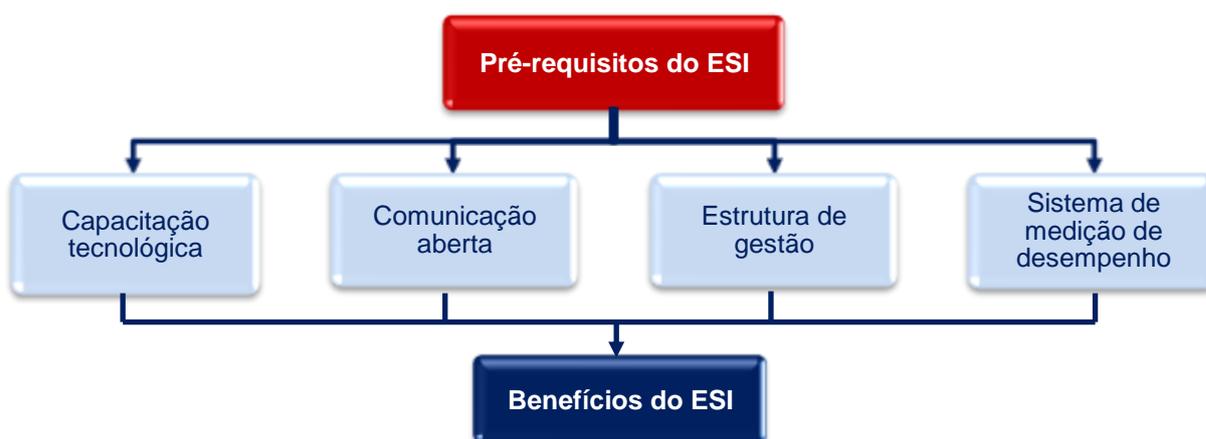
- **Fortalecimento do relacionamento entre cliente e fornecedor:** o fortalecimento do relacionamento entre o cliente e o fornecedor é também um importante benefício obtido com o ESI (CHAVRAN; MAHAJAN; SARANG, 2012; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LABAHN; KRAPFEL, 2000; LEDAIN; CALVI; CHERITI, 2010; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; PIRES, 2009; SANTOS; FORCELINI, 2012; SEVERINO; PEIXOTO; GODINHO FILHO, 2011), como preconiza o *Marketing* de Relacionamento e sua nova Lógica Dominante de Serviços (GUMMESSON, 2008), em que se busca agregar valor sob a ótica do cliente (PIZZINATTO, 2005) através da incorporação das necessidades do cliente ao projeto do produto e do seu desdobramento no planejamento do processo produtivo, bem como a agregação de serviços (SANTOS *et al.*, 2015).

Os benefícios devem-se, entre outros fatores, ao menor número de alterações realizadas nas fases mais avançadas do desenvolvimento e das alterações realizadas nas fases iniciais do projeto para permitir melhor manufaturabilidade do produto, especialmente quando o projeto envolve a confecção de ferramentais dispendiosos, o que é o caso para a maioria dos processos de fabricação atuais, especialmente na indústria automobilística. Muitas vezes pequenas alterações na geometria do produto propostas pelo fornecedor têm consequências benéficas para a confecção do ferramental e, por conseguinte, para a redução dos níveis de rejeição do produto e melhoria no fluxo de produtos na cadeia de suprimentos. Igualmente, a escolha do material adequado pode ter impacto significativo no projeto (EISTO *et al.*, 2010).

2.3.6.3. Pré-requisitos para implementação do ESI

A implementação do ESI depende do atendimento de uma série de pré-requisitos, sem os quais os benefícios esperados não serão plenamente atingidos. A Figura 16 mostra os principais pré-requisitos identificados na literatura.

Figura 16 – Pré-Requisitos para Implementação do ESI



Fonte: autoria própria

Dentre os pré-requisitos identificados destacam-se:

- Capacitação tecnológica:** a existência de capacidade técnica por parte do cliente e do fornecedor é um fator chave para a obtenção de benefícios na medida em que possibilita a incorporação de tecnologia ao produto e ao processo e permite a troca rápida e eficiente de informações do projeto entre os membros da cadeia de suprimentos (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2011; CHAVRAN; MAHAJAN; SARANG, 2012; COMERLATO; COSTA; LUCIANO, 2013; DOWLATSHAHI, 1998; EISTO *et al.*, 2010; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LABAHN; KRAPFEL, 2000; LAWSON; POTTER, 2012; LEDAIN; CALVI; CHERITI, 2010; LUZZINI *et al.*, 2015; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; SANTOS; FORCELINI, 2012; SCHIELE, 2010; SEVERINO; PEIXOTO; GODINHO FILHO, 2011; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013).
- Comunicação aberta:** a comunicação aberta entre os membros da cadeia de suprimentos propicia o compartilhamento dos objetivos e metas de projeto, a rápida identificação e resolução de problemas no desenvolvimento, o conhecimento pelo

grupo dos requisitos e características funcionais do produto e do papel de cada membro da cadeia no projeto, o que leva ao fortalecimento das relações de longo prazo entre os membros da cadeia (CHAVRAN; MAHAJAN; SARANG, 2012; COMERLATO; COSTA; LUCIANO, 2013; EISTO *et al.*, 2010; HUANG; MAK, 2000; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LAU; TANG; YAM, 2010; LAWSON; POTTER, 2012; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; SANTOS; FORCELINI, 2012; SEVERINO; PEIXOTO; GODINHO FILHO, 2011).

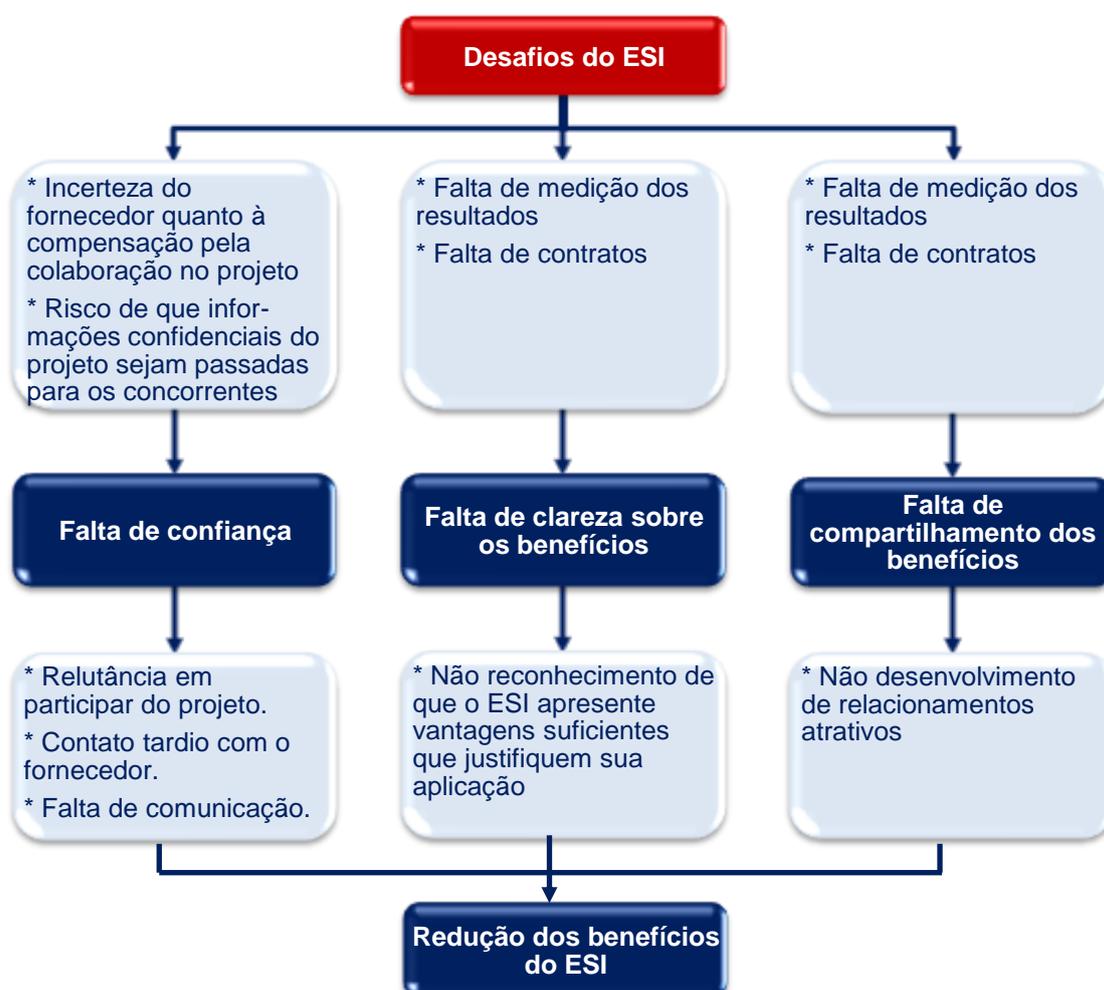
- **Estrutura de gestão:** o aproveitamento adequado das vantagens oferecidas pela tecnologia e pela comunicação depende, dentre outros fatores, da existência de uma estrutura formal de gestão, com apoio da alta direção, da formação de uma equipe multifuncional de desenvolvimento e da elaboração de procedimentos formais de desenvolvimento que contemplem a prática do ESI (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2011; CHAVRAN; MAHAJAN; SARANG, 2012; COMERLATO; COSTA; LUCIANO, 2013; DOWLATSHAHI, 1998; EISTO *et al.*, 2010; HUANG; MAK, 2000; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LABAHN; KRAPFEL, 2000; LAU, 2011; LAWSON; POTTER, 2012; LEDAIN; CALVI; CHERITI, 2010; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; LUZZINI *et al.*, 2015; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; PIRES, 2009; SANTOS; FORCELINI, 2012; SCHIELE, 2010; SEVERINO; PEIXOTO; GODINHO FILHO, 2011; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013; TOLEDO *et al.*, 2008).

- **Sistema de medição de desempenho:** para que o programa de ESI se perpetue, é necessário sensibilizar as organizações envolvidas através da comunicação dos resultados do programa com a divulgação de indicadores de desempenho do processo de desenvolvimento do produto, que captem os benefícios, identifiquem as lacunas e apoiem a melhoria contínua do processo (DOWLATSHAHI, 1998; EISTO *et al.*, 2010; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013). Os sistema de medição de desempenho são tratados mais detalhadamente na seção 2.2.7.

2.3.6.4. Desafios na implementação do ESI

Apesar de as vantagens da implementação do ESI já serem sido firmemente estabelecidas, sua aplicação ainda está aquém do que se poderia considerar o ideal. Essa lacuna deve-se, sobretudo, a dificuldades e desafios na implementação da prática. A Figura 17 resume os desafios encontrados na implementação do ESI.

Figura 17 – Desafios na Implementação do ESI



Fonte: baseada em Eisto *et al.* (2010)

O ponto central para o sucesso da implementação e utilização do ESI é o relacionamento entre cliente e fornecedor, que é afetado pelos seguintes fatores:

- **Falta de confiança entre as partes:** o cliente pode não confiar no fornecedor porque teme que ele divulgue informações confidenciais para a concorrência e o fornecedor talvez não confie no cliente porque em muitos casos, o cliente pretende

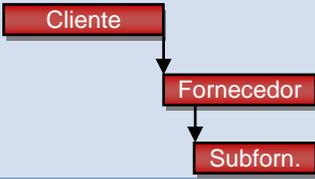
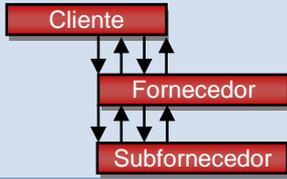
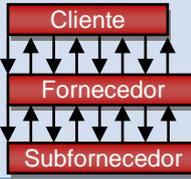
envolver o fornecedor no desenvolvimento antes de haver contratos formais que assegurem ao fornecedor que ele será o ganhador do pedido de compra, ou seja, o fornecedor corre o risco de empenhar seus recursos no projeto, transmitir seus conhecimentos técnicos ao cliente e depois ver o pedido ser colocado com um concorrente (EISTO *et al.*, 2010; LABAHN; KRAPFEL, 2000; PIRES, 2009; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013).

- **Falta de clareza sobre os benefícios:** outro ponto importante é a falta de conhecimento dos benefícios do ESI, decorrentes do desconhecimento da prática ou da ausência de um sistema de medição dos resultados dos esforços empreendidos (EISTO *et al.*, 2010; SCHIELE, 2010; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014).
- **Falta de compartilhamento dos benefícios:** um terceiro fator crítico é a falta de garantia de que os resultados positivos advindos da prática do ESI serão compartilhados entre os membros da cadeia de projeto, o que torna esses membros pouco dispostos a colaborar (EISTO *et al.*, 2010).

2.3.6.5. Estrutura colaborativa para a prática do ESI

Como o envolvimento do fornecedor e da cadeia de projeto no desenvolvimento demanda esforços e custos adicionais de gestão, maiores recursos de projeto da parte do fornecedor, além de maior nível de maturidade das organizações envolvidas, nem sempre é desejável essa integração precoce, principalmente quando o produto a desenvolver é de baixa complexidade. Para auxiliar na escolha do nível adequado de integração, Eisto *et al.* (2010) propõem a estrutura colaborativa para o ESI apresentada no Quadro 4, que relaciona o nível de colaboração desejado ao modelo de negócio requerido, ao grau de complexidade do produto, às possíveis oportunidades de ganhos que podem ser esperadas, ao nível de comunicação necessário e às definições de responsabilidades e requisitos de contratos exigidos, de forma a se obter resultados otimizados com a prática do ESI.

Quadro 4 – Estrutura Colaborativa para a Prática do ESI

Item	Nível I	Nível II	Nível III
Nível de Colaboração	Sequencial ESI = 0%	Sobreposição parcial ESI = 50%	Sobreposição ESI = 100%
			
Modelo de negócio	Entrega de pedido. Precificação padronizada. Competição através de licitação tradicional.	Compensação baseada em horas de projeto. Compromisso sobre quantidade de produção.	Compensação pelo valor adicionado. Compartilhamento de riscos e recompensas. Precificação aberta. Integração precoce da rede de projeto. Novas soluções de valor adicionado.
Complexidade do produto	Baixa	Média	Alta
Oportunidades	Oportunidades mínimas de modificação do produto. Economia resultante de diferenças de preço.	Alterações que melhorem a manufaturabilidade do produto.	Otimização do produto e da cadeia de suprimentos. Economia resultante de novas soluções.
Comunicação	Projeto acabado enviado ao fornecedor. Troca limitada de informações.	Projeto ainda não concluído enviado ao fornecedor. Projeto analisado criticamente pelo fornecedor.	Projeto colaborativo do produto. Compartilhamento de informações gerais do projeto. Troca adequada de informações.
Definições de responsabilidades e requisitos de contratos	Fornecedor possui papel simples no processo. Contratos simplificados.	Rede de projeto envolvida no processo, com definição do papel de cada membro.	Definição detalhada do processo e do papel de cada membro da rede de projeto. Contratos claros.
			
<p>A importância dos seguintes fatores cresce com o aumento do nível de colaboração: confiança, contratos com garantias e vantagens, comunicação, entendimento da função do componente no produto final, dependência, necessidade de recursos.</p> <p>A probabilidade de efeitos positivos cresce com o aumento do nível de colaboração: custos, tempo de desenvolvimento, manufaturabilidade, confiabilidade e velocidade das entregas, qualidade.</p>			

Fonte: adaptado de Eisto *et al.* (2010)

No nível I não há ESI e o projeto é desenvolvido de forma sequencial, o que pode ser adequado no caso de produtos de baixa complexidade. No nível II existe um grau parcial de sobreposição, desejável no caso de produtos de média complexidade. Quando o produto é de alta complexidade, o nível III é recomendado.

2.3.7. Sumarização da Teoria Sobre a Prática do ESI

A plena obtenção dos benefícios do ESI está condicionada ao atendimento de uma série de pré-requisitos e à superação dos desafios decorrentes da implementação da prática, que requer mudanças culturais, contratuais e gerenciais das empresas da cadeia de suprimentos. A relação entre esses fatores é resumida na Figura 18.

Figura 18 – Relação entre Pré-Requisitos, Desafios e Benefícios da Implementação do ESI



Fonte: autoria própria

A revisão bibliográfica avaliou vinte e três publicações sobre o ESI. O Quadro 5 apresenta os autores e obras consultadas, a classificação das obras quanto à perspectiva adotada (do cliente ou do fornecedor) e ao método de pesquisa (qualitativa ou quantitativa), além dos benefícios, pré-requisitos e desafios do ESI analisados no estudo. Quanto aos métodos de pesquisa, existe equilíbrio entre estudos qualitativos e quantitativos, estes com doze estudos e aqueles com onze estudos dentro do total avaliado. Atualmente a maior parte dos estudos é conduzida a partir da perspectiva do cliente, sendo ainda pouco frequentes os estudos que consideram o ESI a partir da perspectiva do fornecedor, com somente cinco publicações do total avaliado.

Quadro 5 – Categorias de Análise do ESI

Autores	Classificação				Benefícios				Pré-requisitos			Desafios				
	Perspectiva do cliente	Perspectiva do fornecedor	Pesquisa qualitativa	Pesquisa quantitativa	Redução do tempo de desenvolvimento	Redução dos custos do produto	Melhoria da qualidade do produto	Inovação do produto e do processo	Fortalecimento do relacionamento	Capacitação tecnológica	Comunicação aberta	Estrutura de gestão	Sistema de medição de desempenho	Falta de confiança entre as partes	Falta de clareza sobre os benefícios	Falta de compartimento aos benefícios
Cerra, Maia e Alves Filho (2011)	●		●		●	●	●	●		●		●				
Chavran, Mahajan e Sarang (2012)	●		●		●	●	●		●	●	●					
Comerlato, Costa e Luciano (2013)	●		●		●	●	●	●		●	●	●				
Dowlatshahi (1998)	●		●		●	●	●			●		●				
Eisto <i>et al.</i> (2010)	●	●	●		●	●	●			●	●	●	●	●	●	●
Huang e Mak (2000)	●		●		●	●	●	●			●	●				
Klioutch e Leker (2011)		●		●	●	●	●	●	●	●	●					
LaBahn e Krapfel (2000)		●		●	●	●	●	●	●	●	●		●			
Lau, Tang e Yam (2010)	●			●	●	●	●	●			●					
Lau (2011)		●		●	●	●	●	●				●				
Lawson e Potter (2012)	●			●	●	●	●	●		●	●	●				
LeDain, Calvi e Cheriti (2010)	●		●		●	●	●	●	●	●		●				
Luo, Mallick e Schroeder (2010)	●			●	●	●	●		●		●	●				
Luzzini <i>et al.</i> (2015)	●			●	●	●	●	●		●		●				
Matos, Pires e Vivaldini (2014)	●		●		●	●	●	●				●		●		
Mclvor e Humphreys (2004)	●			●	●	●	●				●	●				
Petersen, Handfield e Ragatz (2005)	●			●	●	●	●		●	●		●	●			
Pires (2009)	●			●	●	●	●	●	●			●		●		
Santos e Forcelini (2012)	●		●		●	●	●	●	●	●	●					
Schiele (2010)	●		●		●	●	●	●		●		●			●	
Severino, Peixoto e Godinho Filho (2011)	●		●		●	●	●	●	●	●	●					
Smets, Oorschot e Langerak (2013)	●			●	●	●	●			●		●	●	●		
Toledo <i>et al.</i> (2008)		●		●	●	●	●	●				●				

Fonte: autoria própria

Dentre as publicações avaliadas, um caso representativo destacou-se (EISTO *et al.*, 2010). O caso trata da prática do ESI em empresas compradoras e fornecedoras de fundidos, como é a empresa foco desta pesquisa, propõe a estrutura para implementação do ESI apresentada na seção 2.3.6 e considera a perspectiva do fornecedor de forma mais aprofundada que os demais trabalhos consultados.

3. METODOLOGIA

O presente capítulo descreve a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho e nele estão descritas a tipologia da pesquisa, a justificativa para adoção dessa tipologia, o escopo da pesquisa, as estratégias, procedimentos e técnicas utilizados na coleta e análise dos dados.

3.1. Tipologia e Justificativa

Este trabalho baseia-se em um estudo de caso único, a ser realizado por meio de pesquisa qualitativa do tipo descritivo e exploratório, utilizando amostragem intencional não probabilística. O estudo de caso foi adotado como estratégia de pesquisa em função de seu alinhamento com o tipo de problema de pesquisa e com seus objetivos, que visam investigar e responder a questões do tipo “como”, com foco em eventos contemporâneos que não requerem controle sobre eventos comportamentais, em que se busca identificar e explicar as supostas relações causais complexas presentes nos fenômenos estudados (YIN, 2010).

Atualmente há uma crescente tendência de utilização de métodos qualitativos nos estudos de gestão de operações, devido à sua contribuição para o desenvolvimento da teoria e à construção do conhecimento, pois esses métodos examinam conceitos em termos de seu significado e interpretação em contextos específicos de investigação (BARRATT; CHOI; LI, 2011).

A pesquisa de campo apoia-se nas teorias existentes sobre a gestão da cadeia de suprimentos, o processo de desenvolvimento do produto e o ESI, as quais proveem estrutura suficiente para formulação e embasamento das questões de pesquisa e possibilitam o estabelecimento de proposições que sejam, ao menos parcialmente, específicos ao contexto analisado. Esse é o caso, por exemplo, da questão dos ferramentais de produção, que na indústria automobilística são de propriedade dos clientes, uma idiosincrasia que tem importantes implicações sobre o relacionamento com sua base de fornecedores (KETOKIVI; CHOI, 2014).

Da confrontação das proposições teóricas com as idiossincrasias do caso analisado, podem surgir implicações teóricas que contribuam para a criação de conhecimento na área de estudo escolhida (KETOKIVI; CHOI, 2014), como é o caso do ESI, que tem sido estudado basicamente a partir da perspectiva do cliente, quando deveria ser estruturado como uma prática de fato da cadeia de suprimentos, em que a perspectiva dos fornecedores deve, portanto, ser considerada.

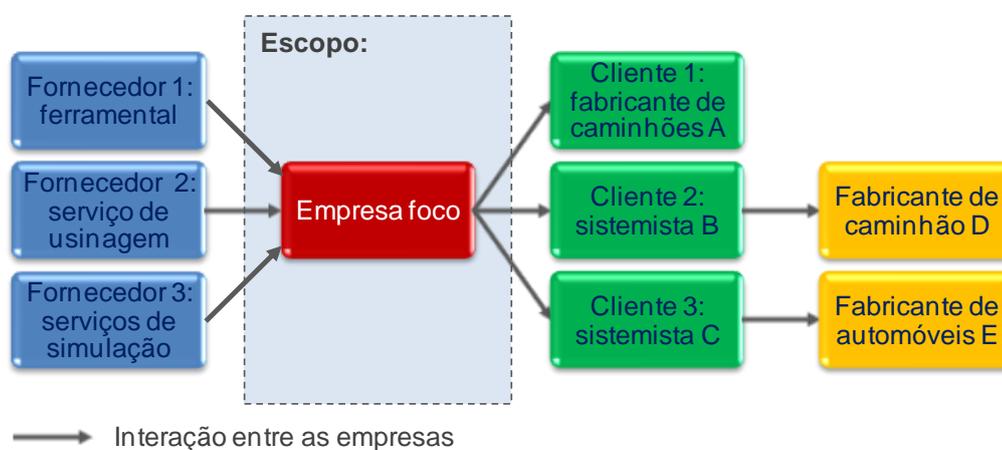
Quanto à escolha do estudo de caso único, não obstante a possibilidade de os estudos de casos múltiplos aumentarem a validade externa e prevenirem contra o viés do observador, a realização de um estudo de caso único permite ao pesquisador capturar com mais detalhes o contexto dentro do qual se dá o fenômeno em estudo (YIN, 2010), o que é uma condição necessária ao atendimento do critério dual que deve permear os estudos de caso, ou seja, o balanceamento adequado entre o embasamento situacional do caso e o senso de generalidade que transcende o contexto empírico (KETOKIVI; CHOI, 2014).

Um dos principais aspectos que tornam singular o caso escolhido para estudo é o fato de a empresa foco ser um fabricante nacional de peças fundidas em alumínio para a indústria automobilística – cuja utilização é uma tendência global nessa indústria, com aumento esperado de 70% no consumo de alumínio por veículo em 2025 em relação aos níveis de 2009 (DRIVEALUMINUM, 2015) – produto esse que requer dos fornecedores um elevado nível de qualidade e conhecimento técnico do processo de fundição, o que poucas empresas no mundo atualmente possuem, tornando a empresa foco um **fornecedor estratégico** de seus clientes, todos eles multinacionais de grande porte com presença no mercado global. Adicionalmente, o desenvolvimento de peças fundidas demanda dos clientes investimentos em ferramentais de produção complexos e dispendiosos, o que é forte indutor para aplicação do ESI, como descrito na seção 2.3.2. Entretanto, como os produtos fornecidos pela empresa foco, apesar de não poderem ser considerados *commodities*, não são em si particularmente complexos em termos tecnológicos, as áreas de engenharia dos clientes têm direcionado poucos esforços e recursos ao desenvolvimentos desses produtos, resultando em projetos subotimizados, com desempenho e produtividade muito aquém de seu potencial.

3.2. Escopo

A pesquisa foi realizada em uma empresa do setor de autopeças fornecedora dos principais sistemistas e montadoras de veículos no Brasil. O escopo da pesquisa abrange o processo de desenvolvimento de produtos da empresa foco, a interação dessa com os seus três principais clientes e com três fornecedores de serviços envolvidos no processo, como mostrado na Figura 19.

Figura 19 – Escopo do Estudo de Caso



Fonte: autoria própria

A escolha da empresa foco da pesquisa ocorreu por essa estar inserida nas principais cadeias de suprimentos da indústria automobilística nacional e por possuir um processo de desenvolvimento do produto onde a utilização do ESI se tem intensificado nos últimos anos, mas que ainda apresenta lacunas em relação às práticas previstas no referencial teórico. O que tornou a escolha da empresa foco particularmente interessante foi a possibilidade de explorar situações ainda pouco estudadas na literatura do ESI, como a carência, em nível mundial, de estudos do ESI da perspectiva do fornecedor e a falta de literatura sobre o ESI no Brasil, conforme mostrado na seção 2.3.7. Outro aspecto, já citado na seção 3.1, é a singularidade do caso da empresa foco, que fornece peças fundidas em alumínio para aplicações de alta responsabilidade em veículos automotores.. Adicionalmente, também influenciou na escolha a acessibilidade do autor e a disponibilidade e abertura da empresa para contribuir com a pesquisa de campo. Os fatores citados reforçam a escolha da empresa foco como um estudo de caso com potencial para

proporcionar novos entendimentos sobre o fenômeno em análise, ao servir de ponto de partida para discutir a teoria (SIGGELKOW, 2007).

A seleção dos clientes deve-se ao fato de esses representarem cerca de 90% do faturamento da empresa foco, por serem empresas globais e estarem entre os maiores fabricantes de veículos e seus sistemas no Brasil e no mundo, com grande poder de imposição de suas práticas de gestão sobre suas respectivas cadeia de suprimentos. Já os fornecedores foram escolhidos por prestarem serviços essenciais ao desenvolvimento ou à fabricação dos produtos pela empresa foco.

3.3. Coleta de Dados

Os dados da pesquisa na empresa foco foram coletados através da triangulação de dados provenientes de fontes múltiplas, incluindo dados primários obtidos em entrevistas semiestruturadas com representantes de áreas-chave da empresa foco envolvidas no processo de desenvolvimento do produto: Comercial, Engenharia e Qualidade, Manufatura; observação direta e participante do autor, que ocupa o cargo de Gerente de Qualidade e Engenharia na empresa foco; além de consulta a dados secundários de documentos e registros relacionados ao desenvolvimento.

Seis entrevistas foram realizadas em agosto e setembro de 2015 com os representantes das áreas-chave da empresa foco:

- **Área de Qualidade e Engenharia:** Projetista, Supervisor de Processos de Fundição e Supervisor de Processos de Usinagem.
- **Área Comercial:** Gerente Comercial.
- **Área de Manufatura:** Gerente de Manufatura e Supervisor de Logística.

Em complemento às entrevistas, os manuais de desenvolvimento do produto gerais do setor automobilístico e os específicos de cada cliente foram consultados. Informações e dados dos projetos, e-mails e dados eletrônicos trocados com os clientes e fornecedores foram avaliados. Os indicadores de desempenho do fornecedor para o processo de desenvolvimento do produto e os relatórios de

desempenho do fornecedor enviados pelo cliente foram analisados e comparados com as métricas recomendadas no referencial teórico apresentado na seção 2.2.7.

Com o objetivo de aumentar a confiabilidade e a transparência do estudo de caso (YIN, 2010) foi estabelecido um Protocolo de Estudo de Caso, apresentado no Apêndice A, que norteou as ações do pesquisador e estabelece os procedimentos de coleta e análise de dados, de forma a manter o foco da pesquisa no objetivo geral e nos objetivos específicos do trabalho. O protocolo inclui em sua primeira parte uma introdução ao estudo de caso e finalidade do protocolo, que além de definir os procedimentos e objetivos do estudo, apresenta de forma sucinta a natureza da pesquisa aos entrevistados. A segunda parte do protocolo contém o roteiro utilizado nas entrevistas de coleta de dados do estudo, com perguntas abertas voltadas à caracterização das empresas estudadas e questões relativas à gestão da cadeia de suprimentos, ao processo de desenvolvimento do produto e ao ESI.

As entrevistas buscaram avaliar como, na opinião dos entrevistados e de acordo com os requisitos do processo de desenvolvimento do produto, a prática do ESI é conduzida e gerenciada pela empresa foco na interação entre ela, seus clientes e fornecedores. O Quadro 6 apresenta os assuntos, seção do texto em que são tratados, tópicos e referenciais teóricos utilizados para desenvolvimento do roteiro de entrevistas.

Quadro 6 – Referenciais Utilizados no Desenvolvimento do Roteiro de Entrevistas

Assunto	Tópico	Seção	Referencial teórico
Gestão da cadeia de suprimentos	Processos de negócio	2.1.1	Lambert e Schwieterman, 2012
	Práticas de gestão da cadeia de suprimentos	2.1.2	Pires, 2009
Processo de desenvolvimento do produto	Subprocessos estratégicos e operacionais	2.2.3 e 2.2.4	Rogers, Lambert e Knemeyer, 2004
	Planejamento avançado da qualidade	2.2.5	AIAG, 2008
	Sistemas de informação	2.2.6	Kim <i>et al.</i> , 2008
	Medição de desempenho	2.2.7	Toledo <i>et al.</i> , 2013
Early supplier involvement (ESI)	Adoção do ESI	2.3.2 e 2.3.3	Pires, 2009
	Estruturação do ESI	2.3.4	Dowlatsahi, 1998
	Determinação do grau de envolvimento	2.3.5	Le Dain, Calvi e Cheriti, 2010
	Implementação do ESI	2.3.6	Eisto <i>et al.</i> , 2010

Fonte: autoria própria

No roteiro de entrevistas as questões foram organizadas em três grupos: gestão da cadeia de suprimentos, PDP e ESI, com perguntas abrangendo todas as seções da revisão bibliográfica.

No Quadro 7 são apresentadas as dimensões da pesquisa, com suas categorias de análise, variáveis e resultados inicialmente esperados para o estudo de caso.

Quadro 7 – Dimensões da Pesquisa

Categoria	Variável	Resultado esperado com base na teoria
Benefícios	Redução do tempo de desenvolvimento	Redução, mas aquém do desejável
	Redução dos custos do produto	Redução, mas aquém do desejável
	Melhoria da qualidade do produto	Melhoria, mas aquém do desejável
	Inovação do produto e do processo	Aumento, mas aquém do desejável
	Fortalecimento do relacionamento	Fortalecimento, mas aquém do desejável
Pré-requisitos	Capacitação tecnológica	Adequada para a tecnologia do produto
	Comunicação aberta	Concentrada em aspectos técnicos
	Estrutura de gestão	Não considera a prática do ESI
	Sistema de medição do desempenho	Pouco desenvolvido
Desafios	Falta de confiança	Limitada
	Falta de clareza sobre os benefícios	Apenas os benefícios são conhecidos
	Falta de compartilhamento dos benefícios	Não previsto em contrato

Fonte: autoria própria

A partir dos objetivos da pesquisa, mostrados na seção 1.3, e com base em uma revisão bibliográfica inicial e na experiência profissional do pesquisador, foram estabelecidas proposição teóricas na seção 1.5, que serviram de fundamento para definição das categorias e variáveis de análise, as quais foram validadas através da revisão bibliográfica sumarizada no Quadro 4 da seção 2.3.7, o que permitiu também definir os resultados esperados da pesquisa em relação aos benefícios, pré-requisitos e desafios encontrados na implementação do ESI pela empresa foco.

Como forma de determinar se os resultados empíricos confirmam ou desmentem os resultados esperados, um caso prático de desenvolvimento de produto para cada um dos três principais clientes foi avaliado.

3.4. Análise de Dados

A estratégia de análise de dados adotada foi o **embasamento em proposições teóricas**, apropriada a estudos qualitativos. Os objetivos de pesquisa direcionaram a revisão bibliográfica, que por sua vez embasam as proposições teóricas, o plano de coleta de dados, o desenvolvimento do roteiro de entrevistas e a coleta de dados. A conclusão desse processo é a comparação entre as proposições teóricas e as práticas observadas. A técnica analítica adotada é a **combinação de padrão**, em que os padrões empíricos são comparados com os padrões previstos na teoria. Os dados primários e secundários foram compilados, tabulados, analisados e as respostas comparadas com as proposições teóricas, ressaltando os pontos de concordância e de discordância, bem como as lacunas eventualmente encontradas nas práticas e na teoria. Se houver concordância entre os padrões empíricos e teóricos, a validade interna da pesquisa é fortalecida. Caso contrário, os dados de campo e as proposições teóricas devem ser revistos (YIN, 2010).

4. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo são apresentados a empresa foco da pesquisa e suas sistemáticas, procedimentos, práticas e resultados relativos à gestão da cadeia de suprimentos, processo de desenvolvimento do produto e ESI, relatados à luz dos referenciais teóricos discutidos na revisão bibliográfica, da consulta à documentação da empresa foco e de seus clientes, bem como das informações obtidas nas entrevistas realizadas.

4.1. Apresentação das Empresas Envolvidas no Estudo de Caso

O estudo de caso foi conduzido em uma empresa nacional de médio porte, localizada no interior do estado de São Paulo, fornecedora de componentes para a indústria automobilística e considerou seu processo de desenvolvimento do produto e a interação com seu três principais clientes, além de três fornecedores envolvidos no processo de desenvolvimento do produto, conforme mostrado na Figura 20.

As principais características das empresas envolvidas no estudo de caso são mostradas no Quadro 8 e descritas no texto subsequente.

Quadro 8 – Empresas Analisadas no Estudo de Caso

Empresa	Produto	Origem	Porte	Localização	Capital
Empresa foco	Peças para motores e transmissão de veículos	Brasil	Médio (130 funcionários)	Interior de São Paulo	Fechado 100% nacional
Cliente 1	Caminhões e ônibus	Europa	Grande (10.000 funcionários no Brasil)	Grande São Paulo	Multinacional de capital aberto
Cliente 2	Motores para caminhões e geradores	Estados Unidos	Grande (2.000 funcionários no Brasil)	Grande São Paulo	Multinacional de capital aberto
Cliente 3	Sistemas eletrônicos para automóveis	Europa	Grande (2.000 funcionários no Brasil)	Interior de São Paulo	Multinacional de capital aberto
Fornecedor 1	Software e serviços de simulações de engenharia	Europa	Pequeno (20 funcionários no Brasil)	Grande São Paulo	Multinacional de capital fechado
Fornecedor 2	Serviços de ferramentaria	Brasil	Pequeno (20 funcionários)	Grande São Paulo	Fechado 100% nacional
Fornecedor 3	Serviços de usinagem	Brasil	Pequeno (50 funcionários)	Grande São Paulo	Fechado 100% nacional

Fonte: autoria própria

Empresa foco

A empresa foco é uma empresa familiar de capital 100% nacional de médio porte com 130 funcionários, o que de acordo com o SINDIPEÇAS (2015), é típica da indústria de autopeças brasileira, que tem em média cerca de 250 funcionários. Ao longo de mais de cinquenta anos de existência, construiu uma sólida e respeitável reputação no mercado, especialmente em função de seu reconhecido conhecimento técnico em processos produtivos e em projetos de ferramentais para produção em série de peças fundidas em ligas de alumínio-silício. A empresa possui atualmente dez clientes, montadoras de veículos ou sistemistas da indústria automobilística, todos eles empresas multinacionais com presença global e alto nível tecnológico. Cerca de 30% do faturamento da empresa provém de exportação direta para clientes na Europa, Ásia e América do Norte.

A empresa fornece cerca de cem produtos de tipos e configurações diversas, com peças variando de 100mm a mais de 1.000mm de comprimento e pesando de 0,2kg a 20kg, o que introduz significativa complexidade ao processo produtivo, uma vez que cada tipo de produto possui suas particularidades, especialmente nos processos de fundição e usinagem. Devido à importância dos componentes fornecidos e à dificuldade, em nível global, de desenvolvimento de fornecedores confiáveis de fundidos de alumínio, a empresa é considerada por seus clientes um **fornecedor estratégico**.

O volume de produção da maioria dos produtos é em geral baixo ou médio, e os principais produtos fabricados são carcaças de volante, cárteres de óleo e tubos para motores de caminhões e ônibus, além de cilindros de freio e componentes para sistemas de transmissão automatizada de automóveis. Os projetos são de responsabilidade dos clientes, mas têm contado com a participação crescente da empresa foco, que é consultada para assegurar a manufaturabilidade do produto, uma vez que o aumento do uso do alumínio em veículos é uma tendência global, devido a sua baixa densidade, alta resistência e possibilidade de reciclagem praticamente ilimitada. A maioria dos produtos produzidos pela empresa foco pode ser classificada como **caixa cinza**, conforme definido na seção 2.3.5.

O ferramental utilizado na fabricação dos produtos é, como de praxe na indústria automobilística, de propriedade do cliente, o que introduz uma importante variável ao processo, pois a empresa foco deve ser o mais transparente possível com o cliente, mas ao mesmo tempo precisa proteger seu conhecimento e tecnologia de projeto e construção do ferramental. Isso é conseguido através da negociação de contratos de venda e comodato com cliente, que obrigam a empresa foco a permitir a verificação do ferramental pelo cliente a qualquer tempo e a devolver o ferramental se o cliente o solicitar, mas não obrigam a empresa foco a entregar o projeto do ferramental ao cliente, nem acessórios do ferramental, tais como sistemas de refrigeração, nem as especificações e instruções do processo produtivo.

O ciclo produtivo típico, representado esquematicamente na Figura 20, inicia-se com o **recebimento** de materiais, como lingotes de alumínio, elementos de liga, areia para macharia e componentes para montagem; operação de **macharia**, realizada internamente ou em terceiros, é a produção de machos de areia que formarão as superfícies internas de tubos e cárteres; **fusão** da liga a partir dos lingotes de alumínio, elementos de liga e da reciclagem dos rejeitos do processo; **fundição** da peça pelo processo de vazamento por gravidade em molde metálico, também denominado fundição em coquilha; **acabamento** do fundido, que consiste na remoção dos machos de areia, canais, massalotes e rebarbas da peça; **tratamento térmico**, realizado internamente ou em terceiros, para melhoria das propriedades mecânicas do produto e alívio de tensões resultantes do processo de fundição; **usinagem**, realizada internamente ou em terceiros, para obtenção de superfícies de alta precisão dimensional, tais como planos, cilindros, furos e roscas; **montagem** de pequenos componentes, tais como tampões e conexões; **teste de estanqueidade** para detectar possíveis vazamentos na peça; **lavagem, inspeção final e embalagem**; e finalmente **expedição** para o cliente, realizada na maioria dos casos pelo próprio cliente pelo sistema de coleta *Milk-run*.

Figura 20 – Ciclo Produtivo Típico da Empresa Foco



Fonte: autoria própria

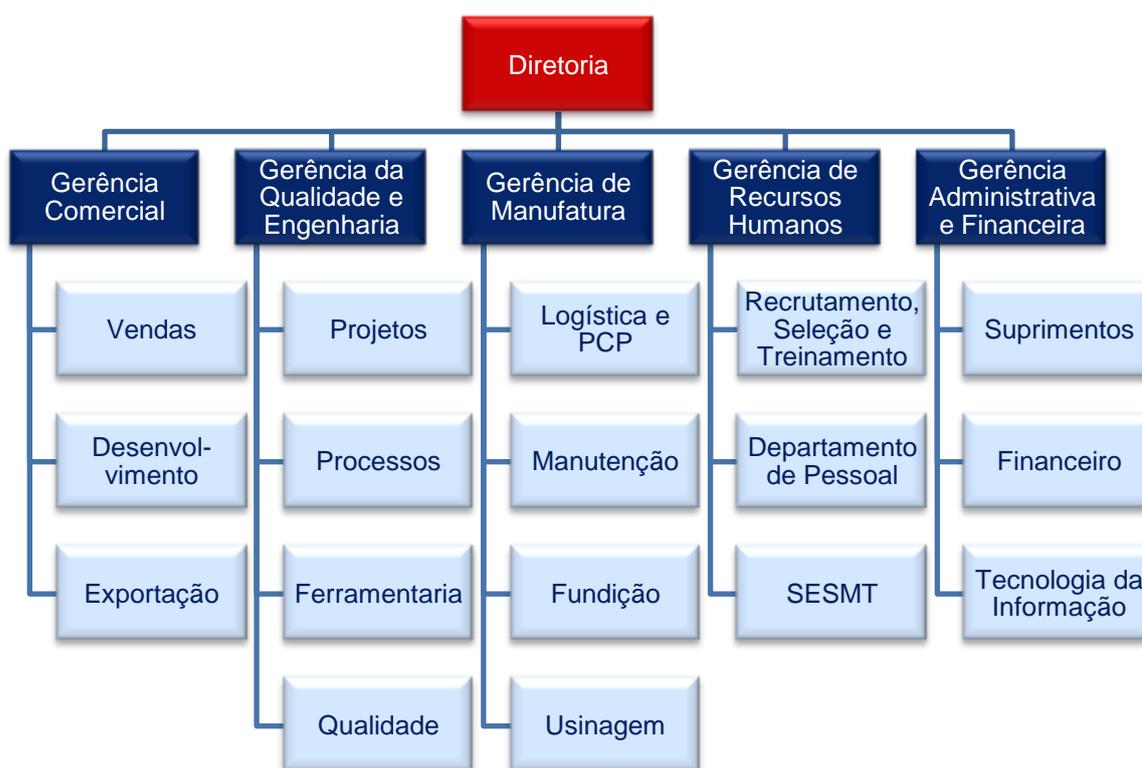
Ao chegarem ao cliente os produtos são normalmente recebidos em regime de qualidade assegurada, o que significa que não são inspecionados e seguem diretamente para o almoxarifado de componentes ou mesmo para a linha de montagem, onde são incorporados ao produto do cliente, que pode ser o motor ou outro sistema do veículo. Os produtos são geralmente montados manualmente pelo cliente, que ao concluir a montagem dos demais componentes, realiza um teste funcional no conjunto, quase sempre um teste de estanqueidade. Desta forma, uma falha no produto compromete severamente o andamento da linha de produção do cliente, que deverá retirar o conjunto reprovado do fluxo normal de produção, realizar uma série de testes para detectar qual é o componente defeituoso, contatar o fornecedor e solicitar que este inicie com extrema urgência um processo de seleção dos produtos nas instalações do cliente e do fornecedor, e que identifique eventuais produtos em trânsito ou nas instalações de subfornecedores. Caso haja peças defeituosas já em poder do usuário final, dependendo da gravidade da falha pode-se iniciar um processo de chamamento (*recall*), com custos altíssimos e danos

graves à imagem do cliente e do fornecedor, além do risco de segurança para as pessoas envolvidos e processos civis e criminais.

A criticidade dos produtos demanda, portanto, alto nível de qualidade dos produtos e processos, mas como os volumes de produção relativamente baixos inviabilizam investimentos em larga escala na automação dos processos, particularmente na fundição e a empresa utiliza de mão de obra de forma intensiva, o treinamento e qualificação do pessoal operacional e de suporte técnico das áreas de apoio torna-se extremamente importante para o sucesso da empresa.

A estrutura gerencial da empresa, mostrada na Figura 21, é enxuta, com apenas três níveis de liderança: diretoria, gerências e supervisão.

Figura 21 – Estrutura Gerencial da Empresa Foco



Fonte: autoria própria

O pessoal de nível técnico e de liderança é altamente qualificado e experiente, o que permite à empresa atender a exigências crescentes do mercado e a demandas internas do processo produtivo de forma eficiente e eficaz. O pessoal operacional da área de usinagem possui, em geral, formação de nível técnico adequada à função.

Já o pessoal operacional da área de fundição, até em razão da natureza mais severa do ambiente de trabalho, é menos qualificado, com grande rotatividade de mão de obra, o que dificulta o processo de treinamento e qualificação, e requer o contínuo acompanhamento do processo pelas áreas de apoio, bem como o desenvolvimento de processos mais robustos, que não dependam tanto das habilidades dos operadores.

O processo de desenvolvimento do produto, baseado no manual de APQP, é coordenado pela área Comercial e desenvolvido por uma equipe multifuncional, que conta com a participação das áreas de Projetos, Engenharia de Processo, Ferramentaria, Manufatura e Qualidade, é responsável pela elaboração dos cronogramas de desenvolvimento, definição das metas de projeto, elaboração do PFMEA e da documentação do processo. A equipe reúne-se semanalmente para acompanhar o andamento dos projetos e, se necessário, definir ações e recursos adicionais para assegurar o cumprimento dos prazos e atendimento das metas de projeto. O contato com os clientes e fornecedores é realizado pelas áreas Comercial, Engenharia e Qualidade, as quais repassam à equipe as informações trocadas.

Dentro do processo de desenvolvimento do produto, o projeto e a construção do ferramental de fundição são consideradas as atividades críticas para o sucesso do empreendimento, pois além de consumirem a maior parte do tempo e dos recursos do programa, têm impacto determinante na qualidade e produtividade do processo produtivo e exigem constantes negociações com o cliente e os fornecedores, o que demanda habilidades técnicas e de relacionamento.

A área de Engenharia desenvolve os projetos dos moldes de macharia e fundição utilizando ferramentas tecnológicas em linha com as melhores práticas mundiais, tais como sistemas CAD, CAE e CAM. O sistema CAD é utilizado pelo setor de Projetos para desenvolver os modelos matemáticos tridimensionais que serão necessários para a confecção dos desenhos dos componentes do ferramental e para troca de dados eletrônicos com os sistemas CAE e CAM dos clientes e fornecedores. No sistema CAE é realizada a simulação do processo de fundição, utilizando como dados de entrada os modelos tridimensionais do produto e do ferramental e os parâmetros de processo definidos pela Engenharia de Processos. A simulação é

realizada por um dos fornecedores incluídos neste estudo de caso e verifica, através de algoritmos sofisticados de última geração, se a concepção do ferramental e os parâmetros de processo estão adequados e atendem aos requisitos de sanidade metalúrgica do produto, prevê a ocorrência de porosidades e demais falhas de fundição, bem como estima as propriedades mecânicas do produto final. Tendo sido detectadas falhas potenciais no produto ou no ferramental, a Engenharia da empresa foco entra em contato com o cliente e inicia negociações para alterações no produto para corrigir ou minimizar o potencial de falhas, processo que pode se repetir mais de uma vez até que todos os problemas sejam solucionados.

Concluído o projeto do ferramental, inicia-se a sua construção. Como atualmente a Ferramentaria da empresa foco está equipada basicamente para realizar manutenção e pequenos reparos no ferramental, a construção é realizada em fornecedores previamente avaliados e selecionados, com acompanhamento constante por parte da equipe multifuncional e utilização de sistema CAM, que converte os dados dos modelos matemáticos tridimensionais em instruções de usinagem dos moldes e seus componentes. Após a construção e montagem, o ferramental é entregue à empresa foco para produção de amostras e validação do processo.

O projeto e construção dos demais ferramentais, tais como dispositivos de acabamento, usinagem, montagem, controle e teste de estanqueidade, são projetados e construídos pelos fornecedores, sob orientação e acompanhamento da Engenharia de Processos da empresa foco.

As áreas de Engenharia de Processos e Qualidade elaboram a documentação e definem os meios e métodos de controle do produto e do processo, necessários para assegurar a qualidade e produtividade do processo. A Qualidade é também a responsável por elaborar a documentação de validação do produto e do processo a ser submetida à aprovação do cliente.

O cliente, por sua vez, acompanha de perto o processo de desenvolvimento do produto, com visitas e reuniões constantes com a empresa foco e, dependendo do estágio do desenvolvimento, com os fornecedores dessa. Na fase de validação do

produto e do processo o cliente acompanha a produção e verificação do lote piloto de produção, muitas vezes solicitando alterações no processo e nos controles de forma a torná-los mais confiáveis.

Cliente 1

Essa empresa possui posição preeminente no cenário automobilístico global, com fábricas em dezenas de países ao redor do globo, onde produz ou monta automóveis, caminhões e ônibus. Possui também uma vastíssima rede de distribuidores e concessionárias em praticamente todos os países do mundo. No Brasil é um dos líderes de vendas de caminhões e ônibus e é atualmente o maior cliente da empresa foco, respondendo por 35% do faturamento dessa. Os produtos adquiridos da empresa foco são componentes de importância crítica para a montagem de motores, incluindo cárteres, carcaças de volante e tubos.

Possui uma área de Engenharia bem desenvolvida, como relativa autonomia para realizar seus próprios projetos ou adaptar os projetos oriundos de sua matriz europeia.

Embora o ESI seja utilizado regularmente com seus sistemistas, essa prática não é formalmente estruturada e é pouco utilizada junto aos fornecedores de componentes, como é o caso da empresa foco, o que reduz o potencial de ganhos decorrentes da incorporação dos conhecimentos da cadeia de suprimentos.

Cliente 2

Segundo maior cliente da empresa foco, com 25% de participação no faturamento dessa, ocupa lugar de destaque no cenário automobilístico global. É um importante sistemista que fornece seus produtos para os concorrentes diretos do Cliente 1 citado anteriormente. É um dos maiores fabricantes de motores diesel no mundo para aplicação em caminhões, ônibus e geradores de energia, com fábricas na América do Norte, Europa, Ásia e América do Sul, possuindo também uma ampla rede de distribuidores em centenas de localidades ao redor do globo.

No Brasil possui área de Engenharia própria, com capacidade para desenvolver o produto de forma praticamente independente de sua matriz norte-americana. Nos

últimos anos vem aplicando o ESI de forma crescente e, embora não haja ainda uma estrutura formal para a prática, já vem obtendo aprendizado e avanços significativos junto a sua cadeia de suprimentos. No caso da empresa foco, como essa fornece componentes críticos para o desempenho dos motores, como carcaças de volante, cárteres e tubos, o envolvimento em novos projetos tem sido constante e cada vez mais antecipado e intenso.

Cliente 3

É o terceiro maior cliente da empresa foco, com 20% de participação no faturamento, e assim como os demais clientes citados, também se destaca no cenário automobilístico global como um líder em inovação e importante fabricante de sistemas elétricos e eletrônicos, dentre outros, para veículos automotores, tais como sistemas de injeção eletrônica, controles do motor, câmbio automatizado e iluminação. Essa empresa pertence ao grupo de uma das montadoras instaladas no Brasil, que é o seu maior cliente. Entretanto, fornece também seus sistemas a outras montadoras no país e no exterior.

Sua área de Engenharia no Brasil tem capacidade de desenvolver produtos de alta tecnologia de forma independente de sua matriz europeia e caracteriza-se por grande dinamismo. O envolvimento dos fornecedores nos desenvolvimentos ocorre de maneira regular, mas sem estrutura formal e sem objetivos claros e responsabilidades definidas para as partes envolvidas.

Fornecedor 1

Conquanto possua apenas um pequeno escritório no Brasil, é um dos líderes mundiais em inovação e desenvolvimento de *software* de elementos finitos para simulações de processos fundição (CAE).

Com uma equipe altamente especializada, além de comercializar *software*, presta serviços de simulação de engenharia e otimização de projetos e processos de fundição para as maiores e mais importantes indústrias no Brasil.

A empresa foco deste estudo, apesar de possuir licença do *software* de simulação, tem utilizado os serviços de simulação e otimização de fundição oferecidos pelo fornecedor. O envolvimento desse fornecedor ocorre sempre no início do desenvolvimento do ferramental, o que, no caso do Cliente 2, tem-se iniciado ainda na fase de concepção do produto.

Fornecedor 2

É uma das empresas que tem fornecido serviços de ferramentaria à empresa foco com certa regularidade. Especializada em projeto e construção de ferramentais de fundição, como coquilhas e caixas de macho, possui capacidade para projeto e construção de moldes e dispõe de *software* CAD e CAM e de equipamentos de comando numérico computadorizado para simulação dos processos de usinagem do ferramental.

O projeto e a construção do ferramental são sempre realizados em conjunto com a empresa foco, que com sua vasta experiência em fundição, direciona a concepção do projeto e acompanha de perto a confecção dos moldes.

Fornecedor 3

Tem sido um fornecedor tradicional da empresa foco por mais de vinte anos, fornecendo a ela serviços de usinagem de produtos na fase de produção seriada. Devido ao grande conhecimento técnico do fornecedor na usinagem de peças complexas, a empresa foco utiliza seus serviços principalmente na produção de peças de maior grau de dificuldade em usinagem.

Durante a fase de desenvolvimento do produto o fornecedor auxilia a empresa foco no projeto dos dispositivos de usinagem. Utiliza sistemas CAD e CAM para projeto de ferramental e definição dos processos de usinagem. A construção do ferramental pode ser feita tanto pelo próprio fornecedor quanto por ferramentarias externas, caso em que o acompanhamento da construção fica a cargo da empresa foco.

4.2. Resultados Relativos à Gestão da Cadeia de Suprimentos

Os resultados apresentados, relativos à gestão da cadeia de suprimentos, são fruto das entrevistas realizadas com os seguintes profissionais da empresa foco: Gerente de Manufatura, Gerente Comercial e Supervisor de Logística. Em complemento às entrevistas, foram consultados o manual e os procedimentos de gestão da qualidade da empresa foco, além da observação direta do autor, que ocupa a posição de Gerente de Qualidade e Engenharia na empresa foco.

Os processos de gestão da empresa foco, mostrados na Figura 22, foram definidos com base na norma ISO/TS 16949, que é essencialmente uma norma voltada ao atendimento dos requisitos e à satisfação do cliente, e que não considera de forma explícita os processos de negócio da SCM, conforme apresentados na seção 2.1.1 do referencial teórico (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012).

Figura 22 – Processos de Gestão da Empresa Foco



Fonte: manual de gestão da qualidade da empresa foco (2015)

Uma das características importantes no sistema de gestão da empresa foco é a multifuncionalidade, pois apesar de cada processo ser coordenado por uma gerência

específica, existe uma forte interação entre elas e as decisões raramente são tomadas de forma isolada, tanto em nível estratégico quanto em nível tático e operacional. Isso propiciou o desenvolvimento de uma visão sistêmica na equipe de liderança, o que faz com que questões referentes à SCM sejam constantemente consideradas no processo de tomada de decisões. Como exemplo dessa interação pode-se citar o acompanhamento de visitas à empresa de clientes atuais e potenciais, geralmente coordenadas pela área Comercial, mas que sempre contam com a participação das áreas de Manufatura, Qualidade e Engenharia, as quais além de dar respaldo técnico à área Comercial utilizam as visitas para manter-se informadas a respeito dos movimentos comerciais e estratégicos da empresa e do mercado em geral.

Muito embora na definição dos processos de gestão da empresa foco não tenham sido considerados os processos de negócios da SCM, esses estão relacionados, de forma direta ou indireta, aos processos da empresa, conforme Quadro 9.

Quadro 9 – Relação entre Processos da SCM e Processos da Empresa Foco

Processos de negócio na SCM	Gerência responsável na empresa foco	Processos de gestão da empresa foco									
		Marketing & Vendas	Desenvolvimento	Logística	Produção	Manutenção	Suprimentos	Gestão do Ferramental	Gestão da Qualidade	Gestão do Negócio	Gestão de Pessoas
Gestão do relacionamento com o cliente	Comercial	●									
Gestão do relacionamento com o fornecedor	Administrativa e Financeira						●				
Gestão do serviço ao cliente	Comercial	●						●			
Gestão da demanda	Manufatura			●	●						
Atendimento dos pedidos	Manufatura			●	●						
Gestão do fluxo de manufatura	Manufatura			●	●						
Desenvolvimento do produto e comercialização	Engenharia		●								
Gestão de retornos	Manufatura			●							

Fonte: autoria própria

Entretanto, mesmo com a interação e visão sistêmica da liderança, e a despeito de todos os processos da SCM estarem de algum modo representados no mapa de processos da empresa, o grau de atendimento aos requisitos de cada processo é

variável, como sumarizado no Quadro 10, baseado no referencial teórico da seção 2.1.1 (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012).

Quadro 10 – Aplicação dos Processos da SCM

Processo	Aplicação	Situação
Gestão do relacionamento com o cliente	Plena	A gestão do relacionamento com o cliente é coordenada pela área Comercial e conta com forte participação das áreas de Engenharia, Qualidade e Logística. O processo atua em quatro fases: 1. Prospecção de clientes (clientes potenciais) ou seleção de fornecedor (clientes atuais). 2. Desenvolvimento do produto. 3. Produção e entrega. 4. Pós-venda.
Gestão do relacionamento com o fornecedor	Parcial	O relacionamento com o fornecedor é coordenado pela área de Suprimentos, com a participação das áreas Comercial, Manufatura, Qualidade e Engenharia. Entretanto, o relacionamento é basicamente restrito a questões operacionais, não havendo envolvimento dos fornecedores no planejamento estratégico.
Gestão do serviço ao cliente	Plena	O serviço ao cliente apoia-se principalmente nas áreas de Logística, Qualidade e Comercial, através do contato constante e intenso com os clientes em que se procura desenvolver um relacionamento positivo com os representantes do cliente, com negociações sobre o dia-a-dia e perspectivas de mais longo prazo.
Gestão da demanda	Parcial	A gestão da demanda é coordenada pela área Comercial com forte participação da Logística. Ao final de cada ano é verificada junto aos clientes a previsão de vendas para o próximo ano e, se possível, para mais dois anos. Com base nessas informações elabora-se um plano de vendas e operações (S&OP), o qual é revisado e adequado trimestralmente. Uma importante lacuna é a falta de integração com o sistema ERP da empresa.
Atendimento dos pedidos	Plena	O atendimento aos pedidos é coordenado pela Logística, que recebe e analisa os pedidos dos clientes, enviados mensalmente e atualizados semanalmente. Diariamente são ajustadas as entregas em função de mudanças de prioridade por parte do cliente ou da produção da empresa foco, as quais são negociadas pessoalmente entre o pessoal de Logística da empresa foco, do cliente e, dependendo da situação, dos subfornecedores.
Gestão do fluxo de manufatura	Plena	Internamente o fluxo de manufatura é gerenciado pelos setores de Produção e consiste na coordenação da produção entre os setores de fundição e usinagem. Externamente é realizado pela Logística e consiste basicamente na coordenação do transporte para o cliente e entre os fornecedores de usinagem e tratamento térmico. O transporte é realizado ou pela empresa foco, com transportadora subcontratada, ou pelos próprios fornecedores ou clientes, esse último geralmente realizado pelo sistema <i>milk-run</i> .
Desenvolvimento do produto e comercialização	Parcial	O desenvolvimento do produto é coordenado pela área de Engenharia e os desenvolvimentos são realizados por equipe multifuncional envolvendo as áreas de projeto, processo, ferramentaria, qualidade, produção, logística e suprimentos, como descrito em detalhes na seção 4.3. A principal lacuna é a falta de um programa estruturado de ESI, como descrito em 4.4.
Gestão de retornos	Plena	Os retornos consistem basicamente de embalagens de propriedade do cliente ou da empresa foco, além de peças devolvidas pelo cliente devido a problemas de qualidade. Os retornos são coordenados pelo cliente e movimentados pelos mesmos sistemas de transporte que realizam as entregas.

Fonte: autoria própria

De acordo com o Gerente Comercial, as lacunas apontadas devem-se principalmente ao desconhecimento do modelo de SCM, que ainda não foi considerado na definição das estratégias da empresa, o que certamente traria ganhos para a empresa e seus clientes.

No que tange às práticas da SCM citadas na seção 2.1.2 do referencial teórico (PIRES, 2009), o Quadro 11 resume a situação de implementação de cada uma delas pela empresa foco.

Quadro 11 – Aplicação das Práticas da SCM

Prática	Aplicação	Situação
Reestruturação e consolidação de cadeias de suprimentos	Parcial	Não existe política definida de reestruturação e consolidação, nem para adequação da carteira de clientes ou racionalização da base de fornecedores. A empresa tem buscado aumentar seu número de clientes no mercado automobilístico e manter os principais fornecedores.
Desenvolvimento de fornecedores	Parcial	O desenvolvimento de fornecedores é baseado na ISO/TS 16949 e dos requisitos específicos do cliente. Fornecedores de materiais diretos devem possuir certificação ISO 9001. Está em implementação um programa de auditorias de processo com base na norma VDA 6.3, o qual requer do fornecedor planos de melhoria da gestão dos processos produtivos e de apoio. O desempenho dos fornecedores é avaliado com base nos seus resultados de qualidade e entregas, com solicitação de planos de ação em caso de baixo desempenho.
Planejamento e gestão colaborativa	Parcial	EDI: utilizado pela maioria dos clientes para transmissão de seus programas de entregas. Não é utilizado o EDI na troca de dados com os fornecedores. ECR: essa prática não é adotada pela empresa foco. VMI: utilizado somente por uma planta no exterior do Cliente 2. O Cliente 3 está em fase de estudos para adoção da prática. CR: essa prática não é adotada pela empresa foco. CPFR: essa prática não é adotada pela empresa foco.
<i>Outsourcing</i>	Parcial	A terceirização é realizada em processos não disponíveis internamente, como tratamento térmico, ou que tenham restrições de capacidade, como usinagem ou macharia. Entretanto, não há política nem diretrizes definidas para a terceirização, que ocorre devido a contingências no momento da decisão.
<i>In plant representatives</i>	Parcial	A empresa mantém um representante em tempo integral no Cliente 1, em parte por solicitação do cliente e em parte pelas vantagens advindas da prática. Os demais clientes e também os fornecedores recebem visita dos representantes da empresa foco somente quando há algum assunto específico em andamento.
<i>Postponement</i>	Incipiente	Não existe política formal de postergação. Ela é aplicada parcialmente em alguns produtos usinados que são derivados do mesmo fundido, ou seja, mantém-se um pequeno estoque de peças fundidas, que são usinadas somente quando o cliente confirma qual versão do produto deverá ser entregue.
<i>Early supplier involvement (ESI)</i>	Parcial	O ESI, apesar de ser prática corrente da indústria automobilística, não é estruturada nem pela empresa foco nem por seus clientes e fornecedores. Ocorre geralmente por necessidade do cliente em casos atípicos de desenvolvimento, como descrito em 4.4.

Fonte: autoria própria

O que se observou é que a empresa foco tem adotado as práticas da SCM na medida em que os clientes as implementam e passam a exigir que a cadeia de suprimentos também as faça, mas isso tem ocorrido de forma não coordenada e incompleta, o que faz com que os ganhos obtidos estejam aquém das possibilidades e do retorno esperado em função do esforço empreendido.

4.3. Resultados Relativos ao Processo de Desenvolvimento de Produtos

Os resultados apresentados, relativos ao processo de desenvolvimento do produto, baseiam-se nas entrevistas realizadas com os seguintes profissionais da empresa foco: Gerente de Manufatura, Gerente Comercial, Supervisor de Logística, Projetista, Supervisor de Processos de Fundição e Ferramentaria, Supervisor de Processos de Usinagem. Em complemento às entrevistas, foram consultados o manual de APQP (AIAG, 2008), o procedimento de desenvolvimento de produtos da empresa foco e os manuais de gestão de fornecedores dos clientes, além da observação direta do autor.

O processo de desenvolvimento da empresa foco tem sido considerado consistente e abrangente, o que é atestado pelos resultados das auditorias de certificação ISO/TS 16949 e das auditorias de clientes, que relatam o processo de desenvolvimento como um ponto forte da empresa.

Todavia, como o processo de desenvolvimento foi desenvolvido somente com base no manual de APQP (AIAG, 2008), os requisitos e atividades previstos no referencial teórico do processo de desenvolvimento do produto e comercialização (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004), apresentado nas seções 2.2.1, 2.2.2 e 2.2.3, não foram diretamente considerados e, dessa forma, não são plenamente atendidos. Mesmo com um processo de desenvolvimento bem estruturado, algumas lacunas foram identificadas nas entrevistas e na análise da documentação do processo, como resumido no Quadro 12, onde são mostrados os subprocessos estratégicos do processo de desenvolvimento do produto e comercialização e sua aplicação pela empresa foco.

Quadro 12 – Subprocessos Estratégicos do PDP

Subprocesso	Aplicação	Situação
Analisar as estratégias corporativas, de <i>marketing</i> , manufatura e suprimentos	Plena	O enquadramento de novos produtos é realizado com base nas características do mercado, do cliente e do produto, além dos volumes de vendas previstos, o que permite identificar se o produto é adaptável ao processo produtivo da empresa, se os investimentos oferecem retorno adequado, se a relação com o cliente é mutuamente vantajosa, se seu preço de venda é competitivo e rentável, se o mercado é estável e crescente, e se os riscos envolvidos são administráveis.
Desenvolver processos de geração e seleção de ideias	Parcial	Como o desenvolvimento dos produtos é de responsabilidade dos clientes, as ideias são geradas durante a fase de desenvolvimento do ferramental e visam a melhoria da manufaturabilidade do produto. Quando se identifica a necessidade de alterações no projeto do produto, inicia-se uma negociação com o cliente para alteração do produto.
Estabelecer diretrizes para a participação na equipe multifuncional de desenvolvimento	Plena	O procedimento de desenvolvimento determina que a equipe seja composta por representantes das áreas-chave técnicas e estratégicas.
Identificar problemas e restrições de lançamento de produtos	Plena	Para identificar os problemas e restrições iniciais ao lançamento, no início do desenvolvimento a equipe multifuncional realiza uma análise crítica do projeto, incluindo uma análise detalhada dos desenhos, das especificações do produto e dos requisitos específicos do cliente para o produto e para o sistema de gestão. Iniciado o desenvolvimento, a equipe multifuncional reúne-se semanalmente para avaliar o andamento dos projetos, identificar novos problemas, restrições e definir planos de ação apropriados para corrigir os rumos de desenvolvimento.
Estabelecer diretrizes de projeto de novos produtos	Plena	O foco da prospecção de novos produtos é a busca por peças de ligas de alumínio-silício, manufaturáveis pelo processo de fundição em coquilhas por gravidade. As peças ideais são de porte médio (1 a 20kg) e volume de médio a alto (2.000 a 200.000 peças por ano). A preferência é para o fornecimento de peças usinadas de grau médio a alto de complexidade tecnológica e com pequenas montagens.
Desenvolver estrutura de indicadores	Parcial	Para cada processo de gestão são definidos indicadores de eficácia e eficiência, alinhados ao mapa estratégico da empresa.

Fonte: autoria própria

As principais lacunas dos subprocessos estratégicos concentram-se na ainda baixa participação da empresa na geração de ideias e na estrutura de indicadores.

O atendimento aos requisitos dos subprocessos operacionais do processo de desenvolvimento do produto e comercialização, descritos na seção 2.2.4 (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004), é apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 – Subprocessos Operacionais do PDP

Subprocesso	Aplicação	Situação
Definir novos produtos e avaliar enquadramento	Plena	Todos os pedidos de cotação são analisados pela equipe multifuncional para avaliação do enquadramento estratégico.
Estabelecer equipe multifuncional de desenvolvimento	Plena	A equipe é coordenada pela área Comercial e composta no mínimo por representantes das áreas de Engenharia de Projetos, Engenharia de Processos, Qualidade, Manufatura, Ferramentaria e Suprimentos.
Formalizar projeto de desenvolvimento de novo produto	Plena	O desenvolvimento inicia-se após a confirmação do pedido de compra do produto e do ferramental pelo cliente e é comunicado por e-mail pela área Comercial à equipe multifuncional. A comunicação inclui o número do projeto, solicita a elaboração do cronograma de desenvolvimento e a análise crítica das especificações do produto e requisitos específicos.
Projetar e construir protótipos	Parcial	Os protótipos normalmente são construídos pelo cliente, mas eventualmente esse solicita à empresa foco a construção dos protótipos, que são terceirizados, pois requerem técnicas de prototipagem não disponíveis na empresa, como fundição em areia. A empresa não possui uma política definida para construção de protótipos, nem fornecedores previamente validados para confecção dos protótipos.
Avaliar decisão fazer ou comprar	Parcial	Já na fase de cotação avalia-se a viabilidade técnica e comercial de fazer ou comprar algumas etapas do processo. A fundição nunca é terceirizada, pois é o foco dos negócios da empresa. Na decisão são levados em consideração fatores como necessidade de investimentos e seu respectivo retorno, capacitação técnica, custos e questões logísticas.
Determinar canais	Plena	Na maioria das vezes o transporte é realizado pelo próprio cliente (<i>milk-run</i>) e, mesmo quando fica a cargo da empresa foco, o local de entrega é definido pelo cliente.
Lançar produto	Plena	O lançamento é realizado através dos procedimentos da indústria automobilística, ou seja, conforme manual PPAP ou VDA 2. A empresa prepara um lote piloto e toda a documentação exigida pelo cliente e submete as peças e documentos a aprovação do cliente. Somente após a aprovação formal do cliente é que se inicia o fornecimento do produto conforme programa de entregas do cliente, que geralmente inclui um <i>ramp-up</i> , ou seja, uma fase de aumento gradual dos volumes até que se atinja o volume normal de produção.
Medir desempenho	Plena	Os indicadores são atualizados mensalmente e, sempre que os resultados se encontram fora da meta, são elaborados planos de ação para melhoria do desempenho.

Fonte: autoria própria

Assim como nos subprocessos estratégicos, os subprocessos operacionais estão bem definidos e implementados, com poucas lacunas identificadas.

A aplicação da metodologia do APQP (AIAG, 2008), conforme seção 2.2.4, é apresentada no Quadro 14, e como já citado anteriormente, é bem estruturada.

Quadro 14 – Aplicação do APQP pela Empresa Foco

Item	Aplicação	Situação
Metodologia do APQP	Plena	O procedimento de desenvolvimento foi elaborado com base no manual de APQP e incorpora todas as fases do processo.
Requisitos específicos do cliente	Plena	Já na fase de cotação a empresa foco envia um formulário ao cliente para consulta dos requisitos específicos relativos ao produto ou ao sistema de gestão da empresa. No início do APQP esses requisitos são confirmados, analisados criticamente e negociados com o cliente.
Confidencialidade	Plena	A empresa foco assina contratos de confidencialidade com seus clientes e exige de seus fornecedores que façam o mesmo.
Engenharia simultânea	Parcial	A engenharia simultânea é praticada internamente pela empresa, com envolvimento dos fornecedores em fases críticas, mas em poucos casos o cliente é envolvido, normalmente para esclarecer dúvidas sobre a aplicação do produto final.
Questões logísticas	Parcial	Os níveis de inventário não são avaliados de forma explícita nos novos desenvolvimentos. A empresa controla somente o nível geral de inventário, não estabelecendo metas para produtos específicos. Os métodos de manuseio, preservação, embalagem e transporte são definidos durante a fase de projeto do processo.
Planejamento e definição do programa	Plena	Na fase inicial do APQP é realizada análise crítica das especificações do produto e metas de desempenho do cliente, com esclarecimento e negociação das divergências. Com base nisso são estabelecidas metas internas de qualidade e produtividade e elaborado cronograma de desenvolvimento, o qual é utilizado internamente para monitorar o andamento do projeto e externamente para comunicar o andamento ao cliente. Investimentos em equipamentos e instalações são definidos e aprovados nessa fase.
Projeto e desenvolvimento do produto	Parcial	A fase de projeto do produto é realizada pelo cliente, mas a participação da empresa foco tem crescido continuamente, que é consultada para verificação da manufaturabilidade do produto, mas sua participação voluntária ocorre menos frequentemente.
Projeto e desenvolvimento do processo	Plena	O desenvolvimento do processo divide-se em projeto e construção do ferramental e definição do processo produtivo. Essas fases estão ligadas, mas a maioria das atividades pode ser realizada em paralelo, o que dá agilidade ao processo. O projeto e construção do ferramental atualmente são terceirizados, mas com acompanhamento técnico e gerencial da área de Engenharia. A definição do processo produtivo inclui a elaboração de FMEAs de processo, definição de fluxo e layout do processo, elaboração de instruções de trabalho e planos de controle, definição de parâmetros de processo, definição e aquisição de meios de medição, definição de embalagem.
Validação do produto e do processo	Plena	Na validação do processo todos os meios de produção e controle definitivos são verificados e validados por meio da produção de um lote piloto, em que os parâmetros de processo e características do produto (dimensional, material, desempenho) são confrontados com as especificações. Nessa fase elabora-se a documentação de aprovação do produto e do processo produtivo de acordo com manual PPAP ou VDA 2. A aprovação é realizada pelo cliente após auditoria do processo, verificação de amostras do produto e análise crítica da documentação do processo. Somente após aprovação formal do cliente é que se inicia o fornecimento do produto.
Retroalimentação, avaliação e ação corretiva	Plena	Ocorre em paralelo às demais fases do desenvolvimento, e é gerenciada nas reuniões semanais da equipe multifuncional. Estende-se até após a validação do produto e do processo, com acompanhamento dos lotes iniciais de produção e verificação do atendimento às metas estabelecidas no início do desenvolvimento.

Fonte: autoria própria

As lacunas identificadas na aplicação do APQP estão ligadas à implementação do ESI e à falta de uma participação mais ativa da empresa na concepção do produto.

O uso da tecnologia e dos sistemas de informação no processo de desenvolvimento, sintetizado no Quadro 14, e em linha com o recomendado na seção 2.2.6 pelo referencial teórico (KIM *et al.*, 2008), é um ponto de destaque, com intensa troca de dados em meio eletrônico entre os membros da cadeia de suprimentos.

Quadro 15 – Sistemas de Informação Utilizados no PDP

Informação	Empresa	Sistema	Formato	Meio de troca	Benefícios	Dificuldades
Modelos matemáticos 3D	Cliente 1	CAD paramétrico do cliente	Original do software	Portal web do cliente ou e-mail	Mesmo sistema da empresa foco, o que elimina a necessidade de conversão de dados.	Necessidade de conversão de arquivos para envio aos fornecedores, com risco de perda de dados.
	Cliente 2 Cliente 3	CAD paramétrico do cliente	STEP ou IGES	e-mail	Formato padronizado, que permite a utilização dos dados pelos demais membros da cadeia de suprimentos.	Necessidade de conversão de arquivos, com risco de perda de dados.
	Fornecedor 1 Fornecedor 2 Fornecedor 3	CAD paramétrico da empresa foco				
Desenhos 2D	Cliente 1 Cliente 2 Cliente 3 Fornecedor 1 Fornecedor 2 Fornecedor 3	CAD paramétrico	.pdf	e-mail	Formato universal, sem necessidade de conversão de dados.	Falta de integração com o sistema CAD da empresa foco e dos fornecedores.
Normas e especificações de engenharia	Cliente 1	Editor de texto	.pdf	Portal web do cliente	Facilidade de acesso por todos os membros da cadeia de suprimentos.	Nenhuma dificuldade relatada.
	Cliente 2 Cliente 3	Editor de texto	.pdf	e-mail		
	Fornecedor 1 Fornecedor 2 Fornecedor 3	Editor de texto	.pdf	e-mail		

Fonte: autoria própria

A troca de dados eletrônicos é, segundo os entrevistados, uma condição indispensável para o sucesso do desenvolvimento de produtos na indústria automobilística atual e a maior responsável pela redução do tempo de desenvolvimento e das falhas de projeto, pois com ela se elimina ou reduz drasticamente a necessidade de retrabalho dos dados pela cadeia de suprimentos.

Outro ponto importante para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos é a medição do desempenho dos membros da cadeia de suprimentos. Nesse quesito em particular encontrou-se uma grande lacuna entre a necessidade de medição preconizada no referencial teórico, conforme seção 2.2.7 (TOLEDO *et al.*, 2008, 2013), e as práticas do setor automobilístico, evidenciadas no Quadro 16.

Quadro 16 – Medição do Desempenho do PDP

Indicador	Empresa Foco	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3
Indicadores do processo de desenvolvimento de produtos citados na literatura:				
Tempo do ciclo de desenvolvimento (<i>time-to-market</i>)				
Retorno do investimento (ROI)				
Tempo para retorno do investimento (<i>payback</i>)				
Valor econômico agregado (EVA)				
Vendas de novos produtos sobre receita total	●			
Custo total do desenvolvimento	●			
Satisfação do cliente com novos produtos				
Custo de falhas internas de novos produtos				
Custo de falhas externas de novos produtos				
Taxa de devolução de novos produtos				
Taxa de reparo de novos produtos				
Gastos em desenvolvimento sobre as receitas				
Crescimento dos gastos em desenvolvimento				
Total de patentes registradas				
Quantidade de produtos lançados				
Quantidade de desenvolvimentos ativos				
Investimentos em sustentabilidade				
Faturamento sobre pessoal de desenvolvimento				
Percentual de projetos aceitos				
Número de projetos sobre pessoal de desenvolvimento				
Indicadores adicionais utilizados pelas empresas estudadas:				
Amostras entregues com atraso		●		
Amostras reprovadas		●		
Pontualidade dos desenvolvimentos (atraso médio na entrega de amostras)	●			

Fonte: autoria própria

Dentre os poucos indicadores utilizados pela empresa foco e pelos seus clientes para medição do desempenho do processo de desenvolvimento, nenhum deles está relacionado ao ESI e, até onde foi possível apurar, não há intenção de nenhuma das partes de vir a utilizá-los. Quanto ao uso do BSC, a empresa foco somente o utiliza

na medição do desempenho interno e os clientes somente na medição do desempenho dos fornecedores diretos e ainda assim com foco no desempenho de da qualidade do produto e das entregas.

4.4. Resultados Relativos à Prática do ESI

Os resultados apresentados, relativos à prática do ESI, baseiam-se nas entrevistas realizadas com os seguintes profissionais da empresa foco: Gerente de Manufatura, Gerente Comercial, Projetista, Supervisor de Processos de Fundição e Ferramentaria, Supervisor de Processos de Usinagem. Em complemento às entrevistas, foram consultados o manual de APQP (AIAG, 2008), o procedimento de desenvolvimento de produtos da empresa foco e os manuais de gestão de fornecedores dos clientes, além da observação direta do autor.

Na opinião do Gerente de Qualidade e Engenharia da empresa foco e autor deste trabalho, corroborada nas entrevistas, como o ESI não é ainda uma prática formalmente estruturada dentro das cadeias de suprimentos da indústria automobilística, a aderência aos seus princípios e pré-requisitos é em geral deficiente, o que influencia negativamente nos resultados obtidos e desperdiça seu potencial para aumento da competitividade das cadeias de suprimentos, como fica evidente nos resultados apresentados ao longo desta seção.

A prática do ESI é conhecida na empresa foco como engenharia simultânea, com a participação do cliente e dos fornecedores, e como *codesign*. A totalidade dos entrevistados concorda que a participação da empresa foco no processo de desenvolvimento dos produtos fica muito aquém do desejável.

Os resultados relativos à adoção da prática do ESI pela empresa foco, tratada nas seções 2.3.1 e 2.3.2 (PIRES, 2009), são mostrados no Quadro 17.

Quadro 17 – Adoção do ESI pela Empresa Foco

Item	Aplicação	Situação
Conhecimento da prática do ESI pela empresa foco	Parcial	O conceito de ESI era inicialmente conhecido como <i>codesign</i> ou engenharia simultânea do cliente com a participação do fornecedor, mas nem todos os benefícios, pré-requisitos e desafios eram conhecidos na empresa foco.
Estrutura formal de ESI na empresa foco	Incipiente	O ESI se integra ao APQP, mas sem uma estrutura formal.
Estrutura formal de ESI nos clientes	Incipiente	Cliente 1: não possui estrutura formal e utiliza pouco o ESI. Cliente 2: está em uma movimento de ampliação e estruturação da prática, mas ainda em fase embrionária. Cliente 3: não possui estrutura formal e utiliza pouco o ESI, mas em nível superior ao cliente 1.
Integração do ESI à estratégia da empresa foco	Parcial	A missão formalizada da empresa é desenvolver soluções em fundição e usinagem de peças de alumínio para seus clientes, na qual o conceito de ESI está subentendido, mas não explicitado.
Fatores para adoção do ESI pela empresa foco	Plena	A empresa foco encara seu conhecimento em processos de fundição como um diferencial com grande potencial de agregar valor para os clientes, os quais necessitam cada vez mais desenvolver novos produtos com rapidez e eficácia. Outro ponto importante é o desenvolvimento de um relacionamento de longo prazo baseado na confiança entre as partes, o que é essencial no mercado automobilístico, pois o desenvolvimento de uma parceria cliente-fornecedor é um processo longo e custoso, de alto impacto (positivo ou negativo) em um mercado altamente competitivo.
Fase do desenvolvimento em que a empresa foco é envolvida pelo cliente	Parcial	Clientes 1 e 3: fase intermediária do projeto. A empresa foco é envolvida após definição dos modelos 3D e 2D, antes da emissão do desenho definitivo e eventualmente antes da confecção de protótipos. Cliente 2: fase inicial do projeto. A empresa foco é envolvida no projeto ainda na fase preliminar de concepção do produto. Cliente 3: fase intermediária do projeto. A empresa foco é envolvida após definição do modelo 3D e antes da confecção de protótipos.

Fonte: autoria própria

Na opinião do Gerente Comercial da empresa foco, a adoção do ESI, ainda que incipiente, é tanto uma solicitação dos clientes, que buscam ganhos de eficiência nos projetos, quanto uma necessidade estratégica da empresa foco, que reconhece que os pedidos de novos produtos não podem ser disputados somente quando os desenhos definitivos já estão no departamento de Compras dos clientes para cotação no mercado. Um pedido deve começar a ser buscado quando o produto ainda se encontra na fase de concepção pela Engenharia do cliente, pois se o fornecedor auxilia na concepção e no projeto do produto, a área de Engenharia envia o desenho definitivo a Compras já com a recomendação do fornecedor preferencial, o que dificilmente será alterado por Compras, que não deseja assumir a responsabilidade pela mudança de fornecedor e pelos possíveis problemas decorrentes dessa troca.

Decorre dessa demanda estratégica da empresa foco a necessidade de estruturação da prática do ESI, tendo em vista não somente a perspectiva cliente, como apresentado na Figura 10 da seção 2.3.3 (PIRES, 2009) e na Figura 11 da seção 2.3.4 (DOWLATSHAHI, 1998), mas principalmente a perspectiva do fornecedor, que deve compreender o seu papel na implementação do ESI. O Quadro 18 mostra com o ESI é tratado dentro da estrutura atual de desenvolvimento do produto.

Quadro 18 – Estruturação do ESI pela Empresa Foco

Item	Aplicação	Situação
Atividades do ESI do bloco projeto	Parcial	Como o projeto do produto é de responsabilidade dos clientes, a participação da empresa é restrita à análise da manufaturabilidade, à escolha de material e a alterações de geometria que permitam ou facilitem a fundição da peça ou a confecção do ferramental.
Atividades do ESI do bloco suprimentos	Parcial	As decisões de fazer ou comprar são tomadas no início do desenvolvimento. Ainda na fase de cotação a equipe multifuncional analisa essa decisão. Uma lacuna encontrada se refere ao gerenciamento do inventário, pois não são estabelecidos níveis de estoque de segurança, ponto de reposição, frequência de pedidos.
Atividades do ESI do bloco fornecedor	Parcial	Os fornecedores são envolvidos no início do desenvolvimento para desenvolvimento do ferramental, mas o desenvolvimento do processo do fornecedor e as atividades de controle da qualidade somente são avaliados na fase de validação do produto e do processo (PPAP).
Atividades do ESI do bloco manufatura	Parcial	A manufatura e a engenharia de processos são envolvidas no início do desenvolvimento, através de sua participação na equipe multifuncional, que define as metas de qualidade, produtividade e custos. Não são definidas metas de inventário.
Inter-relações entre as atividades do ESI	Parcial	As inter-relações dão desenvolvidas nas reuniões da equipe multifuncional, mas de maneira informal.

Fonte: autoria própria

Como já citado anteriormente, nem a empresa foco nem os seus clientes possuem uma estrutura formal definida para a prática do ESI, havendo muitas lacunas a serem preenchidas. O envolvimento da empresa foco nas fases iniciais dos desenvolvimentos depende em larga medida da solicitação do cliente para que isso seja feito. Já o envolvimento dos fornecedores da empresa foco no início do desenvolvimento é uma prática recorrente, embora não totalmente estruturada de acordo com a Figura 10 da seção 2.3.3 (PIRES, 2009). No Quadro 19 são apresentados os resultados da utilização dos critérios definidos na seção 2.3.5 (LE DAIN; CALVI; CHERITI, 2010), pela empresa foco e pelos seus clientes para determinação do grau de envolvimento do fornecedor nos projetos.

Quadro 19 – Determinação do Grau de Envolvimento da Empresa Foco pelos Clientes

Critério	Aplicação	Situação
Determinação do grau e da configuração do envolvimento dos fornecedores	Parcial	Empresa foco: leva em consideração a disponibilidade de processos e capacidades internas, comparação de custos, domínio da tecnologia requerida e prazos de desenvolvimento, mas não há uma sistemática formal de avaliação. Clientes: consideram a incorporação dos conhecimentos do fornecedor ao projeto, de forma a se ter um produto mais confiável e com menor custo, mas não há uma sistemática formal de avaliação.
Análise de riscos do desenvolvimento	Parcial	Empresa foco: apesar de não possuir uma análise de risco plenamente estruturada, a equipe multifuncional e a diretoria avaliam de maneira informal a criticidade do produto (por exemplo, se o produto é um item de segurança) e os riscos de recall, os riscos de multas por desabastecimento ou problemas de qualidade, a dificuldade técnica de desenvolvimento e manufatura do produto, os riscos de não se obter retorno do investimento em caso de não concretização dos volumes previstos e os riscos de participar de um desenvolvimento com ESI e o pedido ser fechado com outro fornecedor. Clientes: possuem sistemática de análise de riscos de desenvolvimento, com avaliação dos riscos de segurança, qualidade, logística e custos, que definem o nível de monitoramento do fornecedor ao longo do desenvolvimento. Entretanto, não solicitam aos fornecedores a análise de riscos.
Definição do nível de autonomia dos fornecedores	Parcial	Empresa foco: nível de autonomia dos fornecedores é definido caso a caso, não havendo uma sistemática para avaliação e definição. Clientes: nível de autonomia é definido com base no risco do desenvolvimento e do grau de maturidade tecnológica do fornecedor, mas o fornecedor não é envolvido na análise.
Plano de mitigação de riscos	Parcial	Empresa foco: não existe sistemática preventiva, são definidas ações pontuais em casos de identificação de riscos. Clientes: realizam reuniões periódicas e visitas à empresa foco em fases críticas do projeto para avaliar possíveis riscos.

Fonte: autoria própria

Apesar das lacunas identificadas, nota-se que os clientes possuem sistemáticas definidas para análise de riscos dos desenvolvimentos e por consequência para acompanhamento das atividades do fornecedor, enquanto a empresa foco realiza a análise de riscos de maneira mais informal e intuitiva e não possui um plano de mitigação de riscos definido.

Se nas fases de estruturação e decisão da aplicação do ESI existem lacunas importantes, é na fase de implementação do ESI que ocorrem as maiores falhas do processo. No Quadro 20 são apresentados os resultados referentes à estrutura colaborativa para a prática do ESI, conforme seção 2.3.6.5 (EISTO et al., 2010).

Quadro 20 – Estrutura Colaborativa para a Prática do ESI

Item	Adequação	Situação
Nível de colaboração entre cliente e empresa foco	Inadequado	Clientes 1 e 3: sobreposição parcial. Cliente 2: sobreposição total.
Modelo de negócios adotado pelo cliente	Inadequado	Clientes 1 e 3: precificação padronizada. Cliente 2: compensação parcial das horas de projeto (somente simulação).
Fase do desenvolvimento em que a empresa foco é envolvida	Inadequada	Clientes 1 e 3: liberação do projeto. Cliente 2: concepção do projeto.
Fase do desenvolvimento em que os fornecedores da empresa foco são envolvidos	Adequada	Todos os fornecedores são envolvidos pela empresa foco na fase de concepção do projeto do ferramental.
Nível de envolvimento da empresa foco em função da complexidade do produto	Inadequado	Clientes 1 e 3: compatível, mas haveria mais ganhos se ocorresse antes. Cliente 2: compatível e ideal, pois ocorreu no início da concepção do produto.
Oportunidades de ganhos efetivadas no desenvolvimento analisado	Inadequado	Clientes 1 e 3: pequenos ganhos na manufaturabilidade decorrentes de ajustes na geometria do produto com a consequente redução dos índices de rejeição do produto. Cliente 2: otimização do fluxo de valor na cadeia devido a alterações significativas na geometria dos produto, com redução de massa e de operações que não agregam valor, tais como rebarbação da peça.
Nível de comunicação entre os envolvidos	Inadequado	Clientes 1 e 3: projeto ainda não concluído enviado ao fornecedor e analisado criticamente por esse. Cliente 2: projeto colaborativo do produto, com compartilhamento de informações gerais do projeto e troca adequada de informações. Fornecedores: projeto colaborativo do produto, compartilhamento de informações gerais do projeto e troca adequada de informações.
Níveis de responsabilidade estabelecidos em contrato	Inadequado	Clientes: o contrato somente é firmado após emissão definitiva dos desenhos do produto e cotação com a base de fornecedores. Fornecedores: as responsabilidades são formalmente definidas no contrato.

Fonte: autoria própria

A estrutura colaborativa é ainda incipiente nos empresas avaliadas, uma vez que os fornecedores são pouco envolvidos nos projetos, e mesmo quando o são, isso ocorre em fase posterior ao que seria o adequado para obtenção dos benefícios do ESI.

A seguir são relatados os benefícios obtidos pela empresa foco com a implementação do ESI em três projetos diferentes, desenvolvidos cada um para um dos seus três principais clientes. Cada projeto seguiu uma trajetória diferente, com níveis de envolvimento e resultados diversos. O Quadro 21 apresenta detalhes dos três produtos avaliados e as características principais de cada projeto.

Quadro 21 – Caracterização dos Produtos Analisados Quanto à Prática do ESI

Item	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3
Produto	Carter de óleo	Carcaça do volante do motor	Flange adaptadora
Características do produto	Peça de médio porte. Dimensões: 800mm x 400mm x 250mm Peso: 10kg	Peça de médio porte. Dimensões: 500mm x 500mm x 150mm Peso: 17kg	Peça de pequeno porte. Dimensões: 150mm x 150mm x 50mm Peso: 0,5kg
Aplicação do produto	Motor de caminhão de médio porte.	Motor para caminhão pesado.	Transmissão semiautomática de automóveis.
Tipo de desenvolvimento	Nova plataforma de veículos desenvolvidos para atender à legislação atual de emissões.	Nova plataforma de veículos.	Fundamentalmente novo, pois o câmbio semiautomático é um produto inovador.
Responsável pelo projeto	Cliente.	Cliente.	Cliente.
Grau de envolvimento da empresa foco	Sugestões de alteração de geometria do produto para facilitar a construção do ferramental.	Sugestões de alteração de geometria do produto para facilitar construção do ferramental e para reduzir a probabilidade de ocorrência de falhas de fundição.	Sugestões de alteração de geometria do produto para facilitar a construção do ferramental.
Configuração do envolvimento	Caixa cinza.	Caixa cinza.	Caixa cinza.
Risco do desenvolvimento	Médio, por ser um produto com concepção próxima à de produtos de aplicação similar.	Alto, por ser um produto com significativas alterações em relação a produtos similares.	Alto, por ser um produto fundamentalmente novo.
Nível de autonomia da empresa foco	Baixo, somente permitidas pequenas alterações de geometria.	Alto, com permissão de alterações radicais na geometria e até no material da peça.	Médio, pois foram permitidas alterações de geometria significativas.
Processo produtivo	Fundição, macharia e usinagem.	Fundição, macharia e usinagem.	Fundição e usinagem.
Grau de complexidade do produto	Fundição: alta Macharia: alta Usinagem: média	Fundição: média Macharia: baixa Usinagem: alta	Fundição: média Usinagem: alta
Envolvimento do Fornecedor 1	Não houve.	Simulação de fundição realizada na fase de concepção do produto.	Simulação de fundição realizada na fase de concepção do produto.
Envolvimento do Fornecedor 2	Projeto e construção do ferramental de fundição e de usinagem.	Projeto e construção do ferramental de fundição e de usinagem.	Projeto e construção do ferramental de fundição.
Envolvimento do Fornecedor 3	Não houve, pois a usinagem é realizada pela empresa foco.	Não houve, pois a usinagem é realizada pela empresa foco.	Projeto, construção do ferramental e desenvolvimento do processo de usinagem.

Fonte: autoria própria

Apesar de os produtos analisados serem diferentes em geometria e dimensões, os processos produtivos e os ferramentais utilizados são similares, o que permite comparar os benefícios obtidos no desenvolvimento com aqueles previstos na

Figura 10 da seção 2.3.3 (PIRES, 2009) e na seção 2.3.6.2 (EISTO *et al.*, 2010), como mostrado no Quadro 22.

Quadro 22 – Benefícios Obtidos com a Prática do ESI

Benefício	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3
Redução do tempo de desenvolvimento	Aumento no tempo de desenvolvimento, de 6 para 8 meses, pois a empresa foco somente foi envolvida pouco antes da liberação do desenho oficial do produto e detectou-se a necessidade de alteração por problemas para confecção do ferramental, o que poderia ter sido previsto e evitado com o ESI.	O tempo de desenvolvimento foi menor do que em projetos similares (cerca de 5 meses contra uma média de 6 meses), mas poderia ter sido menor, pois ocorreram alterações no decorrer do projeto que poderiam ter sido previstas, mas não o foram devido a falta de experiência dos envolvidos com o ESI.	O tempo de desenvolvimento ficou dentro do previsto, de cerca de 6 meses, mas poderia ter sido menor se a empresa foco tivesse sido envolvida antes, pois foram necessárias alterações significativas no produto que exigiram retrabalho por parte do cliente.
Redução dos custos do produto	Custo dentro do previsto na cotação inicial e compatível com produtos similares.	Redução de 15% do preço em relação à cotação inicial, devido a diminuição das espessuras de parede do produto, com redução do peso inicial de 18kg para 14kg. Houve ainda ganhos de produtividade devido a redução do ciclo do processo de fundição gerada pela configuração mais adequada do ferramental e redução do índice de rejeição.	Custo dentro do previsto na cotação inicial, mas sem comparação com outros produtos por ser um projeto totalmente novo.
Melhoria da qualidade do produto	Produto com índice de rejeição interna dentro da média de produtos similares. O índice de falhas externas do produto é zero.	Redução significativa do índice de rejeição interna. O índice de falhas externas do produto é zero.	Baixos índices de rejeição interna, com índice zero de falhas externas.
Inovação do produto e do processo	Não houve nenhuma inovação no produto sugerida pela empresa foco e o processo de desenvolvimento e de fabricação também são convencionais.	A inovação introduzida foi a coordenação da simulação de análise de tensões e para fundição, que foi responsável pela maioria dos ganhos obtidos.	Não houve nenhuma inovação no produto sugerida pela empresa foco e o processo de desenvolvimento e de fabricação também são convencionais.
Fortalecimento do relacionamento	Manutenção do nível de relacionamento previamente existente, com baixa interação com a Engenharia do cliente.	Fortalecimento do relacionamento devido à maior proximidade com a Engenharia do cliente, que passou a conhecer melhor a capacidade da empresa foco e por isso a confiar mais nela.	Fortalecimento do relacionamento devido à maior proximidade com a Engenharia do cliente, que passou a conhecer melhor a capacidade da empresa foco e por isso a confiar mais nela.
Outros	Nenhum identificado.	Nenhum identificado.	Nenhum identificado.

Fonte: autoria própria

Na opinião do Gerente Comercial da empresa foco, o impacto do ESI no tempo de desenvolvimento não tem sido particularmente significativo, uma vez que no caso dos Clientes 1 e 3 o envolvimento da empresa foco ocorreu em fase posterior ao ideal. No projeto desenvolvido com o Cliente 2 os ganhos no tempo de desenvolvimento foram modestos, principalmente devido a ter sido esse o primeiro projeto desenvolvido com a participação da empresa foco desde a fase de concepção do produto, tendo ocorrido erros tais como a não avaliação de materiais alternativos logo no início do projeto, o que foi necessário realizar em um estágio mais avançado do desenvolvimento, gerando retrabalhos e perda de tempo. O valioso aprendizado obtido pelo cliente e pela empresa foco com essa experiência possivelmente fará que nos próximos projetos o tempo de desenvolvimento seja sensivelmente reduzido, como previsto pela totalidade da literatura consultada e listada no Quadro 5 da seção 2.3.7.

Os ganhos na redução de custos e na melhoria da qualidade, também amplamente citados na literatura apresentada no Quadro 5 da seção 2.3.7, no caso dos Clientes 1 e 3 devem-se basicamente à incorporação do conhecimento técnico de processo de fundição da empresa foco ao projeto do produto, com significativa melhoria da manufaturabilidade do produto e redução dos índices de refugo e retrabalho. Já no caso do Cliente 2, o fator determinante para efetivação dos ganhos expressivos obtidos foi a simulação do processo de fundição realizada ainda na fase de concepção do produto, que reduziu o tempo de desenvolvimento, permitiu a escolha do melhor material para a aplicação desejada e indicou alterações significativas de geometria que melhoraram não somente o desempenho do processo de fundição, sem prejudicar o desempenho do produto, como também propiciaram o desenvolvimento de um ferramental de fundição mais leve e robusto.

O caso do Cliente 2 reforça o papel da inovação na prática do ESI prevista na literatura (LAU, TANG; YAM, 2010; LAU, 2011; LAWSON; POTTER, 2012; LUZZINI *et al.*, 2015; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; PIRES, 2009; SCHIELE, 2010).

O desenvolvimento do relacionamento cliente-fornecedor é também considerado pelos entrevistados um ponto chave para o sucesso do desenvolvimento dos produtos, em especial a interação com a Engenharia do cliente, que é crítica para o fechamento de novos pedidos, pois o projeto já sai direcionado ao fornecedor que ajudou a desenvolvê-lo, o que está em consonância com a literatura sobre o tema (CHAVRAN; MAHAJAN; SARANG, 2012; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LABAHN; KRAPFEL, 2000; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; PIRES, 2009; SANTOS; FORCELINI, 2012).

O atendimento pela empresa foco aos pré-requisitos para implementação do ESI, definidos na seção 2.3.6.3 (EISTO et al., 2010), é apresentado no Quadro 23.

Quadro 23 – Pré-Requisitos para Implementação do ESI

Pré-requisito	Adequação	Situação
Capacitação tecnológica	Adequada	A empresa conta com softwares de CAD, CAM disponíveis internamente, além do CAE através de parceria com a Magma. A estrutura tecnológica dos clientes, da empresa foco e dos seus fornecedores é adequada ao desenvolvimento do ESI.
Comunicação aberta	Parcial	A comunicação ocorre através da troca de dados eletrônicos e de reuniões periódicas entre as equipes de Engenharia e Qualidade, nas quais se discutem os rumos do projeto e se negociam alterações do produto para melhoria da manufaturabilidade e do projeto do ferramental. O processo de comunicação atual, ainda que possa ser melhorado, é adequado entre a empresa foco, o cliente 2 e os fornecedores. Já com os clientes 1 e 3 a comunicação é ainda deficiente.
Estrutura de gestão	Inadequada	Devido ao maior número de interações entre as empresas envolvidas, é fundamental a existência de um sistema de gestão adequado para melhor coordenação entre as partes. O sistema de gestão é o que integra os processos de comunicação, uso da tecnologia e sistemas de medição. A estrutura foi considerada inadequada por não atender aos requisitos já cotados nos Quadros 18 e 20.
Sistema de medição de desempenho	Inadequado	O sistema de medição é importante dentro do sistema de gestão para indicar se as ações definidas e implementadas estão atingindo os resultados esperados. Entretanto, nem a empresa foco nem seus clientes possuem um sistema de medição de desempenho adequado à prática do ESI.
Outros	Não identificados	Os entrevistados não identificaram nenhum outro pré-requisito para a implementação do ESI.

Fonte: autoria própria

Na opinião dos entrevistados, para a implementação bem sucedida do ESI, em primeiro lugar deve haver uma comunicação aberta com o cliente, baseada na confiança e no respeito mútuo, como citado na literatura estudada (MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; SANTOS; FORCELINI, 2012).

Em seguida vem a capacitação tecnológica, o que está alinhado com a literatura do ESI, que estabelece que quanto maior a capacitação tecnológica do fornecedor, maior a sua autonomia no desenvolvimento (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2011; COMERLATO; COSTA; LUCIANO, 2013).

Um bom sistema de gestão que agregue valor ao produto e ao projeto foi também um dos pré-requisitos citados pelos entrevistados que encontra respaldo na bibliografia (DOWLATSHAHI, 1998; EISTO et al., 2010; HUANG; MAK, 2000; LEDAIN; CALVI; CHERITI, 2010; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; PIRES, 2009; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013; TOLEDO *et al.*, 2008).

O sistema de medição de desempenho, citado na literatura (DOWLATSHAHI, 1998; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005), também pode auxiliar na implementação, mas não é determinante para o sucesso do programa na opinião dos entrevistados, pois os resultados do ESI são difíceis de medir, sendo mais de caráter qualitativo que quantitativo.

A implementação adequada e bem sucedida do ESI é considerada pela gerência da empresa foco com um grande desafio, pois embora haja muitos interesses em comum das partes envolvidas, há também uma série de interesses conflitantes que devem ser conciliados. O Quadro 24 apresenta a percepção da empresa foco sobre os desafios à implementação do ESI, conforme referencial teórico da seção 2.3.6.4 (EISTO et al., 2010).

Quadro 24 – Desafios na Implementação do ESI pela Empresa Foco

Desafio	Grau	Situação
Falta de confiança	Alto	A empresa foco apresenta um baixo nível de confiança em relação aos clientes na prática do ESI, pois quando ocorre sua participação antecipada nos projetos, não há nenhuma garantia de que será a ganhadora do pedido de compra do produto. Apesar disso, a falta de confiança não impede sua participação no projeto dos novos produtos, pois o risco de não participar é maior que o de participar, visto que as chances de fechar o pedido são maiores se houver a participação. Com relação aos clientes, existe um nível adequado de confiança na empresa foco, até porque os produtos fornecidos por ela não requerem um nível elevado de confidencialidade.
Falta de clareza sobre os benefícios	Baixo	Tanto a empresa foco, como seus clientes e fornecedores conhecem os benefícios da prática do ESI, mas não os pré-requisitos e desafios.
Falta de compartilhamento dos benefícios	Alto	Além de não haver o compartilhamento dos ganhos, os custos do desenvolvimento geralmente correm por conta da empresa foco. Uma exceção foi o projeto desenvolvido com o Cliente 2, que tem custeado a simulação de fundição dos últimos projetos, mas não os custos de desenvolvimento da Engenharia da empresa foco. Não há compartilhamento de ganhos porque o pedido normalmente é fechado com o desenho definitivo, ou em fase final do desenvolvimento pelo cliente, e os preços já foram negociados na fase de cotação.
Outros	Não identificados	Os entrevistados não identificaram nenhum outro desafio à implementação do ESI.

Fonte: autoria própria

Na opinião do Gerente Comercial e do Gerente de Qualidade e Engenharia da empresa foco, o maior desafio à implementação do ESI é a falta de confiança da empresa foco em relação aos clientes, em concordância com a literatura (EISTO et al., 2010; LABAHN; KRAPFEL, 2000; PIRES, 2009; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013), pois como os contratos de compra somente são firmados quando os desenhos definitivos do produto são emitidos, não há nenhuma garantia de que o esforço empreendido no ESI resultará em pedido de compra para a empresa foco, ou seja, essa pode estar ajudando a desenvolver o produto para os concorrentes.

Além do desafio da falta de confiança, a empresa foco arca com grande parte dos custos do desenvolvimento e não será ressarcida se o pedido for para um concorrente. O cliente trabalha para que todos os benefícios ESI sejam revertidos para ele e, como ele é a parte mais forte na relação de poder, geralmente obtém sucesso. Dessa forma, os ganhos para a empresa foco são principalmente aqueles decorrentes o aumento de produtividade gerado pela melhoria da manufacturabilidade do produto que porventura não tenham sido repassados ao

cliente na forma de redução de preço. Outro ganho importante para a empresa foco é o desenvolvimento e fortalecimento do relacionamento com o cliente, que pode levar a novos pedidos no futuro, tanto de forma direta com o cliente quanto com outras empresas indicadas pelo cliente, situação essa que ocorre com relativa frequência com a empresa foco, como previsto no referencial teórico adotado (EISTO et al., 2010).

Outro grande desafio é o imediatismo dos profissionais envolvidos no processo, que muitas vezes conhecem apenas os benefícios potenciais do ESI, mas não têm clareza sobre como esses benefícios podem ser obtidos (EISTO et al., 2010; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; SCHIELE, 2010) e não querem esperar que todas as etapas sejam concluídas adequadamente. O Gerente de Qualidade e Engenharia ouviu de um gerente do Cliente 2: “O que é mesmo esse *codesign*? Ah sim, é aquele negócio que serve para atrasar os meus projetos!”. Essa frase foi pronunciada em uma reunião em que os resultados da simulação de fundição indicavam a necessidade de alterações no produto devido à identificação de pontos com alta probabilidade de ocorrência de trincas, o que ocorreria provavelmente já na fase de produção em série e, portanto, já sob a responsabilidade de outra gerência.

Portanto, mesmo que o cliente possua uma diretriz para utilização do ESI, há resistências internas que devem ser vencidas. Outro exemplo desse tipo de atitude foi vivenciado pelo Projetista da empresa foco quando solicitava à Engenharia do Cliente 1 uma alteração de produto ao engenheiro responsável que disse: “Vocês têm mania de ficar pedindo alterações no produto. Por que não fazem como os seus concorrentes e seguem o desenho como ele está?”. Ao questionar o engenheiro sobre o porquê de não ser possível alterar o projeto o Projetista ouviu: “Já estamos trabalhando em um novo projeto e não temos tempo de ficar voltando aos projetos já concluídos.”. Essa situação não teria ocorrido se o envolvimento da empresa foco tivesse sido iniciado em fase anterior do desenvolvimento.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

Conforme estabelecido na seção 3, a estratégia de análise de dados adotada é o **embasamento em proposições teóricas** apoiadas na revisão bibliográfica. A conclusão desse processo é a comparação entre as proposições teóricas e as práticas observadas. A técnica analítica adotada é a **combinação de padrão**, em que os padrões empíricos são comparados com os padrões previstos na teoria. Os dados primários e secundários apresentados na seção 4 foram compilados, tabulados, analisados e as respostas comparadas com as proposições teóricas, ressaltando os pontos de concordância e de discordância, bem como as lacunas encontradas nas práticas e na teoria.

A seguir são apresentadas as análises dos resultados relativos aos referenciais teóricos adotados na pesquisa, conforme Quadro 6 da seção 3.3, e às dimensões da pesquisa, conforme Quadro 7 da seção 3.3. As análises foram realizadas tendo em vista o objetivo geral deste trabalho, que é avaliar a implementação do ESI a partir da perspectiva do fornecedor, bem como os objetivos específicos de avaliar os benefícios, pré-requisitos e desafios encontrados na implementação do ESI, e o impacto da prática no desenvolvimento do processo produtivo e na manufaturabilidade do produto.

A partir das análises realizadas foram formuladas **recomendações** para a empresa foco, visando a melhoria de seus processos de gestão da cadeia de suprimentos, em especial do processo de desenvolvimento de produtos, com foco na aplicação da prática do ESI, o que pode contribuir para o aumento de sua competitividade e participação no mercado.

5.1. Análise dos Resultados Relativos à Gestão da Cadeia de Suprimentos

Os resultados relativos à gestão da cadeia de suprimentos apresentados na seção 4.2 indicam uma série de lacunas importantes no sistema de gestão da empresa foco, que não atende de forma completa e consistente aos requisitos dos processos e práticas de gestão da cadeia de suprimentos, conforme sumarizado no Quadro 25 e detalhado na sequência do texto.

Quadro 25 – Sumarização dos Resultados Relativos à SCM

Tópico	Seção	Referencial teórico	Padrões previstos	Padrões encontrados
Processos de negócio	2.1.1	Lambert e Schwieterman, 2012	Implementação plena dos oito processos de gestão da cadeia de suprimentos.	O modelo dos oito processos da SCM não era de conhecimento da gerência da empresa foco e, portanto, não foi plenamente implementado. As lacunas principais se encontram nos processos: <ul style="list-style-type: none"> - Gestão do relacionamento com os fornecedores - Gestão da demanda e - Desenvolvimento do produto e comercialização.
Práticas de gestão da cadeia de suprimentos	2.1.2	Pires, 2009	Implementação plena das práticas de gestão da cadeia de suprimentos.	Nenhuma das práticas de gestão da cadeia de suprimentos avaliada está plenamente implementada na empresa ou nos seus fornecedores, e nem sequer foi considerada de forma sistêmica no desenvolvimento dos processos internos da empresa foco. As que foram implementadas o foram por imposição do cliente.

Fonte: autoria própria

O processo de gestão do relacionamento com o fornecedor é um dos que apresentam as maiores lacunas e, portanto as maiores oportunidades de melhoria. Como a gestão de fornecedores da empresa foco não foi estruturada com base nos requisitos apresentados no referencial teórico (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012), ela contempla, por exemplo, aspectos estratégicos e não considera práticas como a reestruturação e consolidação da cadeia de suprimentos. O desenvolvimento de fornecedores é pouco desenvolvido, baseado somente em avaliações de sistema da qualidade e de processo produtivo. Além disso, práticas como EDI, ECR, CR e CPFR não são utilizadas com os fornecedores, nem há planos de fazê-lo. A terceirização também é realizada de forma pontual, sem uma análise sistêmica das implicações técnicas, logísticas e comerciais. O uso de residentes (*in plant representatives*) é restrito ao Cliente 1 e, mesmo que não seja necessário atuar de forma contínua nos demais clientes e nos fornecedores, falta uma agenda de visitas programadas em função da criticidade dos produtos e serviços envolvidos. Todas essas lacunas fazem com que as demandas do cliente não sejam adequadamente desdobradas para os demais membros da cadeia de suprimentos.

No processo de gestão da demanda também foram detectadas lacunas significativas. O plano de vendas e operações (S&OP) é atualizado trimestralmente com base nas previsões de vendas fornecidas pelos clientes, mas como o sistema de planejamento foi desenvolvido em planilha eletrônica de difícil utilização, a frequência de atualização é insuficiente e não há integração com o ERP da empresa, gerando retrabalhos e a possibilidades de erros, além de dificuldade de repasse de informações aos fornecedores em tempo hábil. A prática da postergação (*postponement*) também é pouco utilizada.

O processo de desenvolvimento do produto e comercialização, apesar de implementado de forma adequada, apresenta como principal lacuna a utilização ainda incipiente do ESI, o qual tem ocorrido somente por iniciativa do cliente. Esse assunto é tratado de forma mais detalhada nas seções 5.2 e 5.3.

Embora a gestão da cadeia de suprimentos seja um tema recorrente e que vem sendo tratado de forma crescente na indústria automobilística, ainda está longe do consenso e da estruturação necessária ao seu pleno desenvolvimento. A implementação dos processos e práticas nesse setor tem sido tradicionalmente capitaneadas pelas montadoras, que são os líderes naturais e membros com maior poder de persuasão da cadeia e, portanto, aqueles que podem impor suas práticas aos demais membros. Esse ponto não isenta, porém, os fornecedores *tier 1* e *2*, como é o caso da empresa foco, de buscarem o aperfeiçoamento de seus processos de negócios e práticas de gestão e agirem proativamente, o que possivelmente significaria um diferencial competitivo para essas empresas.

5.2. Análise dos Resultados Relativos ao Processo de Desenvolvimento de Produtos

Os resultados relativos ao processo de desenvolvimento de produtos apresentados na seção 4.3 indicam um grau elevado de atendimento aos requisitos do processo, mas ainda com lacunas no sistema de gestão da empresa foco e também de seus clientes, conforme sumarizado no Quadro 26 e detalhado na sequência do texto.

Quadro 26 – Sumarização dos Resultados Relativos ao PDP

Tópico	Seção	Referencial teórico	Padrões previstos	Padrões encontrados
Subprocessos estratégicos e operacionais	2.2.3 e 2.2.4	Rogers, Lambert e Knemeyer, 2004	Implementação plena dos subprocessos estratégicos e operacionais do processo de desenvolvimento do produto e comercialização.	Aderência satisfatória à maior parte dos requisitos, com lacunas no desenvolvimento de processos de geração e seleção de ideias, no projeto e construção de protótipos, na avaliação da decisão de fazer ou comprar e no desenvolvimento da estrutura de indicadores.
Planejamento avançado da qualidade	2.2.5	AIAG, 2008	Implementação plena da metodologia do APQP.	Processo de APQP estruturado, mas com lacunas na aplicação da engenharia simultânea, do tratamento de questões logísticas e baixa participação no projeto e desenvolvimento do produto.
Sistemas de informação	2.2.6	Kim <i>et al.</i> , 2008	Integração plena dos sistemas de informação da cadeia de suprimentos, em especial dos modelos matemáticos dos produtos e uso das tecnologias CAD, CAE e CAM.	Troca intensa de dados eletrônicos, principalmente de CAD, CAE e CAM, mas com integração ainda parcial, devido ao uso de diferentes sistemas por parte dos membros da cadeia de suprimentos.
Medição de desempenho	2.2.7	Toledo <i>et al.</i> , 2013	Sistemas de medição ainda pouco desenvolvidos, mas com tendência de implementação da medição do desempenho da cadeia de suprimentos.	Medição de desempenho somente dos processos internos, basicamente sem considerar o desempenho da cadeia de suprimentos.

Fonte: autoria própria

Dentro dos subprocessos estratégicos, uma lacuna importante da empresa foco é a ausência de um processo de geração e seleção de ideias. Como a empresa se especializou em produzir peças de acordo com os desenhos de clientes e embora muito se fale sobre isso na empresa, não se desenvolveu a capacidade de imaginar novos produtos, sejam eles produtos próprios para o mercado em geral ou produtos para atender às necessidades específicas dos clientes atuais. Essa ideia é sempre lembrada pela gestão da empresa em momentos de baixa do mercado automobilístico, mas tão logo o mercado se recupere, a ideia é relegada para segundo plano.

Outra lacuna significativa é a carência de uma estrutura, seja ela interna ou terceirizada com parceiros capacitados, de projeto e construção de protótipos. Na fase de concepção do produto pelo cliente, sempre se requer a construção e teste de protótipos, o que será buscado no mercado preferencialmente entre os fornecedores em potencial do produto final. Os fornecedores do protótipo estarão assim envolvidos com o projeto desde o início do desenvolvimento e terão maiores possibilidades de obter o pedido de compra do produto.

A decisão de fazer ou comprar, como já discutido na seção 5.1, tem se pautado principalmente pelos aspectos custo e capacidade produtiva no momento do fechamento do pedido, sem maiores considerações quanto a estratégias e aspectos logísticos.

Os indicadores de desempenho adotados para o processo de desenvolvimento do produto, quais sejam vendas de novos produtos, custo total do desenvolvimento e pontualidade dos desenvolvimentos, apesar de medirem aspectos estratégicos e operacionais do processo, deixam de lado outros aspectos igualmente importantes, como o tempo de ciclo de desenvolvimento, o retorno do investimento (ROI) e o valor econômico agregado (EVA), considerados fundamentais de acordo com o referencial teórico da seção 2.2.7.

Quanto ao APQP, as lacunas identificadas – aplicação de engenharia simultânea, questões logísticas e baixa participação no processo de desenvolvimento do produto realizado pelo cliente – estão ligadas à postura passiva da empresa foco no processo de concepção do produto, que somente ocorre quando solicitado pelo cliente.

Em relação ao uso dos sistemas de informação e troca de dados eletrônicos no processo de desenvolvimento, tanto a empresa foco quanto seus clientes e fornecedores utilizam a melhor tecnologia disponível comercialmente viável. Portanto, a solução das lacunas encontradas relativas à conversão de dados, está fora do alcance da empresa foco, pois depende do desenvolvimento tecnológico dos sistemas de CAD, CAE e CAM e dos padrões universais para troca de dados de modelos matemáticos tridimensionais.

5.3. Análise dos Resultados Relativos à Prática do ESI

Os resultados relativos à prática do ESI apresentados na seção 4.4 indicam diversas lacunas no sistema de gestão da empresa foco, que não atende de forma completa e consistente aos requisitos da prática previstos no referencial teórico, conforme sumarizado no Quadro 27 e detalhado na sequência do texto.

Quadro 27 – Sumarização dos Resultados Relativos à Prática do ESI

Tópico	Seção	Referencial teórico	Padrões previstos	Padrões encontrados
Adoção do ESI	2.3.2 e 2.3.3	Pires, 2009	ESI conhecido pela empresa, adotado conscientemente e integrado a sua estratégia.	ESI é conhecido na empresa foco como <i>codesign</i> . Tem sido adotado em função da solicitação do cliente, porém é reconhecido como estrategicamente importante.
Estruturação do ESI	2.3.4	Dowlatshahi, 1998	Estrutura formal para o ESI considerando os blocos de projeto, suprimentos, fornecedores e manufatura.	O ESI não foi considerado até o momento na estrutura formal de desenvolvimento de produtos.
Determinação do grau de envolvimento	2.3.5	Le Dain, Calvi e Cheriti, 2010	Definição pelo cliente em função de análise de riscos e da autonomia pretendida para o fornecedor.	Ausência de sistemática formal para determinação do grau de envolvimento do fornecedor, tanto por parte do cliente quanto da empresa foco.
Implementação do ESI	2.3.6	Eisto <i>et al.</i> , 2010	Existência de uma estrutura colaborativa para a prática do ESI, com envolvimento do fornecedor nas etapas adequadas, comunicação aberta e contratos com definição clara de níveis de responsabilidade e de compartilhamento de ganhos.	Inexistência de estrutura colaborativa formal e de contratos definindo os níveis de responsabilidade e de compartilhamento de ganhos. Comunicação adequada somente no nível técnico.

Fonte: autoria própria

A gestão da empresa foco reconhece há tempos a necessidade estratégica de participação nos desenvolvimentos de produtos desde a fase de concepção pela engenharia do cliente. Entretanto, não possui nem conhecia um processo estruturado para lidar com a prática do ESI de forma eficaz e eficiente, que considere não somente as necessárias alterações no processo de desenvolvimento do produto, mas também que regule a atuação da empresa de forma proativa junto

aos clientes. A estrutura do ESI deveria incluir a definição dos canais de comunicação requeridos, avaliação da fase ideal de sua inserção no projeto e negociação dessa participação com o cliente, inclusive com estabelecimento de contratos formais com níveis definidos de responsabilidades das partes envolvidas e de compartilhamento dos ganhos.

Quanto à determinação do grau de envolvimento da empresa foco nos projetos avaliados, não há uma sistemática formal nem na empresa foco nem nos clientes. Nota-se que os sistemistas, representados pelos Clientes 2 e 3, possuem uma postura mais favorável à adoção do ESI, enquanto o Cliente 1, que é uma montadora, mostrou-se mais resistente à prática. Não foi possível determinar, porém, dentro do escopo da pesquisa realizada, se existe correlação entre a posição do cliente na cadeia de suprimentos e a sua disposição quanto à adoção da prática do ESI. Outros fatores que poderiam explicar as diferenças na adoção do ESI, como o risco do desenvolvimento e a agregação de valor dos produtos, são relativamente homogêneos nos casos avaliados e, portanto, não seriam a causa da diferença.

Uma possível explicação para a diferença de receptividade à prática do ESI observada entre os clientes da empresa foco é o fato de as montadoras adotarem o ESI de forma mais intensiva e coordenada prioritariamente com seus sistemistas, que desenvolvem produtos de alta tecnologia e que envolvem, entre outras, o atendimento a questões ambientais prementes, como redução dos níveis de poluição e de consumo de combustíveis pelos veículos. Deste modo, fica a cargo dos sistemistas envolver os fornecedores de componentes no processo de desenvolvimento, como é o caso dos Clientes 2 e 3. Entretanto, o Cliente 1 desenvolve seu próprio motor e, desta forma, é o responsável direto pelas negociações com os fornecedores de componentes, que deveriam ser envolvidos no início do desenvolvimento, mas não o são por não haver um sistemista entre a montadora e os fornecedores desses componentes.

Os Quadros 28, 29 e 30 a seguir apresentam a análise dos resultados encontrados conforme as dimensões da pesquisa mostradas no Quadro 7 da seção 3.3. Devido, entre outros fatores a serem avaliados mais adiante no texto, à ausência de uma estrutura para o ESI, os benefícios alcançados pela empresa foco com a prática têm

ficado abaixo de seu potencial, conforme apresentado no Quadro 28, o qual compara os resultados previstos no referencial teórico da seção 2.3.6.2 (EISTO *et al.*, 2010) com os resultados encontrados nos três projetos analisados dos três principais clientes da empresa foco.

Quadro 28 – Sumarização dos Benefícios Obtidos com o ESI

Variável	Resultado esperado com base na teoria	Resultado encontrado
Redução do tempo de desenvolvimento	Redução, mas aquém do desejável	Não foram encontrados ganhos significativos, pois o tempo de desenvolvimento não é automaticamente reduzido com a prática do ESI. Somente quando o fornecedor é envolvido na etapa inicial do projeto e quando cliente e fornecedor estão familiarizados com a prática é que os ganhos passam a ocorrer.
Redução dos custos do produto	Redução, mas aquém do desejável	A redução tende a ser maior quanto mais precocemente o fornecedor é envolvido e é resultado direto da melhoria da manufaturabilidade do produto. No caso do Cliente 2 houve redução de custos da ordem de 15% em relação à cotação inicial. Nos casos dos Clientes 1 e 3 não houve redução significativa.
Melhoria da qualidade do produto	Melhoria, mas aquém do desejável	A melhoria tende a ser maior quanto mais precocemente o fornecedor é envolvido e é resultado direto das alterações de geometria e material e da melhoria da manufaturabilidade do produto. No caso do Cliente 2 houve redução de refugos da ordem de 30% em relação a peças similares. Nos casos dos Clientes 1 e 3 não houve redução significativa.
Inovação do produto e do processo	Aumento, mas aquém do desejável	No caso da empresa foco, não houve inovação no produto ou processo produtivo, mas no caso do Cliente 2 houve inovação na metodologia de projeto do produto.
Fortalecimento do relacionamento	Fortalecimento, mas aquém do desejável	Ocorreu aproximação da Engenharia da empresa foco com a Engenharia do cliente. Entre as demais áreas não houve melhoria significativa no relacionamento, mas essas já possuíam um bom nível de relacionamento.

Fonte: autoria própria

O tempo de desenvolvimento, amplamente citado na literatura como um dos principais benefícios do ESI, como mostrado no Quadro 5 da seção 2.3.7, não apresentou ganhos significativos em função do envolvimento tardio da empresa foco nos projetos desenvolvidos com os Clientes 1 e 3, com reflexo mais pronunciado no caso do Cliente 1, que é mais resistente a alterações de projeto sugeridas pelos fornecedores. Já no caso do Cliente 2, houve participação da empresa foco desde a fase de concepção do produto, mas mesmo assim o tempo de desenvolvimento não apresentou ganhos significativos. Isso se deve à etapa de aprendizado em que o cliente e a empresa foco se encontram em relação à prática do ESI, como atesta o

episódio da análise de materiais alternativos, que não tinha sido prevista nem pelo cliente nem pela empresa foco.

A redução de custos e a melhoria de qualidade do produto, também largamente citados na literatura apresentada no Quadro 5 da seção 2.3.7, podem ser analisadas conjuntamente, pois são decorrentes dos mesmos fatores, como as alterações de geometria ou material do produto que permitem ganhos de manufaturabilidade, tanto por redução dos índices de falhas quanto por aumento de produtividade, gerados pelas modificações no produto e no ferramental de fundição. No caso do projeto desenvolvido com o Cliente 2, além dos fatores já citados, pesou de forma positiva e decisiva a realização da simulação de fundição praticamente em paralelo à análise de tensões do produto, que permitiu um grau de refinamento no projeto do produto e do ferramental dificilmente alcançável sem o uso conjunto e simultâneo dessas ferramentas. A implementação das alterações no produto são tanto mais difíceis quanto mais tarde ocorrem no desenvolvimento, pois uma vez que um conceito de produto tenha sido testado e aprovado, alterações de geometria ou de material demandam novas baterias de testes, que podem ser extremamente demorados e custosos, inviabilizando até a simples análise de melhorias propostas pelo fornecedor. A busca dos ganhos em custos e qualidade é, portanto, um dos principais motivos e justificativas para a adoção do ESI em produtos e componentes críticos e complexos.

Em nenhum dos casos analisados houve de fato inovações no produto ou no processo produtivo em decorrência da prática do ESI, como desejável com a prática do ESI (LAU, TANG; YAM, 2010; LAU, 2011; LAWSON; POTTER, 2012; LUZZINI *et al.*, 2015; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; PIRES, 2009; SCHIELE, 2010). Entretanto, no caso do Cliente 2 houve inovação no processo de projeto do produto, que passou a integrar as simulações de análise de tensões pelo cliente com a simulação de fundição pela empresa foco, com os ganhos já citados.

O fortalecimento do relacionamento cliente-fornecedor, previsto na literatura (CHAVRAN; MAHAJAN; SARANG, 2012; KLIOUTCH; LEKER, 2011; LABAHN; KRAPFEL, 2000; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; MCIVOR; HUMPHREYS, 2004;

PIRES, 2009; SANTOS; FORCELINI, 2012), também foi afetado positivamente pela prática do ESI, pois ocorreu a aproximação entre as Engenharias do cliente e da empresa foco, principalmente no caso do Cliente 2, em que ocorreram diversas reuniões e trocas de dados e conhecimentos entre as equipes, de forma que o cliente passou a respeitar mais as posições da empresa foco e essa as do cliente. Entretanto, para que os relacionamentos sejam positivamente afetados é necessário que a empresa seja representada, nas interações com o cliente, por pessoal tecnicamente capacitado, com habilidades de negociação e poder de decisão suficientes para responder assertivamente às ocorrências do projeto e às demandas do cliente.

É importante mais uma vez salientar que os benefícios obtidos com a prática do ESI somente são possíveis em sua plenitude se os pré-requisitos à implementação tiverem sido satisfatoriamente atendidos. O Quadro 29 compara os resultados relativos aos pré-requisitos para a prática do ESI, previstos no referencial teórico da seção 2.3.6.3 (EISTO *et al.*, 2010) com os resultados encontrados na empresa foco.

Quadro 29 – Sumarização dos Pré-Requisitos para a Prática do ESI

Variável	Resultado esperado com base na teoria	Resultado encontrado
Capacitação tecnológica	Adequada para a tecnologia do produto	A estrutura tecnológica de apoio ao processo de desenvolvimento de produtos da empresa foco atende aos melhores padrões da indústria atual, com sistemas de CAD, CAE e CAM de última geração e pessoal qualificado para operação dos sistemas. Os clientes e fornecedores também se encontram no mesmo nível tecnológico.
Comunicação aberta	Concentrada em aspectos técnicos	A troca de dados eletrônicos ocorre de forma eficiente entre a empresa foco, seus clientes e fornecedores. A comunicação pessoal entre as empresas ocorre de forma constante e aberta principalmente nas áreas de Engenharia e Qualidade. Aspectos estratégicos e comerciais não são plenamente discutidos durante o desenvolvimento.
Estrutura de gestão	Não considera a prática do ESI	O sistema de gestão do processo de desenvolvimento da empresa foco não considera a prática do ESI, nem na relação com os clientes nem na relação com os fornecedores. Os referenciais teóricos não eram de conhecimento da gestão da empresa foco.
Sistema de medição de desempenho	Pouco desenvolvido	O sistema de medição do processo de desenvolvimento do produto não inclui indicadores que permitam avaliar os resultados da prática do ESI.

Fonte: autoria própria

No atual ambiente da indústria automobilística o uso intensivo da tecnologia é um pré-requisito para o desenvolvimento do produto, com impacto fundamental para o sucesso desse, pois a troca de dados eletrônicos entre o cliente e os demais membros da cadeia de suprimentos agiliza o processo e reduz a quantidade de erros e alterações de projeto decorrentes dos retrabalhos que seriam necessários se cada equipe de projeto trabalhasse individualmente. Isso é particularmente importante na prática do ESI, onde as trocas de dados em meio eletrônico é ainda mais intensa, corroborando as propostas da teoria estudada (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2011; COMERLATO; COSTA; LUCIANO, 2013). A capacitação tecnológica, no entanto, não está restrita à disponibilidade de sistemas como CAD, CAE e CAM e requer das empresas a disponibilidade de profissionais capacitados a utilizá-las, além do contínuo monitoramento das tendências tecnológicas para identificar as oportunidades e riscos decorrentes da rápida obsolescência da tecnologia. Novas tendências, como a prototipagem rápida e a impressão 3D, têm potencial para alterar rápida e drasticamente o processo de desenvolvimento de produtos na indústria em geral e na automobilística em particular, com seu pioneirismo na adoção de novas tecnologias e práticas de gestão.

A comunicação ocupa também um papel central na prática do ESI, como previsto pelos autores consultados (MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; SANTOS; FORCELINI, 2012), pois se não houver a troca de opiniões e conhecimentos entre os membros da cadeia não há como obter os benefícios da prática. A empresa foco tem estabelecido uma comunicação cooperativa com seus clientes e fornecedores no processo de desenvolvimento do produto. Além da troca de dados do projeto, a comunicação inclui também o contato pessoal com os funcionários das empresas envolvidas. A empresa foco tem conseguido manter esses contatos em um nível equilibrado entre o profissionalismo e a pessoalidade, tornando, tanto quanto possível, os contatos mais agradáveis e produtivos. A principal deficiência do processo de comunicação entre a empresa foco e seus clientes está na pouca ênfase em temas estratégicos e comerciais, ficando concentrada em temas técnicos.

Como o sistema de gestão do processo de desenvolvimento do produto da empresa foco não está estruturado para a prática do ESI, foram encontradas deficiências importantes nas sistemáticas adotadas. O procedimento de APQP inclui a

engenharia simultânea como um dos seus princípios, mas não estabelece critérios para a análise dos riscos do desenvolvimento, nem para determinar o grau de envolvimento dos fornecedores nem para buscar uma participação mais proativa da empresa foco na fase de concepção do produto pelo cliente, em linha com o recomendado no referencial teórico adotado na seção 2.3.5 (LE DAIN; CALVI; CHERITI, 2010) e outros autores consultados (HUANG; MAK, 2000; LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; MCIVOR; HUMPHREYS, 2004; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005; PIRES, 2009; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013; TOLEDO *et al.*, 2008). Também não estão representados no procedimento de APQP os blocos construtivos de projeto, suprimentos, fornecedores e manufatura da estrutura conceitual do ESI (DOWLATSHAHI, 1998), mostrados na seção 2.3.4. A ausência de uma estrutura colaborativa para implementação do ESI, conforme seção 2.3.6 (EISTO *et al.*, 2010), é outra lacuna relevante.

O sistema de medição de desempenho da empresa foco, conforme analisado na seção 5.2, não definiu indicadores capazes de medir o impacto do ESI nos resultados dos desenvolvimentos. Vale ressaltar que tampouco a literatura consultada sobre a medição do processo de desenvolvimento de produtos, conforme seção 2.2.7, estabelece indicadores que possam mensurar o impacto do ESI (DOWLATSHAHI, 1998; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005). Mesmo os indicadores mais citados, como o tempo de ciclo de desenvolvimento, o retorno do investimento (ROI) e o valor econômico agregado (EVA), apesar de terem relação com os resultados do ESI, não são capazes de medir o impacto da prática nos resultados, visto que uma possível correlação entre bons resultados dos indicadores e a prática do ESI não podem ser tomados como uma relação de causa e efeito sem uma análise mais aprofundada.

Além de apresentar uma estrutura ainda deficiente para a prática bem sucedida do ESI, a empresa foco tem-se deparado com os desafios mostrados no Quadro 30, que compara os desafios à implementação do ESI previstos no referencial teórico da seção 2.3.6.4 (EISTO *et al.*, 2010) com os resultados encontrados na empresa foco.

Quadro 30 – Sumarização dos Desafios à Implementação do ESI

Variável	Resultado esperado com base na teoria	Resultado encontrado
Falta de confiança	Limitada	Existe baixa confiança da empresa foco em relação aos clientes na prática do ESI, pois o desenvolvimento é iniciado antes de haver um contrato formal que assegure à empresa foco o pedido de compras ou ao menos o ressarcimento dos custos do desenvolvimento.
Falta de clareza sobre os benefícios	Apenas os benefícios são conhecidos	Os benefícios do ESI são claros para da empresa foco, porém os pré-requisitos e desafios, apesar de serem percebidos, não eram completamente compreendidos.
Falta de compartilhamento dos benefícios	Não previsto em contrato	Como não há contrato na fase do ESI, não há previsão de compartilhamento de ganhos com fornecedores.

Fonte: autoria própria

Como os clientes, ao envolverem a empresa foco na fase de concepção do produto, não estabelecem nenhum contrato formal que proporcione a essa um mínimo de segurança quanto ao retorno esperado por sua participação no projeto, o nível de confiança da empresa foco em relação aos clientes se reduz, o que certamente diminui sua disposição em compartilhar seu conhecimento técnico com os clientes, como previsto na literatura (EISTO et al., 2010; LABAHN; KRAPFEL, 2000; PIRES, 2009; SMETS; OORSCHOT; LANGERAK, 2013). Entretanto, a empresa foco muitas vezes assume o risco de participar sem as devidas garantias, pois ao menos sua participação aumenta as possibilidades de ganhar o pedido e, se isso de fato vier a ocorrer, assegura que os riscos do desenvolvimento sejam previamente avaliados e conhecidos.

O conhecimento da prática do ESI, geralmente denominado pelos clientes *codesign*, é disseminado nas cadeias de suprimentos da indústria automobilística, mas somente em relação aos seus benefícios potenciais. A falta de clareza sobre os pré-requisitos e desafios à implementação é um dos fatores identificados que mais dificultam a obtenção dos benefícios desejados, pois a complexidade do processo exige um sistema de gestão estruturado, inclusive com apoio dos níveis hierárquicos mais elevados nas organizações, de modo que se possam vencer as barreiras e dificuldades inerentes ao processo (EISTO et al., 2010; MATOS; PIRES; VIVALDINI, 2014; SCHIELE, 2010).

A falta de compartilhamento dos ganhos (EISTO et al., 2010) é outra característica claramente identificada na pesquisa realizada. Como o processo de desenvolvimento de produtos dos clientes é estruturado considerando o método tradicional de desenvolvimento sequencial, em que a engenharia projeta e a área de compras seleciona o fornecedor com base nas especificações definitivas do produto e nos requisitos de qualidade, logística e preço, a participação do fornecedor antes da emissão dos desenhos definitivos não está prevista nos procedimentos e contratos de compras dos clientes e dessa forma o compartilhamento com os fornecedores dos ganhos decorrentes da prática do ESI não é considerado. Por outro lado, a empresa foco também não tem incluído a questão do compartilhamento de ganhos e do ressarcimento de custos de desenvolvimento nas negociações comerciais com os clientes nos casos de aplicação do ESI no desenvolvimento de novos produtos.

5.4. Recomendações

Os resultados da pesquisa apontam para possíveis oportunidades de melhoria no sistema de gestão da empresa foco, quando comparado com os referenciais teóricos adotados. Como recomendação de caráter geral, a gestão da empresa foco deveria estudar de forma mais aprofundada esses referenciais teóricos, comparando seus processos de gestão com os processos de negócio da SCM (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012), com o processo de desenvolvimento de produtos (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004) e com a prática do ESI (DOWLATSHAHI, 1998; LE DAIN; CALVI; CHERITI, 2010; EISTO *et al.*, 2010), de modo a poder avaliar se há viabilidade de implementação dos sistemas e práticas sugeridos. Na gestão do relacionamento com os fornecedores, resultados mais consistentes poderiam ser alcançados com práticas como a reestruturação e consolidação da cadeia de suprimentos, o desenvolvimento de fornecedores e o uso de ferramentas como o EDI, de forma que a interação com os fornecedores inclua, além das questões operacionais, questões estratégicas e o desdobramento mais abrangente das demandas e requisitos dos clientes. Uma gestão da demanda mais estruturada, com o S&OP atualizado com maior frequência – mensal por exemplo – e integrado ao sistema ERP, também tem potencial de gerar ganhos para a empresa foco e demais membros da cadeia.

Quanto ao processo de desenvolvimento do produto, as principais recomendações dizem respeito ou estão relacionadas à prática do ESI, que apesar de estar sendo aplicada de forma crescente nos desenvolvimentos, ainda é realizada de forma desestruturada e passiva pela empresa foco, pois ocorre somente a partir da iniciativa do cliente. Dentre as iniciativas para tornar a empresa mais proativa recomenda-se a implementação de uma estrutura para confecção de protótipos, com recursos internos ou com parcerias externas, o que representaria um importante ganho para a empresa no processo de desenvolvimento e na prática do ESI, uma vez que os clientes sempre fazem uso de protótipos para validar os conceitos de novos produtos e componentes. Portanto, ao oferecer esse recurso aos clientes, aliado a seu reconhecido conhecimento técnico em fundição, possivelmente a empresa foco seria envolvida mais precocemente nos novos projetos.

Outra iniciativa capaz de gerar maior proatividade da empresa foco seria o estabelecimento de um programa de aproximação da área de engenharia da empresa com a engenharia dos clientes, com visitas planejadas e frequentes de representantes da empresa (*in plant representatives*) para acompanhar projetos chave do cliente e apresentar ao cliente os ganhos que ele pode obter com a prática do ESI, por exemplo, em termos de tempo de desenvolvimento, qualidade e custos do produto. Como atualmente a empresa foco toma conhecimento da existência de um novo produto na maior parte das vezes somente na fase de cotação, quando os desenhos definitivos já foram emitidos, o programa permitiria identificar as situações com maior potencial de ganhos com a prática do ESI, a partir da definição de critérios de avaliação de fatores tais como potencial de negócios com o cliente, complexidade e risco do produto e do desenvolvimento, considerando questões técnicas, logísticas, comerciais, econômico-financeiras e estratégicas, além da participação dos demais integrantes da cadeia de suprimentos no desenvolvimento.

O sistema de medição de desempenho do processo de desenvolvimento do produto da empresa também requer revisão, já que não inclui indicadores essenciais de acordo com a revisão da literatura apresentada na seção 2.2.7, tais como tempo do ciclo de desenvolvimento (*time-to-market*), retorno do investimento (ROI) e valor econômico agregado (EVA). Quanto à medição dos resultados do ESI, como ainda não há consenso quanto aos indicadores a adotar, é importante assegurar que,

enquanto não se encontra um sistema de medição apropriado, os procedimentos estejam sendo adequadamente seguidos para maximizar os benefícios da prática.

Um último ponto a considerar é a questão da ausência de pedido de compra e contrato de compartilhamento dos ganhos nos casos em que o ESI é praticado pelo cliente. Para contornar esse desafio, a empresa foco poderia estabelecer um processo de comunicação aberta com as áreas de Engenharia e Compras do cliente, reiterando sua intenção de colaborar com o cliente no desenvolvimento do produto e expondo suas preocupações quanto à possibilidade de investir tempo e recursos no desenvolvimento do produto e não ser a vencedora do pedido de compras, e dessa forma negociar a participação no fornecimento do item, ou ao menos o ressarcimento dos custos de desenvolvimento, ao mesmo tempo ressaltando as vantagens para o cliente da utilização do ESI, que através da melhoria da manufaturabilidade do componente levará à melhoria da qualidade do produto final e à redução de custos.

As recomendações apresentadas nesta seção serão encaminhadas à empresa foco através de um documento contendo as lacunas identificadas no sistema de gestão e os planos de melhoria sugeridos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são avaliadas as respostas às questões e objetivos de pesquisa, buscando verificar se as proposições adotadas foram confirmadas ou rejeitadas. São também listadas as contribuições do trabalho ao desenvolvimento gerencial e ao desenvolvimento da teoria, decorrentes da avaliação e das inferências do autor sobre o tema, sobre os resultados da pesquisa realizada e sobre as lacunas constatadas na teoria, bem como as limitações da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros que pretendam aprofundar a discussão sobre os temas aqui tratados ou citados.

6.1. Atendimento dos Objetivos da Pesquisa

O objetivo geral da pesquisa de identificar e analisar como é conduzida a implementação da prática do ESI a partir da perspectiva de uma empresa fornecedora da indústria automobilística nacional foi atendido por meio do desenvolvimento do estudo de caso em profundidade. O estudo de caso foi apoiado pela coleta de dados através de roteiro de entrevista elaborado com base na revisão bibliográfica, que parte da visão geral da gestão da cadeia de suprimentos, passa pelo processo de desenvolvimento do produto e se aprofunda na prática do ESI, considerando desde seus aspectos estratégicos até os operacionais.

O desenvolvimento de produtos na indústria automobilística é um processo complexo, que envolve a interação e a coordenação de um grande número de empresas da cadeia de suprimentos nos diversos níveis de sua estrutura. No estudo de caso observou-se que o processo de desenvolvimento de produtos na empresa foco utiliza práticas alinhadas com as indicadas nos referenciais teóricos consultados. Isso porque os achados indicam que a gestão do processo de desenvolvimento de produtos na indústria automobilística nacional encontra-se em estágio bem desenvolvido e compatível com as práticas mundialmente adotadas, abrangendo as relações com fornecedores nos diversos níveis da cadeia de suprimentos, incluindo empresas de grande, médio e pequeno porte. A metodologia APQP, utilizada como padrão nesse segmento, está em conformidade com os processos da SCM e em especial com a prática do ESI, uma vez que seus objetivos

são coincidentes e ambos advogam a participação dos diversos membros da cadeia de suprimentos ao longo do processo de desenvolvimento do produto.

A prática do ESI na indústria automobilística vem crescendo ao longo do tempo e espalhando-se pelos diversos níveis das cadeias de suprimentos, mas ainda não há políticas e critérios claramente definidos para estabelecimento do grau de envolvimento do fornecedor no processo de desenvolvimento do produto. A empresa foco desta pesquisa enxerga no ESI um potencial estratégico para fortalecer seu relacionamento com os clientes e assim gerar novos negócios. Entretanto, devido à carência de conhecimento e à falta de uma estrutura de gestão adequada para a prática, o ESI tem ocorrido somente por iniciativa do cliente, que, em última análise, é de fato quem decide adotar a prática. Por outro lado, se a empresa foco possuísse uma política proativa para divulgação e adoção da prática, poderia estimular o cliente a adotá-la, mostrando a ele como seus conhecimentos especializados em fundição de peças complexas em ligas de alumínio seriam incorporados ao projeto, encurtando o tempo de desenvolvimento, reduzindo os custos do processo e melhorando a qualidade do produto, o que geraria ganhos para toda a cadeia de suprimentos.

Em complemento ao objetivo geral da pesquisa, este trabalho buscou investigar os benefícios, pré-requisitos e desafios da empresa foco, decorrentes da aplicação do ESI, e os fatores que conduzem a esses resultados. Na busca desse objetivo específico constatou-se que os benefícios do ESI, para que sejam plenamente alcançados, demandam que os pré-requisitos para a sua implementação tenham sido atendidos e os desafios sejam superados. Portanto, para que o ESI resulte em diminuição significativa do tempo de desenvolvimento, redução de custos, melhoria da qualidade, incremento do grau de inovação do produto e do processo e fortalecimento do relacionamento cliente-fornecedor, é necessário que a organização possua uma infraestrutura tecnológica adequada, canais de comunicação abertos com os integrantes da cadeia de suprimentos, um sistema de gestão do processo de desenvolvimento estruturado, um sistema de medição de desempenho capaz de capturar os resultados do ESI, bem como é imprescindível que a organização supere a falta de confiança entre as partes, difunda o conhecimento sobre o ESI, tanto interna quanto externamente, e assegure o compartilhamento de ganhos entre os integrantes da cadeia de suprimentos.

A persecução do segundo objetivo específico da pesquisa, de avaliar o impacto da prática do ESI sobre o desenvolvimento do processo de manufatura do produto, indicou que os benefícios tangíveis resultantes da prática do ESI, como redução de custos do produto e do processo e melhoria da qualidade do produto, são em grande parte obtidos por meio de melhorias na manufaturabilidade do produto, que é conseguida muitas vezes através de pequenas alterações no produto, mas com impacto relevante no processo produtivo, sugeridas pela equipe multifuncional do fornecedor.

A busca pelo atendimento ao último objetivo específico – avaliar a aplicação dos processos e práticas de gestão da cadeia de suprimentos na empresa foco, em especial a aplicação do processo de desenvolvimento do produto – detectou uma série de lacunas significativas no sistema de gestão da empresa foco, que tem se pautado basicamente pelos requisitos da norma ISO/TS 16949 e pelos requisitos específicos dos clientes, sem maior atenção ao desenvolvimento de uma visão sistêmica e estratégica da SCM, o que, se ocorresse, poderia resultar em benefícios para a empresa foco e para os demais membros das cadeias de suprimentos.

6.2. Contribuições para o Desenvolvimento Gerencial

Na indústria automobilística, a liderança natural exercida pelas montadoras, se por um lado induz à difusão das melhores práticas de gestão para as cadeias de suprimentos, por outro lado pode também inibir essa difusão, caso a prática em questão não tenha sido plenamente incorporada pelas montadoras. Esse pode ser o caso da prática do ESI, que apesar de crescentemente adotada pelo setor, ainda não está estruturada de forma a atender a todos os pré-requisitos e desafios previamente citados. Portanto, enquanto o ESI não for considerado e compreendido pelas montadoras como uma prática estratégica para a competitividade do setor, os benefícios alcançados tenderão a ficar aquém das possibilidades.

Contudo, essa constatação não significa que os demais integrantes das cadeias de suprimentos da indústria automobilística não possam desenvolver programas bem sucedidos de ESI, que inclusive servirão de referência no setor. No caso específico da empresa foco deste estudo, o que se verificou foi a sua postura reativa em

relação ao ESI, que se substituída por uma política proativa e complementada por uma estrutura para confecção de protótipos pode resultar em um relacionamento mais próximo com os clientes, gerando ganhos no relacionamento técnico e comercial para ambas as partes e, assim, transformando o ESI em uma vantagem competitiva para a empresa e para a cadeia produtiva como um todo.

Outras contribuições deste trabalho para o desenvolvimento gerencial foram discutidas na seção 5.4, onde foram listadas recomendações de melhoria para a empresa foco, mas que podem ser aplicáveis a outras organizações interessadas no desenvolvimento de seu sistema de gestão da cadeia de suprimentos, especialmente no que se refere ao processo de desenvolvimento do produto e à prática do ESI. Essas recomendações incluem o estudo e compreensão dos referenciais teóricos sobre os processos de negócios e práticas de gestão da cadeia de suprimentos, de modo a se avaliar a aplicabilidade destes ao setor ou organização específica. As considerações sobre questões contratuais na prática do ESI podem também ser úteis a outras organizações.

6.3. Contribuição para o Desenvolvimento da Teoria

Ao longo do processo de coleta e análise de dados, em que se compararam os resultados teóricos com os resultados empíricos, não foi detectado nenhum resultado diferente do previsto na teoria, mas durante a realização da revisão bibliográfica para preparação deste trabalho, ficou patente a escassez de estudos sobre a aplicação do ESI a partir da perspectiva do fornecedor, já que a maioria dos estudos sobre ESI adota a perspectiva do cliente, conforme apresentado no Quadro 5 da seção 2.3.7. Constatou-se ainda a carência de estudos sobre a prática do ESI no Brasil, tanto na indústria automobilística quanto em outros setores. Esta pesquisa busca, portanto, contribuir para a diminuição dessa lacuna na teoria sobre a gestão da cadeia de suprimentos.

Ponderando que o ESI é uma prática de gestão da cadeia de suprimentos e não de uma empresa específica da cadeia, mesmo sendo por definição coordenada pelo cliente, essa lacuna pode induzir a uma participação do fornecedor no ESI restrita à sua cooperação para melhoria do projeto do produto, como um membro passivo do

processo, sem considerar sua contribuição para o desenvolvimento da prática em si. Portanto, a perspectiva do fornecedor é de fundamental importância na construção da teoria sobre o ESI como uma prática verdadeiramente colaborativa de gestão da cadeia de suprimentos.

A pesquisa indica também que o uso de indicadores de desempenho no processo de desenvolvimento do produto ainda é incipiente e, além de não considerar os resultados da prática do ESI, não mede o desempenho da cadeia de suprimentos.

6.4. Limitações e Oportunidades de Pesquisas Futuras

Como o estudo de caso foi conduzido em uma única empresa da cadeia de suprimentos da indústria automobilística brasileira, as considerações apresentadas em princípio se limitam ao caso estudado. Investigações adicionais em outras empresas desse setor, e mesmo de outros setores, seriam necessárias para verificar se as situações encontradas se aplicam à indústria em geral e à indústria automobilística em particular. De qualquer modo, especialmente devido à dinâmica do setor estudado e às diversas interações verificadas na pesquisa, entende-se que este trabalho pode contribuir com as discussões sobre a importância da prática do ESI no desenvolvimento de produtos na indústria automobilística. A pesquisa também está sujeita às limitações naturais de estudos de temas contemporâneos e aponta para um conjunto de oportunidades para o desenvolvimento posterior do tema, como descrito a seguir.

As dimensões da pesquisa estudadas incluíram as categorias benefícios, pré-requisitos e desafios da prática do ESI e variáveis associadas a essas categorias. Outras categorias e variáveis não avaliadas neste estudo podem ser incluídas em pesquisas futuras.

Uma questão que permaneceu em aberto foi a diferença entre a postura mais favorável à adoção do ESI por parte dos sistematistas em relação à montadora incluídos no estudo. Futuras pesquisas poderiam avaliar se essa diferença é inerente à posição das empresas na cadeia de suprimentos ou se são uma particularidade do caso estudado, conforme conjecturado na seção 5.3.

A lacuna encontrada nos sistemas de medição de desempenho do processo de desenvolvimento do produto, em especial na medição dos resultados do ESI, também propicia a realização de estudos adicionais para avaliar quais são as causas dessa lacuna e seus possíveis efeitos sobre a gestão da cadeia de suprimentos, quais seriam os indicadores de desempenho mais adequados para medir os resultados do ESI e quais seriam os ganhos obtidos com a adoção desses indicadores.

Outro ponto levantado neste estudo, mas não explorado, que pode gerar novos estudos é o impacto de novas tecnologias, como prototipagem rápida e impressão 3D, sobre o processo de desenvolvimento do produto e sobre o ESI, visto que essas tecnologias podem alterar de maneira radical a forma como os produtos são desenvolvidos e produzidos.

Por fim, o trabalho não abordou o tratamento de questões ambientais no processo de desenvolvimento do produto e no ESI, o que pode representar um campo prolífico para futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIAG. *Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP)*, 2.^a Ed. IQA, 2008.
- AIAG. *Sub-Tier Supplier Management Process*, 1st Edition. AIAG, 2012.
- ANFAVEA. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira*, 2015.
- ANFAVEA. *Indústria Automobilística Brasileira 50 Anos*, 2006.
- ARAVECHIA, C. H. M.; PIRES, S. R. I. Avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 1999.
- BARRATT, M.; CHOI, T. Y.; LI, M. Qualitative Case Studies in Operations Management: Trends, Research Outcomes, and Future Research Implications. *Journal of Operations Management*, v. 29, n. 4, p. 329-342, 2011.
- BENEVIDES, G.; ANTONIOLLI, P. D.; ARGOUD, A. R. T. T. A Eficiência da Gestão de Estoques: Estudo Sobre a Aplicação do *Lean Manufacturing*. *Revista de Tecnologia Aplicada*, v. 2, n. 2, p.19-33, 2013.
- BOLUMOLE, Y. A.; KNEMEYER, A. M.; LAMBERT, D. M. The Customer Service Management Process. *The International Journal of Logistics Management*, v. 14, n. 2, p.15-31, 2003.
- BORDAS, E. P. A.; CONLEY, J. G.; MORAN, B.; GRAY, J.; NICHOLS, E. A Simulation-Based Design Paradigm for Complex Cast Components. *Engineering with Computers*, v. 23, n. 1, p. 25-37, 2007.
- BRUNHEROTO, A.; LEME, S. M. Estratégias Internacionais da Empresa: O Conflito entre Padronização Global e Adaptação Local¹. *Revista Conteúdo*, v. 6, n. 1, p. 82-96, 2014.
- CABRAL, C. A. S. *Integração das Empresas na Cadeia de Suprimentos Baseada na Tecnologia da Informação: Estudo de Casos*. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2014.
- CAMARGO JUNIOR, J. B.; VITORINO FILHO, V. A.; PIRES, S. R. I.; SACOMANO NETO, M. Coopetição como Estratégia de Auxílio na Gestão de Riscos em Cadeias de Suprimentos. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, v. 13, n. 2, p. 38-53, 2014.
- CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; ALVES FILHO, A. G. Envolvimento de Fornecedores em Atividades de Desenvolvimento de Produtos de Montadoras de Motores para Automóveis. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 6, nº 1, p. 25-40, 2011.
- CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; ALVES FILHO, A. G.; NOGUEIRA, E. Cadeias de Suprimentos de Montadoras dos Setores Automobilístico e de Linha Branca: Uma Análise Comparativa por Meio de Estudos de Caso. *Revista Gestão & Produção*, v. 21, n. 3, p. 635-647, 2014.

CHAVRAN, R.; MAHAJAN, S. K.; SARANG, J. P. Supplier Development: Theories and Practices. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, v. 3, n. 3, p. 37-51, 2012.

COMERLATO, L.; COSTA, C. A.; LUCIANO, M. A. Avaliação de Capacidade Tecnológica de Fornecedores para Apoio ao Desenvolvimento de Produtos: Estudo de Caso em uma Montadora de Ônibus. *Revista Produção Online*, v.13, n. 2, p. 577-600, 2013.

CONAMA. *Resolução CONAMA n.º 403 de 11 de novembro de 2008*. Disponível em www.mma.gov.br/port/conama. Acessado em 07 de fevereiro de 2015.

CORRÊA, J. E.; MELLO, C. H. P. *Efficient Consumer Response (ECR) e a Tecnologia de Armazenagem, Movimentação de Materiais e Automação Logística. E-Locução Revista Científica da FAEX*, v. 1, n. 6, p. 78-95, 2014.

CROXTON, K. L.; LAMBERT, D. M.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J.; ROGERS, D. S. The Demand Management Process. *The International Journal of Logistics Management*, v. 13, n. 2, p. 51-66, 2002.

CROXTON, K. L. The Order Fulfillment Process. *The International Journal of Logistics Management*, v. 14, n. 1, p. 19-32, 2003.

CSCMP. *Council of Supply Chain Management Professionals*. Disponível em: <https://cscmp.org>. Acessado em 25 de julho de 2015.

DOWLATSHAHI, S. Implementing Early Supplier Involvement: a Conceptual Framework. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 18, n. 2, p. 143-167, 1998.

DRIVEALUMINUM. *The Aluminum Association*. Disponível em: <https://http://www.drivealuminum.org>. Acessado em 02 de dezembro de 2015.

EISTO, T.; HÖLTTÄ, V.; MAHLAMÄKI, K.; KOLLANUS, J.; NIEMINEN, M. Early Supplier Involvement in New Product Development: A Casting-Network Collaboration Model. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, v. 4, n. 2, p. 762-772, 2010.

ESTAMPE, D.; LAMOURI, S.; PARIS, J. L.; BRAHIM-DJELLOUL, S. A Framework for Analyzing Supply Chain Performance Evaluation Models. *International Journal of Production Economics*, n. 142, p. 247-258, 2010.

FIGUEIREDO e ROMEIRO FILHO, As Práticas de Sistemas CAD e sua Contribuição: um Survey na Indústria Metal-mecânica Mineira. *Revista Produção*, v. 21, n. 2, p. 344-354, 2011.

FORNO, A. J.; FORCELLINI, F. A.; BORNIA, A. C. Desenvolvimento Lean de Produtos: uma Análise da Literatura. *II WSPI – Workshop em Sistemas e Processos Industriais*, Santa Cruz do Sul, RS, maio de 2013.

FREITAS, D. C.; TOMAS, R. N.; ALCÂNTARA, R. L. C. Análise da Prática *Vendor Managed Inventory (VMI)* em um Fornecedor de Bens de Consumo. *Revista Produção Online*, v. 14, n. 3, p. 1024-1049, 2014.

GOLDSBY, T. J.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J. The Manufacturing Flow Management Process. *The International Journal of Logistics Management*, v. 14, n. 2, p. 33-52, 2003.

GUARNIERI, P. Síntese dos Principais Critérios, Métodos e Subproblemas da Seleção de Fornecedores Multicritério. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 19, n. 1, p. 1-25, 2015.

GUMMESSON, E. *Total Relationship Marketing*. Elsevier. 3rd Edition, 2008.

HUANG, Q. G.; MAK, K. L. WeBid: A Web-Based Framework to Support Early Supplier Involvement in New Product Development. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, n. 16, p. 169-179, 2000.

IBGE. *Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acessado em 25 de julho de 2015.

INOVAR-AUTO. *Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores*. Disponível em <http://www.portalinovarauto.com.br>. Acessado em 07 de fevereiro de 2015.

ISO/TS 16949 *Sistemas de gestão da qualidade: Requisitos particulares para aplicação da ABNT NBR ISO 9001:2008 para organizações de produção automotiva e peças de reposição pertinentes*. ABNT, 2010.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. *A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1997.

KAPLAN, R. S. The balanced scorecard: Comments on Balanced Scorecard Commentaries. *Journal of Accounting & Organizational Change*, v. 8, n. 4, p. 539-545, 2012.

KETOKIVI, M.; CHOI, T. Y. Renaissance of Case Research as a Scientific Method. *Journal of Operations Management*, v. 32, p. 232-240, 2014.

KIM, J.; PRATTB, M. J.; IYER, R. G.; SRIRAMA, R. D. Standardized Data Exchange of CAD Models with Design Intent. *Computer-Aided Design*, v. 40, p. 760-777, 2008.

KLIOUTCH, I.; LEKER, J. Supplier Involvement in Customer New Product Development: New Insights from the Supplier's Perspective. *International Journal of Innovation Management*, v. 15, n. 1, p. 231-248, 2011.

LABAHN, D. W.; KRAPFEL, R. Early Supplier Involvement in Customer New Product Development: A Contingency Model of Component Supplier Intentions. *Journal of Business Research*, n. 47, p. 173-190, 2000.

LAMBERT, D. M. Customer Relationship Management as a Business Process. *Journal of Business & Industrial Marketing*, v. 25, n. 1, p. 4-17, 2010.

LAMBERT, D. M.; SCHWIETERMAN, M. A. Supplier Relationship Management as a Macro Business Process. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 17 n. 3, p. 337-352, 2012.

LAU, A. K. W. Supplier and Customer Involvement on New Product Performance: Contextual Factors and an Empirical Test from Manufacturer Perspective. *Journal of Product Innovation Management*, n. 10, p. 761-777, 2010.

LAU, A. K. W.; TANG, E.; YAM, R. C. M. Effects of Supplier and Customer Integration on Product Innovation and Performance: Empirical Evidence in Hong Kong Manufacturers. *Journal of Product Innovation Management*, n.27, p. 761-777, 2010.

LAWSON, B.; POTTER, A. Determinants of Knowledge Transfer in Inter-Firm New Product Development Projects. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 32, n. 10, p. 1228-1247, 2012.

LE DAIN, M. A.; CALVI, R.; CHERITI, S. Developing an Approach for Design-or-Buy-Design Decision-Making. *Journal of Purchasing & Supply Management*, n. 16, p. 77-87, 2010.

LUO, C.; MALLICK, D. N.; SCHROEDER, R. D. Collaborative Product Development: Exploring the Role of Internal Coordination Capability in Supplier Involvement. *European Journal of Innovation Management*, v. 13, n. 2, p. 244-266, 2010.

LUZZINI, D.; AMANN, M.; CANIATO, F.; ESSIG, M.; RONCHI, S. The Path of Innovation: Purchasing and Supplier Involvement into New Product Development. *Industrial Marketing Management*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2015.02.034>, 2015.

MANUAL DE GESTÃO DA QUALIDADE. Empresa Foco, 2015.

MATOS, A. L. T.; PIRES, S. R. I.; VIVALDINI, M. Desenvolvimento de Produtos sob a Perspectiva da Gestão da Cadeia de Suprimentos. *Revista de Administração da UEG*, v. 5, n. 1, 2014.

MCIVOR, R.; HUMPHREYS, P. Early Supplier Involvement in the Design Process: Lessons from the Electronics Industry. *The International Journal of Management Science*, n. 32, p. 179-199, 2004.

PETERSEN, K. J.; HANDFIELD, R. B.; RAGATZ, G. L. Supplier Integration into new Product Development: Coordinating Product, Process and Supply Chain Design. *Journal of Operations Management*, v. 23, p. 371-388, 2005.

PIRES, S. I. R. *Gestão da Cadeia de Suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2009.

PIZZINATTO, Nádia Kassouf. *Marketing Focado na Cadeia de Clientes*. Editora Atlas, 2005.

PRAJOGO, D.; OLHAGER, J. Supply Chain Integration and Performance: The Effects of Long-term Relationships, Information Technology and Sharing, and Logistics Integration. *International Journal of Production Economics*, v.135, p. 514-522, 2012.

ROGERS, D. S.; LAMBERT, D. M.; CROXTON, K. L.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J. "The Returns Management Process", *The International Journal of Logistics Management*, v. 13, n. 2, p. 1-18, 2002.

ROGERS, D. S.; LAMBERT, D. M.; KNEMEYER, A. M. The Product Development and Commercialization Process. *The International Journal of Logistics Management*, v. 15 n. 1, p. 43-56, 2004.

SACOMANO NETO, M.; PIRES, S. I. R. Medição de Desempenho em Cadeias de Suprimentos: Um Estudo na Indústria Automobilística. *Revista Gestão da Produção*, São Carlos, v. 19, n. 4, p. 733-746, 2012.

SANTOS, A. C.; FORCELLINI, F. A. As Relações do Projeto de Produtos com a Cadeia de Suprimentos: um Estudo de Caso no Setor de Eletrodomésticos. *Revista Produção*, v. 22, n. 3, p. 534-548, 2012.

SANTOS, R. A.; ARGOUD, A. R. T. T.; PIZZINATTO, N. K.; ANTONIOLLI, P. D. *Quality Function Deployment: QFD como Ferramenta Estratégica de Marketing*. *Revista Brasileira de Marketing*, v. 14, n. 1, p. 49-58, 2015.

SANTOS, S. A. S.; VIANA, A. S. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – *Supply Chain Management* : A Busca pela Vantagem Competitiva. *Revista Interfaces Científicas – Exatas e Tecnológicas*, v. 1, n. 1, p. 41-51, 2015.

SCHIELE, H. Early Supplier Integration: the Dual Role of Purchasing in New Product Development. *R&D Management*, v. 40, n. 2, p. 138-153, 2010.

SEVERINO, M. R.; PEIXOTO, A. A.; GODINHO FILHO, M. Análise Conceitual da Contribuição do Early Supplier Involvement (ESI) para a Coordenação de Fluxo de Produção na Cadeia de Suprimentos. *SIMPOI*, Anais, 2011.

SIGGELKOW, N. Persuasion With Case Studies. *Academy of Management Journal*, v. 50, n. 1, p. 20-24, 2007.

SILVA, G. G. M. P.; TUBINO, D. F.; SEIBEL, S. Linhas de Montagem: Revisão da Literatura e Oportunidades para Pesquisas Futuras. *Revista Production*, v. 25, n. 1, p. 170-182, 2015.

SILVA JÚNIOR, S. C.; SOUZA, M. A. F.; MANHÃES, J. V. P. Ferramentas de TI que Contribuem para as Operações e a Competitividade no Setor Varejista Brasileiro. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, v. 9, n. 1, p. 104-113, 2014.

SIMON, A. T.; DI SERIO, L. C.; PIRES, S. R. I.; MARTINS, G. S. Evaluating Supply Chain Management: A Methodology Based on a Theoretical Model. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 19, n. 1, p. 26-44, 2015.

SINDIPEÇAS. *Desempenho do Setor de Autopeças*, 2015.

SMETS, L. P. M.; OORSCHOT, K. E.; LANGERAK, F. Don't Trust Trust: A Dynamic Approach to Controlling Supplier Involvement in New Product Development. *Journal of Product Innovation Management*, v. 30, n. 6, p. 1145-1158, 2013.

TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; MARTINS, M. F.; FERRARI, F. M. Práticas de Gestão no Desenvolvimento de Produtos em Empresas de Autopeças. *Revista Produção*, v. 18, n. 2, p. 405-422, 2008.

TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M. A. A.; MERGULHÃO, R. C.; MENDES, G. H. S. *Qualidade: Gestão e Métodos*. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

VENDRAMI, F. C.; GIULIANI, A. C.; SPERS, E. E. Canais de Marketing: Uma Visão Abreviada. *6.^a Mostra Acadêmica UNIMEP*, p. 1-3, 2008.

YASSINE, A. A.; SREENIVAS, R., S.; ZHU, J. Managing the Exchange of Information in Product Development. *European Journal of Operational Research*, n. 184, p. 311-326, 2006.

YIN, R. K. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICE A – Protocolo de Estudo de Caso

PARTE 1: INTRODUÇÃO AO ESTUDO E FINALIDADE DO PROTOCOLO

- **Título:** Prática do *Early Supplier Involvement* (ESI) em uma Empresa Fornecedora do Setor Automobilístico Brasileiro.
- **Descrição:** Este protocolo integra dissertação a ser apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Administração da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração, no campo de conhecimento de Gestão de Operações e Logística.
- **Mestrando:** Paulo Marcelo Caetano da Silva.
- **Orientadora:** Prof.^a Dr.^a Ana Rita Tiradentes Terra Argoud.
- **Contextualização:** No atual estágio dos estudos e práticas de gestão de negócios, recomenda-se que o processo de desenvolvimento de produtos envolva nos projetos, além das diversas áreas funcionais da empresa, também seus clientes, fornecedores e demais membros da cadeia de suprimentos. Uma das práticas que busca sistematizar esse envolvimento é o *Early Supplier Involvement* (ESI), ou envolvimento precoce do fornecedor, que estabelece que o envolvimento deve ocorrer ainda nos estágios iniciais do projeto para que as competências dos fornecedores sejam incorporadas ao projeto e os ganhos sejam maximizados.
- **Objetivo geral da pesquisa:** compreender de que forma a prática do ESI é conduzida do ponto de vista de uma empresa fornecedora da indústria automobilística nacional.
- **Objetivos específicos da pesquisa:** identificar as práticas de desenvolvimento de produtos utilizadas pelo fornecedor, os sistemas de informação que apoiam essas práticas e os indicadores de desempenho utilizados para gestão e melhoria do processo, dentro do contexto da gestão da cadeia de suprimentos.

- **Estrutura teórica:** o presente estudo foi antecedido de revisão bibliográfica que procurou identificar, dentro das publicações acadêmicas de destaque em nível internacional da atualidade, as bases conceituais e empíricas da gestão da cadeia de suprimentos, processo de desenvolvimento do produto e ESI.
- **Finalidade do protocolo:** delimitar o foco da pesquisa; estabelecer o procedimento de coleta, análise e divulgação de dados; definir as regras gerais de atuação do pesquisador; proporcionar confiabilidade e transparência à pesquisa.
- **Procedimentos metodológicos:** a pesquisa envolve a realização de um estudo de caso único, na coleta de evidências documentais, tais como manuais, procedimentos internos e registros; na observação participante do pesquisador; e em entrevistas com os gestores e técnicos envolvidos no processo de desenvolvimento de produtos na empresa estudada. As entrevistas serão realizadas com o apoio de um roteiro, apresentado na Parte 2 deste protocolo, o qual foi elaborado considerando categorias de análise e variáveis encontradas nos referenciais teóricos adotados. Também fazem parte do roteiro de entrevistas a caracterização da empresa foco, seus três principais clientes e três fornecedores envolvidos no desenvolvimento. Finalizando, será realizada uma amostragem com questões específicas sobre o desenvolvimento de um produto desenvolvido para cada um dos três clientes principais.
- **Confidencialidade:** as informações obtidas através da coleta de dados e entrevistas, bem como o nome das empresas citadas e pessoas entrevistadas, não serão divulgados no trabalho final a ser elaborado, sendo substituídos por expressões como “empresa foco”, “cliente 1”, “cliente 2”, “cliente 3”, “fornecedor 1”, “fornecedor 2”, “fornecedor 3”, “gestor 1”, “gestor 2” e “gestor 3”.
- **Análise e divulgação dos resultados:** as informações obtidas serão analisadas através da comparação dos resultados reais com as proposições iniciais, embasadas no referencial teórico, e identificação das possíveis lacunas e recomendações de melhoria das práticas da empresa. A divulgação formal ocorrerá através da publicação da dissertação ao final do processo de mestrado, mas estarão a qualquer momento à disposição da empresa estudada.

PARTE 2: ROTEIRO DE ENTREVISTA

Caracterização das empresas estudadas

Empresa foco	
Nome da empresa:	Localização:
Setores em que atua:	Mercado em que atua (interno ou externo):
Origem da empresa (nacional ou estrangeira):	Porte e número de funcionários:
Estrutura de capital:	Posição na cadeia de suprimentos:
Principais clientes:	Produtos/serviços:
Principais fornecedores:	Produtos/serviços:
Principais processos de fabricação:	Data da entrevista:
Entrevistado:	Setor/função: Gerente de Qualidade e Engenharia
Entrevistado:	Setor/função: Projetista
Entrevistado:	Setor/função: Supervisor de Processos de Fundação
Entrevistado:	Setor/função: Supervisor de Processos de Usinagem
Entrevistado:	Setor/função: Gerente Comercial
Entrevistado:	Setor/função: Gerente de Manufatura
Entrevistado:	Setor/função: Supervisor de Logística

Cientes	
Cliente 1	
Nome da empresa:	Localização:
Setores em que atua:	Mercado em que atua (interno ou externo):
Origem da empresa (nacional ou estrangeira):	Porte e número de funcionários:
Estrutura de capital:	Posição na cadeia de suprimentos:
Produtos/serviços:	Observações:
Cliente 2	
Nome da empresa:	Localização:
Setores em que atua:	Mercado em que atua (interno ou externo):
Origem da empresa (nacional ou estrangeira):	Porte e número de funcionários:
Estrutura de capital:	Posição na cadeia de suprimentos:
Produtos/serviços:	Observações:

Cliente 3	
Nome da empresa:	Localização:
Setores em que atua:	Mercado em que atua (interno ou externo):
Origem da empresa (nacional ou estrangeira):	Porte e número de funcionários:
Estrutura de capital:	Posição na cadeia de suprimentos:
Produtos/serviços:	Observações:

Fornecedores	
Fornecedor 1	
Nome da empresa:	Localização:
Setores em que atua:	Mercado em que atua (interno ou externo):
Origem da empresa (nacional ou estrangeira):	Porte e número de funcionários:
Estrutura de capital:	Posição na cadeia de suprimentos:
Produtos/serviços:	Observações:
Fornecedor 2	
Nome da empresa:	Localização:
Setores em que atua:	Mercado em que atua (interno ou externo):
Origem da empresa (nacional ou estrangeira):	Porte e número de funcionários:
Estrutura de capital:	Posição na cadeia de suprimentos:
Produtos/serviços:	Observações:
Fornecedor 3	
Nome da empresa:	Localização:
Setores em que atua:	Mercado em que atua (interno ou externo):
Origem da empresa (nacional ou estrangeira):	Porte e número de funcionários:
Estrutura de capital:	Posição na cadeia de suprimentos:
Produtos/serviços:	Observações:

Questões relativas à gestão da cadeia de suprimentos, ao processo de desenvolvimento do produto e ao ESI (a coluna “Ref.” indica a seção da dissertação em que é tratada a questão)

Item	Questão	Ref.	Respondente	Resposta
1.	Gestão da cadeia de suprimentos	2.1		
1.1	Processos de negócios (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012)	2.1.1		
1.1.1	A empresa foco reconhece sua posição nas cadeias de suprimento e leva isso em consideração em sua estratégia de negócio?	2.1.1	Gerente Comercial	
1.1.2	É aplicado e como é estruturado o processo de gestão do relacionamento com o cliente pela empresa foco?	2.1.1.1	Gerente Comercial	
1.1.3	É aplicado e como é estruturado o processo de gestão do relacionamento com o fornecedor pela empresa foco?	2.1.1.2	Gerente Comercial	
1.1.4	É aplicado e como é estruturado o processo de gestão do serviço ao cliente pela empresa foco?	2.1.1.3	Gerente Comercial	
1.1.5	É aplicado e como é estruturado o processo de gestão da demanda pela empresa foco?	2.1.1.4	Gerente Comercial	
1.1.6	É aplicado e como é estruturado o processo de atendimento dos pedidos pela empresa foco?	2.1.1.5	Gerente de Manufatura	
1.1.7	É aplicado e como é estruturado o processo de gestão do fluxo de manufatura pela empresa foco?	2.1.1.6	Gerente de Manufatura	
1.1.8	É aplicado e como é estruturado o processo de gestão do desenvolvimento do produto e comercialização pela empresa foco e sua interface com os demais processos de negócio?	2.1.1.7 2.2.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	
1.1.9	É aplicado e como é estruturado o processo de gestão de retornos pela empresa foco?	2.1.1.8	Supervisor de Logística	
1.2	Práticas de gestão da cadeia de suprimentos (PIRES, 2009)	2.1.2		
1.2.1	É aplicada e como é estruturada na empresa a prática de reestruturação e consolidação da cadeia de suprimentos ?	2.1.2.1	Gerente Comercial	
1.2.2	É aplicada e como é estruturada a prática de desenvolvimento de fornecedores pela empresa foco?	2.1.2.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	
1.2.3	É aplicada e como é estruturada a prática de intercâmbio eletrônico de dados (EDI) pela empresa foco?	2.1.2.3	Supervisor de Logística	
1.2.4	É aplicada e como é estruturada a prática de resposta eficiente ao consumidor (ECR) pela empresa foco?	2.1.2.3	Gerente Comercial	

Item	Questão	Ref.	Respondente	Resposta
1.2.5	É aplicada e como é estruturada a prática de estoque gerenciado pelo fornecedor (VMI) pela empresa foco?	2.1.2.3	Gerente Comercial	
1.2.6	É aplicada e como é estruturada a prática de reposição contínua (CR) pela empresa foco?	2.1.2.3	Gerente Comercial	
1.2.7	É aplicada e como é estruturada a prática de planejamento, previsão e reposição colaborativos (CPFR) pela empresa foco?	2.1.2.3	Gerente Comercial	
1.2.8	É aplicada e como é estruturada a prática de terceirização pela empresa foco?	2.1.2.4	Gerente Comercial	
1.2.9	É aplicada e como é estruturada a prática de uso de representantes no cliente e no fornecedor pela empresa foco?	2.1.2.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	
1.2.10	É aplicada e como é estruturada a prática de postergação pela empresa foco?	2.1.2.6	Gerente de Manufatura	
1.2.11	É aplicada e como é estruturada a prática de envolvimento antecipado do fornecedor (ESI) pela empresa foco?	2.1.2.7	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.	Processo de desenvolvimento do produto	2.2		
2.1	Subprocessos estratégicos (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004)	2.2.3		
2.1.1	Como é estruturada a análise do enquadramento estratégico de novos produtos pela empresa foco?	2.2.3.1	Gerente Comercial	
2.1.2	Como são estruturados os processos de geração e seleção de ideias pela empresa foco?	2.2.3.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.1.3	Existem diretrizes para a participação na equipe multifuncional de desenvolvimento na empresa foco?	2.2.3.3	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.1.4	Como é estruturada a identificação de problemas e restrições de lançamento de produtos pela empresa foco?	2.2.3.4	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.1.5	Existem diretrizes para projetos de novos produtos na empresa foco?	2.2.3.5	Gerente Comercial	
2.1.6	Qual o critério para estabelecimento de indicadores de desempenho do processo de desenvolvimento na empresa foco? (ver também 2.5)	2.2.3.6	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.2	Subprocessos operacionais (ROGERS; LAMBERT; KNEMEYER, 2004)	2.2.4		
2.2.1	É realizado o enquadramento estratégico de novos produtos pela empresa foco?	2.2.4.1	Gerente Comercial	

Item	Questão	Ref.	Respondente	Resposta
2.2.2	Qual área da empresa foco é responsável por coordenar o desenvolvimento e quais são os membros da equipe multifuncional , em que fase são envolvidas e que contribuição proporcionam ao projeto?	2.2.4.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.2.3	Como é formalizado o início do projeto de um produto pela empresa foco?	2.2.4.3	Gerente Comercial	
2.2.4	Como são projetados e construídos protótipos pela empresa foco?	2.2.4.4	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.2.5	Como é estruturada a decisão fazer ou comprar pela empresa foco (incluindo o projeto do produto, a manufatura, a logística, etc.)?	2.2.4.5	Gerente Comercial e Gerente de Manufatura	
2.2.6	Como são definidos os canais de distribuição pela empresa foco?	2.2.4.6	Gerente Comercial	
2.2.7	Como é realizado o lançamento do produto pela empresa foco?	2.2.4.7	Gerente Comercial	
2.2.8	Como os indicadores de desempenho são utilizados para melhoria contínua do processo pela empresa foco? (ver também 2.5)	2.2.4.8	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.3	Planejamento avançado da qualidade – APQP (AIAG, 2008)	2.2.5		
2.3.1	Como o desenvolvimento pela empresa foco incorpora a metodologia do APQP ?	2.2.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.3.2	Como os requisitos específicos de cada cliente são analisados e incorporados ao APQP pela empresa foco?	2.2.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.3.3	Como são tratados os requisitos de confidencialidade do produto e do processo pela empresa foco?	2.2.5	Gerente Comercial	
2.3.4	A engenharia simultânea é aplicada pela empresa foco no desenvolvimento e inclui a participação do cliente e dos fornecedores?	2.2.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.3.5	Como questões logísticas (níveis de inventário, manuseio, transporte, embalagem, preservação, etc.) são consideradas pela empresa foco no desenvolvimento?	2.2.5	Gerente de Manufatura e Supervisor de Logística	
2.3.6	Como é estruturada pela empresa foco a fase de planejamento e definição do programa ?	2.2.5.1	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.3.7	Como é estruturada pela empresa foco a fase de projeto e desenvolvimento do produto ?	2.2.5.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.3.8	Como é estruturada pela empresa foco a fase de projeto e desenvolvimento do processo ?	2.2.5.3	Gerente de Qualidade e Engenharia	

Item	Questão	Ref.	Respondente	Resposta
2.3.9	Como é estruturada pela empresa foco a fase de validação do produto e do processo ?	2.2.5.4	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.3.10	Como é estruturada pela empresa foco a fase de retroalimentação, avaliação e ação corretiva ?	2.2.5.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	
2.4	Sistemas de informação (KIM et al., 2008)	2.2.6		
2.4.1	Que sistemas de informação são utilizados no desenvolvimento pela empresa foco, pelo cliente e pelos fornecedores?	2.2.6	Projetista	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
2.4.2	Que tipos de informações e dados eletrônicos são trocados pela empresa foco, pelo cliente e pelos fornecedores?	2.2.6	Projetista	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
2.4.3	Qual o formato da troca de dados pela empresa foco, pelo cliente e pelos fornecedores?	2.2.6	Projetista	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
2.4.4	Qual é o meio utilizado para troca de dados pela empresa foco, pelo cliente e pelos fornecedores?	2.2.6	Projetista	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
2.4.5	Qual é o uso dos dados pela empresa foco, pelo cliente e pelos fornecedores?	2.2.6	Supervisores de Projetos, Processos de Fundação e Processos de Usinagem	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
2.5	Medição de desempenho (TOLEDO et al., 2008, 2013)	2.2.7		
2.5.1	O balanced scorecard é utilizado pela empresa foco e pelo cliente na medição do desempenho da cadeia de suprimentos?	2.2.7	Gerente de Qualidade e Engenharia	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
2.5.2	Quais são os indicadores de desempenho do processo de desenvolvimento utilizados pela empresa foco e pelo cliente?	2.2.7	Gerente de Qualidade e Engenharia	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
2.5.3	A empresa foco e o cliente possuem indicadores de desempenho relacionados ao ESI ?	2.2.7	Gerente de Qualidade e Engenharia	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:

Item	Questão	Ref.	Respondente	Resposta
3.	Early supplier involvement (ESI)	2.3		
3.1	Adoção do ESI (PIRES, 2009)	2.3.1 a 2.3.3		
3.1.1	O conceito de ESI é conhecido pela empresa foco (mesmo que com outra nomenclatura)?	2.3.1	Gerente de Qualidade e Engenharia	
3.1.2	O ESI conta com uma estrutura formal na empresa foco?	2.3.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	
3.1.3	O cliente utiliza e possui uma estrutura formal para ESI ?	2.3.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.1.4	O ESI está integrado à estratégia da empresa foco, com apoio da alta direção ?	2.3.2	Gerente Comercial	
3.1.5	Quais são os fatores , tais como ambiente externo, regras sociais e industriais, opções de escolha, que levam a empresa foco ou o seu cliente a adotar o ESI ?	2.3.2	Gerente Comercial	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.1.6	Em que fase do desenvolvimento o cliente normalmente envolve a empresa foco?	2.3.3	Gerente de Qualidade e Engenharia	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.2	Estruturação do ESI (DOWLATSHAHI, 1998)	2.3.4		
3.2.1	Como a estrutura de ESI da empresa foco trata as atividades do bloco projeto ?	2.3.4	Gerente Comercial e Gerente de Qualidade e Engenharia	
3.2.2	Como a estrutura de ESI da empresa foco trata as atividades do bloco suprimentos ?	2.3.4	Gerente Comercial	
3.2.3	Como a estrutura de ESI da empresa foco trata as atividades do bloco fornecedor ?	2.3.4	Gerente de Qualidade e Engenharia	
3.2.4	Como a estrutura de ESI da empresa foco trata as atividades do bloco manufatura ?	2.3.4	Gerente de Manufatura	
3.2.5	Como são consideradas as inter-relações entre atividades do ESI pela empresa foco?	2.2.2, 2.3.4.1, 2.3.4.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	
3.3	Determinação do grau de envolvimento do fornecedor (LE DAIN; CALVI; CHERITI, 2010)	2.2.1 e 2.3.5		
3.3.1	Qual é o tipo de desenvolvimento de cada produto (nova plataforma, derivação, melhorias incrementais, fundamentalmente novo)?	2.2.1	Gerente de Qualidade e Engenharia	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.3.2	Quais os critérios utilizados pelo cliente e pela empresa foco para definir o grau de envolvimento dos fornecedores?	2.3.5	Gerente Comercial	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.3.3	Qual é a configuração do envolvimento (os produtos desenvolvidos são caixa preta, caixa cinza ou caixa branca)?	2.3.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:

Item	Questão	Ref.	Respondente	Resposta
3.3.4	Como é avaliado o risco do desenvolvimento pelo cliente e pela empresa foco?	2.3.5.1	Gerente Comercial	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.3.5	Como é definido o nível de autonomia da empresa foco e dos fornecedores no desenvolvimento?	2.3.5.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.3.6	Como são desenvolvidos planos para mitigar os riscos identificados pelo cliente e pela empresa foco?	2.3.5.3	Gerente Comercial	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.4	Estrutura colaborativa do ESI (EISTO et al., 2010)	2.3.6.5		
3.4.1	Quem é o responsável pelo desenvolvimento, o cliente ou a empresa foco?	2.3.6.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.4.2	Qual o nível de colaboração da empresa foco no desenvolvimento (sequencial, sobreposição parcial, sobreposição total)?	2.3.6.5	Gerente de Qualidade e Engenharia e Gerente Comercial	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.4.3	Qual o modelo de negócios usado pelo cliente no desenvolvimento (precificação padronizada, compensação das horas de projeto, compartilhamento de riscos e recompensas)?	2.3.6.5	Gerente Comercial	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.4.4	Em que fase do desenvolvimento o cliente envolveu a empresa foco no projeto?	2.3.6.1 e 2.3.6.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.4.5	Em que fase do desenvolvimento os fornecedores são envolvidos no projeto?	2.3.6.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.4.6	O nível de envolvimento da empresa foco é compatível com a complexidade do produto ?	2.3.6.5	Gerente de Qualidade e Engenharia	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.4.7	Que tipo de oportunidade decorre do envolvimento aplicado à empresa foco (diferencial de preço, manufaturabilidade, otimização do fluxo de valor na cadeia)?	2.3.6.5	Gerente de Qualidade e Engenharia e Gerente Comercial	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.4.8	Qual o nível de comunicação entre o cliente, a empresa foco e os fornecedores no desenvolvimento (projeto acabado, projeto em andamento, desenvolvimento conjunto)?	2.3.6.5	Gerente de Qualidade e Engenharia e Gerente Comercial	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.4.9	Os níveis de responsabilidade do cliente, da empresa foco e dos fornecedores é claramente definido e estabelecido em contrato ?	2.3.6.5	Gerente de Qualidade e Engenharia e Gerente Comercial	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:

Item	Questão	Ref.	Respondente	Resposta
3.5	Resultados da implementação do ESI (EISTO et al., 2010)	2.3.6.2		
3.5.1	As questões do tópico 3.5 serão respondidas com base em uma amostra de desenvolvimento de um produto típico de cada um dos três principais clientes. Especificar ao lado o produto escolhido de cada cliente, sua respectiva aplicação e grau de complexidade.	2.3.6.2	Gerente de Qualidade e Engenharia	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.5.2	Que resultados foram obtidos com a aplicação do ESI para a empresa foco, seus clientes e fornecedores?	2.3.6.2	Gerente de Qualidade e Engenharia e Gerente Comercial	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.5.3	Qual é o impacto do ESI no tempo de desenvolvimento para a empresa foco, seus clientes e fornecedores e qual é a causa desse impacto?	2.3.6.2	Projetista	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.5.4	Qual é o impacto do ESI no custo do produto para a empresa foco, seus clientes e fornecedores e qual é a causa desse impacto?	2.3.6.2	Supervisores de Projetos, Processos de Fundação e Processos de Usinagem	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.5.5	Qual é o impacto do ESI na qualidade do produto para a empresa foco, seus clientes e fornecedores e qual é a causa desse impacto?	2.3.6.2	Supervisores de Projetos, Processos de Fundação e Processos de Usinagem	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.5.6	Qual é o impacto do ESI no grau de inovação do produto e do processo para a empresa foco, seus clientes e fornecedores e qual é a causa desse impacto?	2.3.6.2	Supervisores de Projetos, Processos de Fundação e Processos de Usinagem	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.5.7	Qual é o impacto do ESI no relacionamento de longo prazo entre a empresa foco, seus clientes e fornecedores e qual é a causa desse impacto?	2.3.6.2	Gerente de Qualidade e Engenharia e Gerente Comercial	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.5.8	Existem outros impactos significativos decorrentes da prática do ESI para a empresa foco, seus clientes e fornecedores e qual é a causa desse impacto?	2.3.6.2	Gerente de Qualidade e Engenharia e Gerente Comercial	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:

Item	Questão	Ref.	Respondente	Resposta
3.6	Pré-requisitos para implementação do ESI (EISTO et al., 2010)	2.3.6.3		
3.6.1	Quais são os fatores necessários à implementação bem sucedida do ESI pela empresa foco?	2.3.6.3	Gerente de Qualidade e Engenharia	
3.6.2	Qual é a estrutura tecnológica da área de desenvolvimento da empresa foco necessária ao ESI?	2.3.6.3	Projetista	
3.6.3	Qual o impacto da tecnologia no processo de desenvolvimento e no ESI na empresa foco?	2.3.6.3	Projetista	
3.6.4	Quais são os meios e qual o impacto do processo de comunicação entre o cliente, a empresa foco e seus fornecedores no processo de desenvolvimento e no ESI?	2.3.6.3	Projetista	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.6.5	Qual o impacto da estrutura de gestão de projetos da empresa foco no desenvolvimento e no ESI?	2.3.6.3	Gerente de Qualidade e Engenharia	
3.6.6	Qual o impacto do sistema de medição de desempenho da empresa foco no processo de desenvolvimento e no ESI?	2.3.6.3	Gerente de Qualidade e Engenharia	
3.7	Desafios à implementação do ESI (EISTO et al., 2010)	2.3.6.4		
3.7.1	Quais são os desafios encontrados na implementação do ESI pela empresa foco, pelo cliente e pelos fornecedores?	2.3.6.4	Gerente de Qualidade e Engenharia e Gerente Comercial	
3.7.2	Os benefícios da implementação do ESI e a aplicação do produto são conhecidos pelo cliente, pela empresa e pelos seus fornecedores pela empresa foco, pelo cliente e pelos fornecedores?	2.3.6.4	Gerente de Qualidade e Engenharia e Gerente Comercial	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3:
3.7.3	Qual o papel da confiança entre a empresa foco, pelo cliente e pelos fornecedores nos resultados do processo de desenvolvimento?	2.3.6.4	Gerente Comercial	
3.7.4	Os contratos de compra do cliente são firmados em que fase do desenvolvimento?	2.3.6.4	Gerente Comercial	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.7.5	Quando o ESI é utilizado e ainda não existe um contrato formal de compras, quem arca com os custos do desenvolvimento , o cliente ou a empresa foco?	2.3.6.4	Gerente Comercial	Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3:
3.7.6	Como os ganhos obtidos com a prática do ESI são compartilhados pela empresa foco, pelo cliente e pelos fornecedores?	2.3.6.4	Gerente Comercial	Empresa foco: Cliente 1: Cliente 2: Cliente 3: Fornecedor 1: Fornecedor 2: Fornecedor 3: