

O papel do APQP – Advanced Planning for Product Quality no desenvolvimento de produtos: Análise de casos na relação montadora-autopeças

The role of APQP in product development: Case studies on the assembler-suppliers relationship



Juliana Rossi Pereira Rocha¹
Mario Sergio Salerno¹

Resumo: O desenvolvimento de produto realizado entre montadora de veículos e fornecedor requer atenção especial na gestão do processo e na interação entre empresas. O artigo discute uma das metodologias mais utilizadas nessa indústria, o planejamento avançado da qualidade de novos produtos (APQP), identificando seus usos e as condições que potencialmente melhoram a gestão do processo de desenvolvimento do produto. Foi desenvolvido através de estudos de casos da indústria automotiva, quando foi identificado que atrasos por parte da montadora dificultam a gestão do processo. O fornecedor, ao trabalhar próximo da montadora, acompanha de perto informações que possibilitam administrar atrasos e prazos comprimidos, muitas vezes antecipando-se a formalizações da montadora. Isso tem custos adicionais e revela que o APQP se torna elemento da gestão dos prazos, mas não impede falhas internas na montadora ou na qualidade.

Palavras-chave: APQP. Desenvolvimento de produto. Indústria automobilística.

Abstract: *Product development process realized between car manufacturers and auto parts suppliers requires special attention regarding its management and interaction between the companies. This paper aims mainly at discussing one of the most used methodologies at this industry, the Advanced Planning for Quality Product (APQP), as well as identifying the key conditions to manage the product development process. It is based on in-depth case studies in the Automotive Industry. It was possible to identify several points of delay on the automaker side; however, suppliers are working collaboratively with assemblers, following closely information that enable them to manage fails, delays, and short commitments. This has extra costs, but reveals that APQP is mainly a tool for managing deadlines, and it cannot avoid internal fails in the car manufacturer or in product quality.*

Keywords: APQP. Product development. Automotive industry.

1 Introdução

A indústria automotiva tem passado por uma evolução significativa nas últimas décadas, de forma que os três critérios clássicos de *performance*, qualidade, custos e prazos, têm se tornado armas estratégicas para o sucesso e, em alguns casos, para a sobrevivência das empresas (DONADA, 2001). Segundo Clark e Fujimoto (1991), a qualidade do lançamento dos produtos e do seu desempenho ao longo da sua existência está diretamente relacionada à gestão do processo de seu desenvolvimento e entre as promessas associadas ao sucesso do desenvolvimento de produto estão o aumento da participação no mercado, a conquista de novos clientes, a redução de custos e o aumento da qualidade. Segundo Rozenfeld et al. (2006), o processo de desenvolvimento do produto (PDP), em particular as primeiras fases

do mesmo, é fundamental para determinar o custo total do projeto, que inclui o custo do produto final. É evidente a importância do desenvolvimento de produto para a competitividade das empresas.

Zancul, Marx e Metzker (2006) consideram que tal processo abrange várias funções nas diversas empresas envolvidas, o que implica em necessidades de organização e coordenação. Ro, Liker e Fixson (2008) apontam que as montadoras americanas têm buscado reorganizar os sistemas de desenvolvimento de produto, com referência nas empresas japonesas e terceirizando peças e projetos. Cusumano e Takeishi (1991) alertam que o gerenciamento e a relação com o fornecedor são áreas cruciais para qualquer empresa que contrate parte do desenvolvimento e produção

¹ Departamento de Engenharia de Produção – PRO-EPUSP, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – USP, Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2, 128, CEP 05508-970, São Paulo, SP, Brasil, e-mail: juli_rossi@hotmail.com; msalerno@usp.br

Recebido em 21/2/2012 — Aceito em 8/4/2013

Supporte financeiro: Nenhum.

de componentes. Isso ocorre devido à dependência do conhecimento que se cria fora da organização.

Dentro desse contexto, surge o interesse das montadoras numa metodologia que gerencie o fluxo de informações entre fornecedores e departamentos internos a partir de uma série de atividades requeridas a serem executadas dentro do cronograma geral do projeto. Essa é a função básica do APQP (planejamento avançado da qualidade do produto): estabelecer a série de atividades que devem ser cumpridas em determinadas fases do processo de desenvolvimento do produto, os responsáveis por elas e os prazos. O APQP foi uma metodologia elaborada inicialmente para atender as montadoras americanas (Chrysler, Ford e GM); outras montadoras utilizam processos equivalentes, ainda que com outra formatação.

O presente texto discute essa metodologia que busca suprir algumas das necessidades de integração entre montadora e fornecedores no PDP. Conforme a Pintec (INSTITUTO...; PESQUISA..., 2012), a indústria automotiva é dos setores que mais desenvolvem atividades de PD&E (Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia), sendo especialmente atraente para discutir nosso tema de pesquisa.

Devido à relevância desse tema, algumas dinâmicas do setor automotivo relacionadas às formas como as empresas se organizam para desenvolver e produzir novos produtos têm sido muito estudadas nos últimos anos (BERTOLINI, 2004; DIAS, 2003; DIAS; SALERNO, 2009; DONADA, 2001; RO; LIKER; FIXSON, 2008; SALERNO et al., 2009; SALERNO; MARX; ZILBOVICIUS, 2003; ZANCUL; MARX; METZKER, 2006). Considerando a importância do setor automotivo dentro da indústria como um todo, a influência que as montadoras possuem com relação às evoluções tecnológicas, estruturais e organizacionais sobre seus fornecedores diretos e indiretos (PADOVANI, 2007), somando-se a esse fator a importância do desenvolvimento de produto e considerando que 70% do valor total do produto é gerado pelos fornecedores (QUESADA et al., 2006), e, por fim, que o PDP envolve uma complexa cadeia de interações e competências (ZANCUL; MARX; METZKER, 2006), conclui-se ser altamente pertinente e relevante a busca de efetivo gerenciamento do fluxo de informações entre diversas áreas funcionais da empresa, fornecedores e clientes, o qual constitui requisito para alcançar a qualidade na gestão do processo de desenvolvimento do produto.

Existe vasta literatura sobre desenvolvimento de produto e sobre o processo de desenvolvimento colaborativo. Busca na base de dados ISI Web of Knowledge realizada em 30/11/2009 (2009) mostrou 4.665 textos com *product development* no título, 258 com *product development management*, 147 com *collaborative product development* e 517 com *co-design*. Porém, apenas três trabalhos

foram encontrados sobre a metodologia de trabalho aplicada nas montadoras de veículos americanas, o APQP – dois em anais de congressos, um sobre uso do APQP para gerenciar introdução de sistemas de qualidade (BOBREK; SOKOVIC, 2005). No entanto, o APQP, bem como metodologias similares utilizadas em outras montadoras, é um instrumento que guia a gestão do PDP de inúmeras e relevantes empresas.

O objetivo deste trabalho é identificar condições que favorecem a gestão do processo de desenvolvimento do produto realizada através da metodologia APQP, identificando fatores relevantes que podem influenciar no sucesso da sua gestão. Foi desenvolvido via dois estudos de caso de desenvolvimento de produto de uma empresa de autopeças junto a uma montadora, com triangulação e validação em cinco outras empresas.

Torna-se importante definir o que se entende por sucesso na gestão do processo dentro dos limites deste trabalho. Critérios de desempenho fundamentais que irão auxiliar na avaliação do sucesso do desenvolvimento do produto serão: 1) prazo; 2) resultados de qualidade; 3) registros de documentação; 4) aprendizagem durante o desenvolvimento (KERZNER, 1987; CLARK; FUJIMOTO, 1991).

Desta forma, o trabalho segue, após a introdução, com revisão bibliográfica, discussão metodológica, seguida pela apresentação e discussão dos casos, análise dos dados e conclusões/recomendações.

2 Revisão bibliográfica

2.1 A gestão e validação do Processo Desenvolvimento do Produto – APQP e PPAP

O PDP requer uma gestão ampla e estruturada, considerando as etapas percorridas ao longo do projeto. Ao final do desenvolvimento, é fundamental que o produto esteja validado e também que o processo esteja consistente, o que quer dizer que o produto que será produzido terá sempre as características validadas no momento do desenvolvimento, preservando assim a qualidade do produto final.

Para atender basicamente essas duas necessidades, a primeira de gerenciar as atividades que devem ser cumpridas em cada etapa do projeto e a segunda de organizar os registros de validação do produto e do projeto, as montadoras americanas Ford e GM decidiram criar metodologias padronizadas, o APQP (CHRYSLER; FORD; GM, 2008) e o PPAP - processo de aprovação de peças de produção (CHRYSLER; FORD; GM, 2006). Tais metodologias formalizam-se em documentos, transformados em obrigatórios para todos os fornecedores que se dispõem a desenvolver e fornecer qualquer tipo de peça para essas duas montadoras. Há inclusive um órgão responsável por desenvolver e distribuir esses materiais, o AIAG (AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP, 2006, 2008).

2.2 Planejamento avançado da qualidade do produto (APQP)

Todas as montadoras de veículos gerenciam de alguma forma a qualidade no processo de desenvolvimento de produto dos seus fornecedores. As montadoras americanas que requisitam as práticas normalizadas pela ISO/TS 16949, Ford, Chrysler e GM, criaram uma sistemática chamada APQP, cujos procedimentos foram descritos em manual publicado pelo AIAG (2008). O APQP – Advanced Product Quality Planning, ou planejamento avançado da qualidade do produto, é um método estruturado para definir e executar ações necessárias e permitir o fluxo de informações entre as pessoas e atividades envolvidas no projeto. O objetivo do APQP é acompanhar o planejamento e execução do processo de desenvolvimento e validação do produto e do processo de produção. Para atingir tal objetivo, o APQP estabelece uma série de atividades que devem ser cumpridas em determinadas fases do processo de desenvolvimento do produto.

O APQP não substitui cronogramas de planejamento de projeto, com divisões em *gates* ou *milestones*, usualmente utilizados pelas empresas. Ele os complementa, descrevendo quais atividades de validação de produto e processo devem ser concluídas em cada uma das etapas, com a finalidade de alinhar as informações entre cliente e fornecedor.

O APQP possui uma estrutura básica, que pode ser adaptada para a linguagem e para o sistema de desenvolvimento de cada empresa, o que significa que as atividades básicas devem ser cumpridas antes que cada etapa seja concluída, mas as nomenclaturas, sistema de monitoramento, tratativas de equipes, reuniões, entre outras, são particulares de cada empresa.

A expectativa de um desenvolvimento de produto acompanhado pelo APQP é que, ao final do processo, todas as atividades previstas estejam concluídas. A realização dessas atividades busca garantir que o produto tenha qualidade no seu lançamento e ao longo da sua vida de produção. Essa expectativa é suportada pela validação de produto e de processo, sendo que a validação de produto busca a qualidade do produto analisado no momento do lançamento e a validação do processo, a repetitividade do processo de produção do produto ao longo de tempo, sem degradação das características do produto por questões de variação de processo. Essas validações ficam registradas em um conjunto de documentos, chamado de PPAP (Production Part Approval Process, ou processo de aprovação de peças de produção).

Podemos observar que o APQP não está apenas restrito ao gerenciamento da qualidade *strictu sensu*. Um APQP bem acompanhado pode e deve considerar questões de tempo de entrega do projeto e produtividade do processo de desenvolvimento e de produção final.

2.3 O Processo de desenvolvimento de produto

Clark e Fujimoto (1991) resumem a finalidade do PDP como transformar dados de oportunidade de mercado e possibilidades técnicas em um conjunto de informações para a produção comercial. Para tanto devem ser levados em consideração velocidade e eficiência, para que o desenvolvimento do produto, dentro da indústria automotiva, possa atender clientes e disputar com a concorrência.

Além de custo e desempenho técnico do produto, são condições desejáveis: qualidade do produto frente a diferentes requisitos dos clientes; colocação do produto no mercado o mais rápido possível, para aproveitamento adequado de janela de oportunidades, antecipando-se em relação à concorrência; e, ainda, a facilidade de produzir e montar o produto e a criação e fortalecimento, a cada projeto, das capacitações requeridas para o desenvolvimento de produtos no futuro (ROZENFELD et al., 2006).

Em qualquer processo de desenvolvimento é necessário um planejamento para definir qual produto será oferecido, qual o desempenho esperado, quais especificações serão necessárias para atingir tal desempenho, como o produto será produzido, movimentado e armazenado. É necessário ainda, definir onde essas atividades serão realizadas e quais desses serviços serão terceirizados (DIAS, 2003). Pesquisa realizada por Cormican e Sullivan (2004) mostrou que os principais problemas identificados com o gerenciamento do processo de desenvolvimento de novos produtos estão relacionados a: falta de foco no cliente; pouco compartilhamento da visão entre áreas, principalmente áreas com alto grau de especialização; gerenciamento deficiente de portfólio; deficiência na comunicação e transferência de conhecimento entre times sobre lições aprendidas em projetos anteriores.

Segundo Kerzner (1987), entre as razões pelas quais é difícil encontrar empresas com excelência em gestão de projetos estão: a) a gestão de projetos é relativamente nova para a maioria das empresas; b) a gestão de projetos é um sistema de gestão temporária, sobreposto à organização tradicional; c) empresas podem ser excelentes em gestão funcional, mas fracas em gestão de projetos e, reciprocamente, podem ser fracas em gestão funcional e fortes em gestão por projetos; d) maturidade em gestão de projetos não garante a excelência.

Carvalho e Rabechini Junior (2005) observam que projetos demandam tratamento diferenciado no que concerne ao seu gerenciamento, habilidades, técnicas e ferramentas específicas. Kerzner (1987) argumenta que, por esse motivo, a preocupação com gestão de projetos tem crescido nas últimas décadas, pois foi percebido que se o projeto for corretamente desenvolvido a empresa terá oportunidades de

desempenhar melhores trabalhos em menos tempo e com menos recursos, aumentando a eficiência e produtividade da organização.

Para Tuman (1983), apud Pinto e Covin (1989), os projetos possuem os seguintes atributos: a) limitação de orçamento; b) limitação de tempo e estrutura de time; c) objetivos de *performance* e/ou conjunto de objetivos; d) uma série de atividades complexas e inter-relacionadas.

2.4 Aspectos de *performance* no desenvolvimento de novos produtos

Kerzner (1987) relata alguns aspectos que devem ser atendidos para se alcançar a excelência em gestão de projetos:

1. Projeto dentro do tempo;
2. Dentro do custo ou orçamento;
3. Dentro do desempenho ou *performance* desejado;
4. Dentro da aplicação original ou das mudanças acordadas;
5. Sem afetar a cultura da empresa ou valores corporativos;
6. Bem documentado, com avaliação endereçada.

Para Clark e Fujimoto (1991), três saídas do processo de desenvolvimento de produto afetam a sua capacidade de atrair e satisfazer clientes:

- a) A primeira é chamada qualidade total do produto (TPQ – Total Product Quality), que é a extensão na qual o produto satisfaz os requerimentos do cliente. Pode ser dividida em:
 - i) a qualidade do desenvolvimento do projeto;
 - ii) a habilidade de produzir esse produto, que é a qualidade da conformidade;
- b) A segunda dimensão crítica é o *lead time*, o quanto rápido a empresa consegue se mover do conceito até chegar ao mercado. O *lead time* afeta a execução do projeto e a aceitação dele no mercado. O planejamento e criação do produto

devem ocorrer antes do projeto e a qualidade das atividades depende fortemente de quão bem o planejamento prevê as necessidades dos futuros clientes e produtos concorrentes. O *lead time* pode afetar a atratividade do produto pela precisão da previsão;

c) A terceira dimensão do desempenho é a produtividade, relativa ao nível de recursos para levar o projeto do conceito até produto comercializável. Isso inclui horas trabalhadas, material utilizado para construção de protótipos, entre outros. Em função dos pequenos limites de intervalos de mudança de modelo nessa indústria, o *lead time* pode mudar a percepção de novidade do novo modelo.

2.5 Desenvolvimento colaborativo de produto na indústria automotiva

A importância do desenvolvimento colaborativo de novos produtos (DCNP) foi abordada por Womack et al. (1997). Eles propõem que o DCNP permite a melhoria do custo do produto e do custo de desenvolvimento, a diminuição do tempo de desenvolvimento, a minimização do tempo de fabricação e a melhoria do desempenho do produto, devido à intervenção dos agentes envolvidos no processo de desenvolvimento. O envolvimento dos fornecedores desde a fase de concepção dos produtos passou a ser de primordial importância na implementação de novos produtos/sistemas.

Dyer (1996) demonstrou que a qualidade, o tempo de desenvolvimento de novos produtos, os custos de armazenagem e a rentabilidade de ambos os parceiros, fornecedor e cliente, eram afetados pela forma como as empresas se relacionavam. Kamath e Liker (1994) abordaram o relacionamento interempresarial partindo da perspectiva dos fornecedores, apresentando diferentes papéis dos fornecedores no DCNP ao longo de quatro estágios de maturidade de relacionamentos interempresariais, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Papéis dos fornecedores no desenvolvimento colaborativo de produtos.

INDICADORES DE DCNP	Estágios de desenvolvimento dos relacionamentos interempresariais			
	Contratual	Envolvimento	Maturidade	Parceria
1. Responsabilidade do projeto	Cliente	Conjunto	Fornecedor	Fornecedor
2. Complexidade do produto	Componentes simples	Subconjuntos simples	Subconjuntos complexos	Subsistema
3. Especificações fornecidas	Projeto completo	Especificações detalhadas	Especificações críticas	Conceito
4. Influência do fornecedor nas especificações	Nenhuma	Algumas	Negociadas	Colaboração
5. Estágio em que o fornecedor se envolve	Protótipo	Pós-conceito	Conceito	Pré-conceito
6. Responsabilidade do teste do componente	Menor	Moderada	Amplas	Completa
7. Capacidade tecnológica do fornecedor	Baixa	Média	Amplas	Autônomo

Fonte: adaptado de Kamath e Liker (1994).

Segundo Clark e Fujimoto (1991), o fornecedor pode participar do projeto e do desenvolvimento de diferentes formas, conforme três padrões: a) peça de propriedade de fornecedor, tipicamente de catálogo; b) peça *black box*, quando a montadora fornece os requisitos e o fornecedor a desenvolve conforme *performance* desejada; c) peças controladas, quando o cliente mantém o controle de engenharia básica.

3 Método de pesquisa e coleta de dados

Neste trabalho, a pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois será necessário explorar os casos, buscar compreensão dos fatos para então estabelecer os fatores que serão considerados significativos no processo de gestão do projeto através da metodologia APQP.

Segundo Voss et al. (2002), é possível utilizar diferentes casos, a partir da mesma empresa, para estudar diferentes questões, ou pesquisar a mesma questão em variados contextos na mesma empresa. Neste trabalho, foram estudados dois casos de desenvolvimento de produto envolvendo uma mesma montadora e um mesmo fornecedor. Em cada caso foi realizado processo de triangulação (VOSS et al., 2002; MIGUEL, 2007) no fornecedor e na montadora, através de entrevistas com diversos profissionais e pesquisa nos documentos de APQP dos projetos analisados. As conclusões foram validadas em entrevistas (em menor profundidade) com profissionais de coordenações de projetos de cinco outras empresas.

Utilizamos os seguintes métodos de coleta de dados (Quadro 2): entrevistas presenciais, atas de APQP, registros de projeto e documentos variados. A utilização de métodos diferentes para realizar a coleta

de informações, como documentos e entrevistas, bem como com diversos participantes das empresas cliente e fornecedora, contribui para que distorções sejam minimizadas (EISENHARDT, 1989; VOSS et al., 2002).

3.1 Descrição dos casos e instrumentos de pesquisa

Para o primeiro caso da pesquisa foi selecionado um projeto recente, desenvolvido entre 2008 e 2009. Esse projeto trata da modificação de um produto já existente para atender a novo requisito de regulamentação governamental. O segundo caso trata de desenvolvimento de produto para um veículo novo. A diferença de complexidade entre os dois projetos poderá contribuir para identificar diferenças entre projetos de portes diferentes e também para evitar distorções inerentes à realidade de um único projeto.

Fornecedor e montadora estão localizados no Brasil. A montadora é americana e exige de seus fornecedores o uso de ferramentas e metodologias guiadas pelo sistema ISO/TS 16949, que regulamenta diversas atividades, dentre elas as de desenvolvimento de produto.

O fornecedor provê sistemas elétricos e está entre os maiores de mundo, com fábricas na América do Norte, América Central, América do Sul, Europa e Ásia. Além de atender aos requisitos e normas do cliente, ele precisa ainda atender a seus próprios requisitos e processos internos.

Como foi apresentado anteriormente, o APQP se divide basicamente em cinco fases: planejamento, projeto e desenvolvimento do produto, projeto e desenvolvimento do processo, validação e

Quadro 2. Papéis dos fornecedores no desenvolvimento colaborativo de produtos.

Caso	Fornecedor	Entrevistados	Informações coletadas
1	A1	Sete: - Engenheiro de produto da montadora; - Dois engenheiros da qualidade da montadora; - Gerente de projeto do fornecedor; - Coordenador do projeto na manufatura do fornecedor; - Coordenador do projeto na engenharia do fornecedor; - Engenheiro do produto do fornecedor	- Escopo do projeto; - Planilhas de APQP; - Dificuldades dos projetos; - Atas de reuniões; - <i>E-mails</i> ;
2	A1	Oito: - Dois engenheiros de produto da montadora; - Dois engenheiros da qualidade da montadora; - Gerente de projeto do fornecedor; - Coordenador do projeto na manufatura do fornecedor; - Coordenador do projeto na engenharia do fornecedor; - Engenheiro do produto do fornecedor	- Envolvimento do fornecedor no conceito; - Relacionamento entre cliente e fornecedor
Validação	Diversas	Coordenadores de projeto de cinco outros fornecedores	- Planilhas de APQP; - Informações comparativas com outras montadoras

Fonte: elaboração dos autores.

retroalimentação. Por necessidade de padronização de informações por parte da montadora, foi criada uma planilha de APQP que funciona como um relatório padronizado onde cada fornecedor participante do projeto informa o cumprimento ou não das atividades, de acordo com as etapas do projeto.

Para fins de análise, elaboramos uma planilha espelho considerando etapas genéricas do projeto, permitindo posterior leitura gráfica. Esse formato respeita a lógica original dos documentos em análise e as fases do APQP a que correspondem (Quadro 3).

O Quadro 3 descreve na primeira linha as etapas do APQP conforme descritas no seu manual (CHRYSLER; FORD; GM, 2008). Na segunda linha estão as etapas do APQP padronizadas pelos autores, a partir do APQP da montadora. Na terceira linha está descrito o número de atividades que devem ser finalizadas em cada uma das etapas do APQP da

montadora. Na quarta linha está a soma das atividades que devem estar finalizadas em cada etapa.

4 Estudos de caso

4.1 Estudo de caso 1

Trata-se de desenvolvimento de produto inserido em projeto de pequeno porte dentro da montadora, que implica na inclusão de uma nova função para o usuário final. Nesse projeto, o fornecedor A1 teve que alterar o sistema elétrico já fornecido para a montadora a fim de permitir a alteração de outros sistemas interligados e a inclusão dessa nova função no veículo.

O cronograma do fornecedor deve atender ao cronograma da montadora, que tem duração prevista de sete meses desde a entrada do fornecedor, através

Quadro 3. Grelha para análise dos casos.

APQP (AIAG)	Planejamento			Desenho e desenvolvimento do produto e do processo		
Etapas do projeto	Definição de fornecedores	Validações de projeto	Definição comercial	Finalização de engenharia	Protótipo	Conclusão de desenhos
Nº de atividades previstas a serem finalizadas	2	0	5	8	4	4
Soma das atividades finalizadas	2	2	7	15	19	23
APQP (AIAG)	Validação de produto e processo	Produção				
Etapas do projeto	Início da produção	Aceleração produção	Produção em ritmo	Finalização do projeto		
Nº de atividades previstas a serem finalizadas	19	3	1	2		
Soma das atividades finalizadas	42	45	46	48		

Fonte: elaboração dos autores

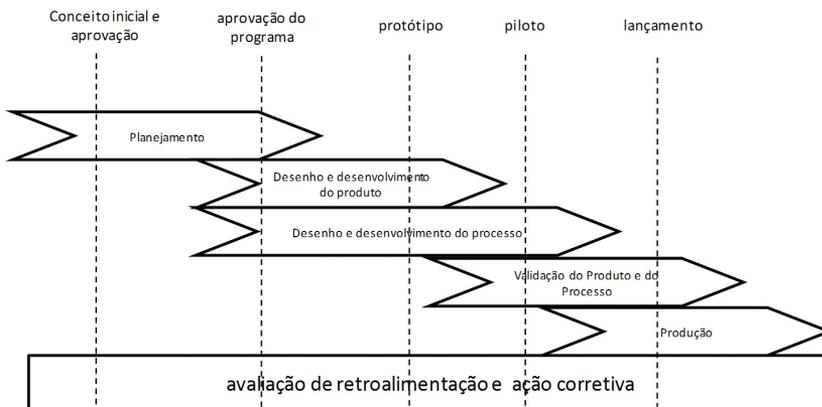


Figura 1. Estágios do APQP. Fonte: Chrysler, Ford e GM (2008).

de uma oficialização contratual, até a finalização do processo de validação do produto, entrega do PPAP e emissão do documento PSW (certificado de submissão de peça). Esse é o período no qual é feito o acompanhamento do APQP e que é foco deste trabalho.

O período de projeto, como foi descrito anteriormente, é definido a partir do cronograma da montadora. Prevê período de desenvolvimento para o fornecedor desde a sua entrada até a validação do produto e do processo final. Mesmo que ocorra algum atraso durante o projeto, o prazo final do fornecedor deve ser mantido.

O primeiro aspecto identificado nesse projeto foi que, apesar de curto, sete meses, houve, já no início, atraso de um mês e dez dias para a oficialização da entrada do fornecedor no projeto, fazendo com que o período de desenvolvimento real do fornecedor ficasse reduzido a menos de seis meses. Considerando o tempo do programa, o período perdido logo no início corresponde a cerca de 20% do período total (primeiro problema identificado – atraso na entrada oficial do fornecedor no projeto).

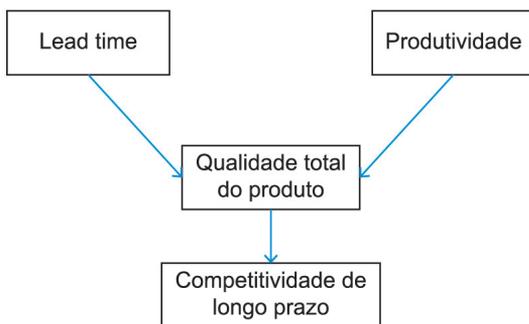


Figura 2. Integração entre *lead time*, qualidade e produtividade. Fonte: Clark e Fujimoto (1991).

Além do atraso no início do programa, outras dificuldades ocorreram na montadora, fazendo com que outras etapas também fossem comprometidas, acarretando um atraso geral no programa, como pode ser visto no Figura 3, que compara o projetado com o real. A análise dos documentos revela que atrasos em atividades iniciais do projeto prejudicaram o andamento de todo o processo, causando subsequentes atrasos que levaram à percepção de estagnação pelos entrevistados. Atrasos de definições de engenharia impactaram nos acertos comerciais que possibilitam a construção dos meios de produção, como ferramentas, dispositivos e até mesmo compra de matéria-prima e componentes. Assim, todo o processo ficou comprometido. As informações relativas às causas dos atrasos e ações necessárias para o andamento do processo ficam documentadas na planilha de APQP. Sua análise revela que diversos itens em atraso resgatam sempre a mesma causa: “indefinição de *design*” (segundo problema identificado – atraso nas definições de engenharia e no início de construção de ferramental).

Questionada, a equipe interna da montadora nos apresentou as seguintes justificativas: junto com as modificações desse projeto havia outras modificações esperando para serem implementadas e essas modificações, por sua vez, haviam sido impactadas por um projeto anterior, que fez com que houvesse um volume significativo de modificações pendentes. Esse projeto anterior ocorreu um ano antes do estudo, revelando passivo de modificações acumuladas remanescentes de um projeto com finalização inadequada. A causa desse problema pode estar na falha de simulações com protótipos, onde poderiam ter sido identificados problemas de montagem e ergonomia, ou, também, falha no processo de retroalimentação e finalização de projeto (terceiro

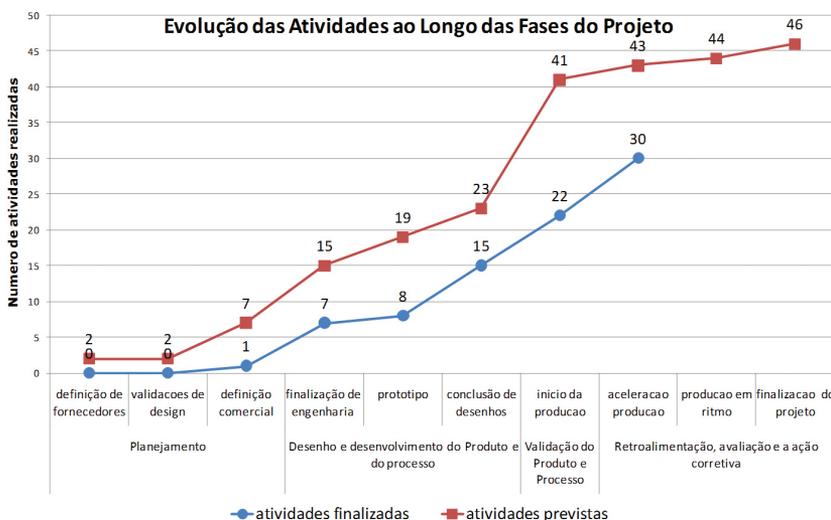


Figura 3. Caso 1: comparativo de evolução projetada e real do projeto. Fonte: pesquisa de campo; elaboração dos autores

problema identificado – falha nas ações de conclusão de um projeto – etapa 5 APQP).

Outro fator relacionado à engenharia que afetou a definição do sistema elétrico foi que o sistema a ser utilizado era novo para outros fornecedores e houve atraso em definições de outros componentes, devido ao fato de envolverem uma nova tecnologia (quarto problema identificado – falha no planejamento do prazo para desenvolvimento de uma nova tecnologia nos fornecedores).

Outro problema levantado junto às equipes da montadora e do fornecedor é que esse projeto foi desenvolvido devido a regulamentação governamental e que houve expectativa de sua postergação, o que causou atrasos ao longo do processo de definições internas (quinto problema identificado – interferência de fatores externos às estratégias da montadora).

Objetivamente, analisando as atividades em atraso relatadas no documento de APQP, “indefinições de *design*” atrasaram três meses e meio e outras atividades de engenharia até cinco meses. Como houve ações simultâneas, o atraso final da validação do processo ficou limitado a 45 dias. Tal diferença, de dois meses, consubstanciada entre os atrasos de engenharia e o atraso na validação final é significativa considerando-se que o prazo total de projeto era de sete meses (primeiro aspecto positivo identificado – o fornecedor conseguiu compensar parte dos atrasos da montadora trabalhando antecipadamente).

Na Figura 3 podemos observar que na fase de protótipo existia grande *gap* entre as atividades que deveriam estar concluídas e as que realmente estavam, comprometendo a definição do protótipo (sexto problema identificado – protótipos não refletem o produto final).

Na fase de validação do produto e processo, o *gap* entre atividades previstas e realizadas foi ainda maior. Apenas 22 de 43 atividades estavam concluídas. Nesse momento, de acordo com o APQP, o produto já devia estar atendendo a todas as especificações e já deveria estar constatado que o processo garantiria a repetição das condições validadas em todas as produções subsequentes. Porém, como foi verificado, nesse desenvolvimento as etapas foram atrasando de forma que não houve possibilidade de se atender esse prazo, considerado particularmente importante. Nessa etapa devem ser entregues peças para montagens de validação do projeto também dentro da montadora. Como o processo não estava concluído dentro do fornecedor e como as entregas devem ser feitas para atender à necessidade de montagem da montadora, foram entregues peças não validadas, com autorização de engenharia (sétimo problema identificado – primeiras peças de produção não foram validadas).

Durante as entrevistas e análises de documentos foi possível identificar um problema conceitual na

aplicação da metodologia do APQP, que é um sistema de orientação para a validação do produto e do processo de produção desse novo produto. Toda essa avaliação está ligada a um fluxo de desenvolvimento, particular de cada empresa. A finalização de todo esse processo é consolidada em um conjunto de documentos chamado de PPAP cuja capa de aprovação final é o PSW (certificado de submissão de peça). A data de PSW é um marco muito importante esperado pelo time de projeto, de forma que o seu monitoramento recebe especial atenção. A informação do atendimento desse prazo consta na planilha de APQP. Esse prazo é acompanhado pelo time e pela gerência do projeto do fornecedor, e, dentro da montadora, pela equipe de qualidade de engenharia, engenheiros de produto e time que faz o controle geral do programa, entre outros. O APQP fornece a visão da data de PSW prevista pelo fornecedor, pois apresenta a evolução de todo o processo de validação e assim demonstra quando esse processo será concluído e o PSW, que comprova a conclusão do processo, será emitido.

Porém, é necessário esclarecer que, para a equipe de qualidade da montadora que faz o acompanhamento junto ao fornecedor, o APQP busca orientar o processo de validação considerando os prazos disponíveis no projeto. De acordo com os conceitos discutidos sobre o APQP, ele não é um cronograma e não se supõe que seja veículo para definição de prazos vitais ao programa. O APQP deve apresentar os prazos de finalização de atividades suportes ao projeto, as quais estão relacionadas à validação da qualidade do produto e do processo do fornecedor.

Os prazos vitais do projeto dentro do fornecedor são definidos pela montadora através de sistemas de desenvolvimento de produto complexos, sob os quais deve ser criado o cronograma completo das atividades, considerando a complexidade dos diversos departamentos, inclusive, é claro, a questão do fornecimento de peças. Ocorre que em determinado momento as entregas de engenharia perderam os prazos definidos no cronograma da montadora, comprometendo teoricamente as métricas e podendo afetar o prazo final do programa.

Como já foi dito, os prazos de entrega do PSW são muito importantes para toda a equipe envolvida. A pesquisa de campo mostrou que quando prazos intermediários de engenharia são comprometidos o time da engenharia da montadora deixa de buscar atender ao cumprimento das atividades de cada etapa ou *gate* do projeto com base no cronograma da montadora e passa a se organizar a partir do cronograma do fornecedor. Dessa forma, o fornecedor começa a orientar os prazos finais para receber o desenho do produto da montadora (entre outras informações) para conseguir realizar seu processo e atender a data de entrega do documento PSW (oitavo problema identificado – APQP substituindo

referências de prazos do cronograma da montadora; prazos orientados pelo fornecedor).

No caso estudado, o fornecedor teria seis meses para realizar todo o seu processo, desde a definição e aquisição de componentes e matérias-primas à construção dos meios de produção e validação final do produto e do processo. Porém, para isso ser possível, algumas informações de engenharia precisavam ser fornecidas no início do processo. Como esse prazo não foi cumprido, iniciou-se um processo de negociação para o fornecedor começar a trabalhar com uma “engenharia simultânea forçada”, com informações de engenharia aquém daquelas que deveria ter, além de negociação comercial inconclusa, o que de fato ocorreu. Outra negociação envolveu a redução do tempo de trabalho do fornecedor para a conclusão do projeto. Como o fornecedor é o elo mais fraco dessa cadeia, há uma pressão forte para redução de prazos e entrega do PSW (nono problema identificado – redução forçada dos prazos de validação do produto e processo dentro do fornecedor).

Neste caso estudado, o processo que o fornecedor deveria ter executado em seis meses após pedido de compra formalizado foi reduzido para três meses e meio. O prazo final estendeu-se em um mês em relação ao objetivo inicial, acarretando em um atraso em todo o projeto final. A contração dos prazos só foi possível porque o fornecedor começou a trabalhar antes do pedido de compra ser emitido e antes de ter as informações formais sobre o produto (décimo problema identificado – fornecedor começa a trabalhar antecipadamente, sem formalização contratual com a montadora, assumindo riscos para poder atender os prazos). O Quadro 4 resume as dificuldades e os aspectos positivos.

4.2 Estudo de caso 2

O segundo estudo de caso trata do desenvolvimento de produto inserido em projeto de grande porte dentro da montadora: um novo veículo. O fornecedor foi

convidado para desenvolver todo o projeto junto com a montadora, de forma que as informações das interfaces com outros componentes devem ser fornecidas pela montadora e o roteiro do sistema elétrico deve ser desenvolvido pelo fornecedor. Como o desenvolvimento colaborativo foi definido desde o início do projeto, o fornecedor também auxilia na solução de problemas de interfaces com outros componentes, porém a responsabilidade primeira é da montadora.

O cronograma do fornecedor, assim como no primeiro caso, deve atender ao cronograma da montadora, que tem duração prevista de 18 meses desde a entrada do fornecedor, a qual deve acontecer através de uma oficialização contratual, até a finalização do processo de validação do produto, entrega do PPAP e emissão do documento PSW. Esse é o período no qual é feito o acompanhamento do APQP e que é foco deste trabalho. O projeto dentro da montadora tem uma duração maior, pois começa antes da definição do fornecedor e termina após as atividades de processo do fornecedor.

Assim como no caso 1, foram analisados inicialmente os documentos que refletem as análises de APQP. Esse projeto ainda estava em desenvolvimento no período de campo, de forma que foram analisadas planilhas em estágio de definições de engenharia do projeto.

O fornecedor considera os prazos da montadora, para esse projeto, restritos, de forma que o acompanhamento do projeto é importante para gerenciar as dificuldades. Porém a análise dos documentos revela que desde a etapa inicial do projeto já é possível verificar atrasos, como mostra na Figura 4.

Nos documentos e em entrevistas com envolvidos no projeto dentro do fornecedor, foi possível constatar que o prazo da montadora entre congelamento de desenho e montagem de peças protótipos é significativamente curto para o fornecedor, tornando crítico o prazo das atividades internas do fornecedor (primeiro problema

Quadro 4. Problemas e aspectos positivos – caso 1.

Dificuldades encontradas	Aspectos positivos
1) Atraso na entrada oficial do fornecedor no projeto;	1) O fornecedor conseguiu compensar parte dos atrasos da montadora trabalhando antecipadamente.
2) Atraso nas definições de engenharia e no início de construção de ferramental;	
3) Falha nas ações de conclusão de um projeto – etapa 5 APQP;	
4) Falha no planejamento do prazo para desenvolvimento de nova tecnologia no fornecedor;	
5) Interferência de fatores externos às estratégias da montadora;	
6) Protótipos não refletem o produto final;	
7) Primeiras peças de produção não foram validadas;	
8) APQP substituindo referências de prazos do cronograma da montadora;	
9) Redução dos prazos de validação do produto e do processo dentro do fornecedor;	
10) Fornecedor começa a trabalhar antecipadamente, sem consentimento da montadora a assumindo riscos para poder atender prazos.	

Fonte: pesquisa de campo; elaboração dos autores.

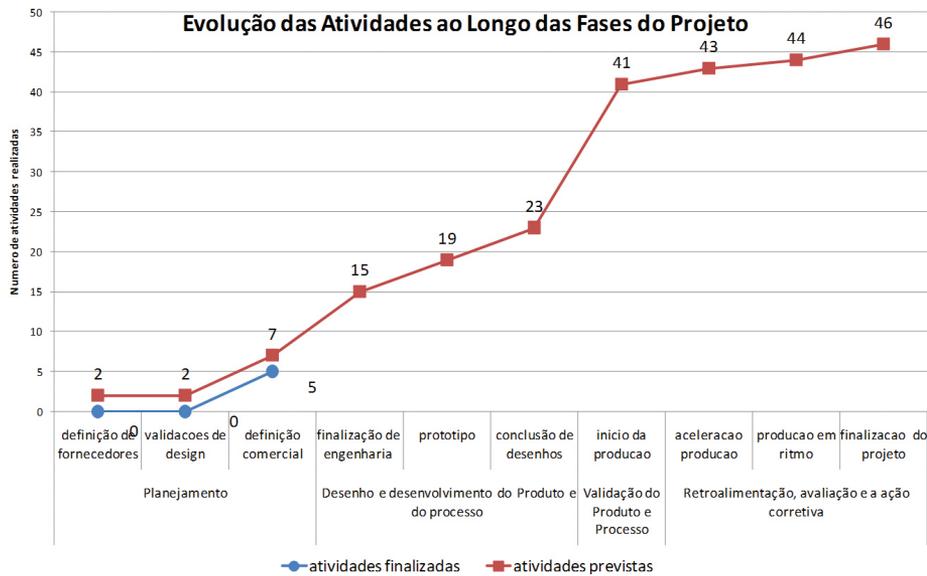


Figura 4. Caso 2: comparativo de evolução projetada e real do projeto. Fonte: pesquisa de campo; elaboração dos autores.

identificado – prazo para construção do protótipo inadequado para a necessidade do fornecedor). Isso foi corroborado na triangulação realizada com engenheiros de diversos setores da montadora.

Foi constatado atraso no pedido de compras e no congelamento do *design*, o que implica necessariamente em problemas para a construção do protótipo e, portanto, para as etapas subsequentes do projeto. A equipe de projeto do fornecedor demonstrou muita preocupação com a questão (segundo problema identificado – atraso nas definições comerciais e técnicas para construção do protótipo).

Como esse projeto ainda está em fase de engenharia e como o problema do projeto até o momento é o mesmo do projeto anterior (atrasos nas definições de engenharia), foi necessário aprofundar um pouco mais as questões que contribuíam para o surgimento dessas dificuldades.

Houve atrasos na definição das interfaces com outros produtos, pois faltaram definições de outros componentes que fazem a interface com o sistema elétrico. Sem essas interfaces definidas não é possível definir o sistema elétrico (terceiro problema identificado – atrasos em definições de interfaces prejudicando o produto em estudo).

Ocorreram dezenas de problemas de interface com outros componentes do veículo por causa do roteiro da fiação na fase de análises virtuais. Isso porque o sistema elétrico percorre longos trajetos dentro do veículo, estando sujeito a questões de temperatura, fixação, para evitar ruídos, segurança contra rompimentos, desvio de componentes, entre outras, o que faz com que a arquitetura ou roteiro, e não apenas a função do produto, também seja importante. Foram identificados já nos testes virtuais do projeto

dezenas de problemas que tiveram que ser resolvidos (primeiro aspecto positivo identificado – análises com testes virtuais direcionaram ações que poderão minimizar dificuldades posteriores). Devido ao grande número de problemas e às dificuldades de solucionar questões que envolvem outros componentes, houve atraso na definição de interfaces. Como as ações de engenharia são geridas dentro de um único “pacote”, enquanto definições de desenho não são concluídas as de ferramentais também não podem ser iniciadas, gerando atraso em todo o sistema, que se refletirá ao longo do projeto.

Em entrevistas com engenheiros responsáveis pelo projeto na montadora foi identificado que os testes virtuais não puderam refletir toda a realidade do produto, uma vez que nem todas as interfaces estavam definidas. Tais indefinições podem impactar em etapas futuras do projeto, pois os testes virtuais são importantes para a validação do produto. Sem refletir um produto na íntegra, as validações ficam prejudicadas (quarto problema identificado – testes virtuais não refletiram o produto a ser utilizado).

Outro problema identificado foi que o prazo fornecido pela montadora para a realização de todas as etapas anteriores à construção do protótipo é descrito pelo fornecedor como inviável. Dessa forma, também neste projeto, o fornecedor adiantou algumas atividades antes mesmo de ter definições comerciais formais, assumindo o risco de ter prejuízos. Sem essas iniciativas, o fornecedor declara que seria impossível atender a construção das peças da fase protótipo (quinto problema identificado – em função de prazos estreitos, o fornecedor adianta processos de aquisição e assume riscos de ter prejuízos).

Após a definição comercial e a consolidação de desenho, o fornecedor possui menos de seis meses para adquirir componentes, construir ferramentais, construir os protótipos, validar e encaminhar ao cliente. Ocorre que muitos dos componentes deste caso são importados e os ferramentais dependem dos componentes para serem construídos. Além disso, todo o sistema elétrico pode ter em torno de 300 componentes, complexificando a gestão. Por iniciativa própria, o fornecedor comprou alguns dos componentes previstos pela engenharia, para agilizar a construção de ferramentais antes mesmo de o desenho estar congelado (segundo aspecto positivo – forte interação com a engenharia, permitindo realização de atividades antecipadas). Quando das entrevistas, o desenho ainda não estava congelado e alguns dos componentes, que haviam sido comprados para adiantar a construção do protótipo, já haviam se tornado obsoletos devido às consecutivas mudanças na definição de interfaces com outros componentes. Mesmo o fornecedor tendo esses “prejuízos”, seu gerente de projetos declara que essa é a única maneira de se ter o produto disponível no prazo exigido pelo cliente.

Os desenhos relacionados às interfaces não foram congelados a tempo de definir o sistema elétrico para a fase do protótipo físico, posterior aos testes virtuais. Para concluir o *design* do sistema elétrico, os engenheiros fizeram levantamentos de características dos componentes de interfaces para poder sugerir definições no seu produto. Essas definições, embora possam ser consideradas eficientes para o funcionamento do produto, revelam uma fragilidade no sistema de engenharia, pois o desenho do protótipo possivelmente não irá refletir o produto final (sexto problema identificado – protótipos não refletem o produto final).

Como o protótipo será o instrumento de validação física do projeto, quando serão realizadas montagens no veículo, além de testes de validação e durabilidade, é possível que sem essas definições concretas apareçam dificuldades em etapas posteriores do projeto. O Quadro 5 resume dificuldades e aspectos positivos.

5 Conclusões

Analisando os casos com base na literatura – particularmente nos parâmetros de *performance* propostos por Clark e Fujimoto (1991) e Kerzner (1987) –, foi possível perceber que houve problemas nos dois projetos, principalmente relacionados a atrasos no cumprimento de prazos, ou como consequência de algum atraso.

É possível identificar que o fornecedor consegue trabalhar de maneira proativa, antecipando seu trabalho, muitas vezes sem ter dados “formais” do projeto, como acordos comerciais ou informações que formalmente devem ser fornecidas pela montadora para o fornecedor desenvolver seu trabalho. Esse trabalho de antecipação do fornecedor permite que parte dos atrasos seja compensada ao longo do projeto, mas isso representa custos adicionais; é possível que tais custos sejam, ao longo do tempo, incorporados nas propostas comerciais, onerando o custo total do veículo, mas tal tema foge do alcance do presente trabalho, sendo sugestão para futuras pesquisas.

É evidente que o relacionamento entre parceiros é importante para o desempenho (DYER, 1996), e que aqui lançamos luz a um tipo particular de relação. O trabalho simultâneo de antecipação e monitoramento do projeto reflete uma relação informal, não prevista nos manuais do APQP nem na literatura pertinente, que contorna e vai além das condições contratuais. O APQP, como documento que auxilia na definição de atividades e prazos, não é suficiente para estabelecer tal relação, mas certamente contribui para isso, pois fornece uma visão comum das necessidades e atividades do projeto, possibilitando que montadora e fornecedor alinhem-se ao longo do processo.

Porém foi possível observar que nem todas as deficiências puderam ser suprimidas e alguns problemas acabaram sendo carregados ao longo do processo, como protótipos que não refletem produto final e problemas de qualidade nas primeiras entregas, que podem ser decorrência dos diversos atrasos e das estratégias para lidar com eles. Nesses casos, apesar de o APQP não conseguir prevenir essas falhas, ele se torna veículo de registros do projeto que circula

Quadro 5. Problemas e aspectos positivos – caso 2

Dificuldades encontradas	Aspectos positivos
1) Prazo para construção do protótipo inadequado para a necessidade do fornecedor;	1) Análises com testes virtuais direcionaram ações que poderão minimizar dificuldades posteriores;
2) Atraso nas definições comerciais e técnicas para construção do protótipo;	
3) Atrasos em definições de interfaces prejudicando o produto em estudo;	
4) Testes virtuais não refletiram o produto a ser utilizado;	2) Forte interação entre engenharias permitindo realização antecipada de atividades.
5) Em função de prazos estreitos, o fornecedor adianta processos de aquisição e assume riscos de ter prejuízos;	
6) Protótipos físicos não refletem o produto final.	

Fonte: pesquisa de campo; elaboração dos autores.

entre todas as partes, permitindo alinhamento e esclarecimento dos problemas. Em entrevistas com profissionais dos fornecedores, essa foi apontada como uma vantagem do APQP, pois em momentos posteriores esses registros podem ser resgatados e a tratativa pode ser tornar mais consistente e mais fácil de ser trabalhada entre as empresas.

Para maior robustez das conclusões, questionamos outros cinco fornecedores, que trabalham com outras montadoras, se atrasos similares ocorrem: a resposta foi positiva. Gerente de projeto de um fornecedor, questionado, declarou: “parece que as montadoras combinaram, tenho três projetos nas mesmas condições nesse momento. Não estou conseguindo mais absorver prazos e estou sofrendo por isso”.

Isso sugere que as montadoras possuem uma visão que as leva para essa “estratégia de trabalho”, tornando esse cenário de atrasos razoavelmente previsto e relativamente comum. A data de lançamento de produto é mais importante do que a qualidade dele e a montadora, talvez por problema de capacidade, atrasa definições básicas de projeto, o que eleva custos e problemas de qualidade. Dessa forma, o APQP, além de veículo de alinhamento e de registros, acaba sendo também instrumento de defesa do fornecedor durante e até mesmo em situações posteriores ao projeto (responsabilização pelo produto), como declarado por alguns deles.

As recomendações que os estudos de caso nos autorizam a fazer, portanto, estão diretamente relacionadas ao cumprimento das disciplinas propostas na própria metodologia do APQP. As evidências deste trabalho sugerem que o processo de desenvolvimento proposto no APQP, se bem acompanhado, pode ser consistente e completo, abrangendo questões de prazos, qualidade e, consequentemente, custos. Porém, como qualquer metodologia, o APQP pode ser comprometido se conduzido de maneira inconsistente com a proposta. O presente trabalho, ao explicitar problemas no processo de gestão do desenvolvimento de produtos, possibilita que gestores de montadoras e fornecedores possam atuar para que o APQP seja instrumento que vá muito além do controle de prazos.

Retomando a questão colocada no início do texto, qual seja, identificar condições que favorecem a gestão do processo de desenvolvimento do produto realizada através da metodologia APQP, podemos inferir de nossa pesquisa que sucesso depende do objetivo e, principalmente, da prática relacionada ao APQP na montadora. Enquanto sistema estruturado e sequencial que envolve mais de um ator, o APQP se adéqua a projetos estruturados, formais, bem documentados, com mínimo de conflito entre montadora e fornecedor sobre especificações, prazos, custos e preços, critérios de validação. Isso porque seu objetivo declarado é acompanhar o planejamento e execução do processo de desenvolvimento e validação do produto e do processo

de produção. Para tanto, deve permitir e facilitar o fluxo de informação, bem como o contato direto entre os envolvidos no projeto. A pesquisa de campo mostrou que a sequência padrão de atividades nem sempre é cumprida pela montadora, particularmente no que diz respeito à finalização detalhada dos projetos (desenhos, especificações etc.), o que leva os fornecedores a se anteciparem, não sem riscos de custos extras e comprometimento da qualidade final do veículo. Aqui, o contato direto é ainda mais fundamental.

Nesse sentido, podemos considerar dois aspectos que favorecem a gestão do processo de desenvolvimento de produto via APQP. O primeiro, calcado nos objetivos declarados do APQP, seria a observância, pela montadora, da finalização de atividades nos respectivos prazos, particularmente da finalização das especificações da peça, parte ou subsistema a ser desenvolvido e produzido pelos fornecedores. O segundo, calcado no objetivo efetivamente desempenhado pelo APQP nos casos analisados, seria a interação estreita entre as engenharias da montadora e do(s) fornecedor(es). Isso envolve fundamentalmente atividades não formalmente previstas, como apoio de homens-hora do fornecedor para a finalização do projeto pela montadora ou o início do projeto da parte a ser fornecida antes do congelamento das especificações. Como visto, tais atividades realizadas pelos fornecedores visam não atrasar o cronograma, uma vez que o prazo para o lançamento de veículo é fator competitivo fundamental.

À primeira vista, parece óbvio que o ideal seria tudo ocorrer conforme o previsto: especificações congeladas dentro dos prazos, validações de produto e processo antes do início da produção comercial etc., o que não justificaria custos extras dos fornecedores. Outras pesquisas poderiam verificar, por exemplo, os custos totais incorridos em duas situações: a prevista, na qual a montadora congela as especificações no prazo – o que pode significar mais homens-horas internas de projeto, e a constatada, na qual os fornecedores começam a atuar sem o projeto final estar “congelado” pela montadora, incorrendo eventualmente em custos extras. A questão passaria a ser: qual situação leva a custo total menor, incluindo-se nos custos todos os retrabalhos e problemas de imagem da marca que venham a ocorrer mesmo após o lançamento comercial do veículo.

Referências

- AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP – AIAG. **Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan**. Reference Manual. 2nd ed. AIAG, July 2008.
- AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP – AIAG. **Production Part Approval Process (PPAP)**. 4th ed. AIAG, Mar 2006.

- BERTOLINI, V. **Os Fatores Críticos de Sucesso da Indústria de Autopeças no Brasil: Um Estudo Exploratório dos Níveis Hierárquicos da Cadeia dos Fornecedores da Indústria Automotiva**. 2004. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- BOBREK, M.; SOKOVIC, M. Implementation of APQP-concept in design of QMS. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 162-163, p. 718-724, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2005.02.225>
- CARVALHO, M. M.; RABECHINI JUNIOR, R. **Construindo competências para gerenciar projetos**. São Paulo: Atlas, 2005.
- CHRYSLER; FORD; GM. **Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan**. Reference Manual. 2nd ed. 2008.
- CHRYSLER; FORD; GM. **Production Part Approval Process (PPAP)**. 4th ed. 2006.
- CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- CORMICAN, K.; SULIVAN, D. Auditing best practice for effective product innovation management. **Technovation**, v. 24, p. 819-829, 2004. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972\(03\)00013-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972(03)00013-0)
- CUSUMANO, M. A.; TAKEISHI A. Supplier relations and management: a survey of Japanese-transplant, and US auto parts. **Strategic Management Journal**, v. 12, p. 563-588, 1991. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.4250120802>
- DIAS, A. V. C. **Produto mundial, engenharia brasileira: integração de subsidiárias no desenvolvimento de produtos globais no setor automotivo**. 2003. 303 f. Tese (Doutorado)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- DIAS, A. V. C.; SALERNO, M. S. Descentralização das atividades de pesquisa, desenvolvimento e engenharia de empresas transnacionais: uma investigação a partir da perspectiva de subsidiárias automotivas. **Gestão e Produção**, v. 16, n. 2, p. 187-199, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2009000200003>
- DONADA, C. Co-development partnerships: consequences for car suppliers. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 1, n. 2-3, p. 183-195, 2001. <http://dx.doi.org/10.1504/IJATM.2001.000034>
- DYER, J. H. Specialized Supplier Networks as a Source of Competitive Advantage: Evidence From the Auto Industry. **Strategic Management Journal**, v. 15, p. 271- 291, 1996. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199604\)17:4%3C271::AID-SMJ807%3E3.0.CO;2-Y](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199604)17:4%3C271::AID-SMJ807%3E3.0.CO;2-Y)
- EISENHARDT, K. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532, 1989.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE; PESQUISA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA – Pintec. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 14/02/2012
- ISI WEB OF KNOWLEDGE. Disponível em: <http://apps.isiknowledge.com/summary.do?qid=5&product=WOS&SID=2B%40DDCm6PdmdD9D4min&search_mode=GeneralSearch>. Acesso em: 30/11/2009
- KAMATH, R.; LIKER, J. A second look at the Japanese product development. **Harvard Business Review**, p. 157-170, Nov/Dec 1994.
- KERZNER, H. In search of excellence in project management. **Journal of Systems Management**, v. 38, n. 2, p. 30-39, 1987.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan/Apr 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132007000100015>
- PADOVANI, C. B. **O papel da governança na cadeia de suprimento automotiva nos fornecedores de primeiro e segundo nível**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- PINTO, J. K.; COVIN, J. G. Critical factors in project implementation: a comparison of construction and R&D projects. **Technovation**, v. 9, p. 49-62, 1989. [http://dx.doi.org/10.1016/0166-4972\(89\)90040-0](http://dx.doi.org/10.1016/0166-4972(89)90040-0)
- QUESADA, G. et al. OEM New Product Development Practices: The Case of the Automotive Industry. **Journal of Supply Chain Management**, v. 42, n. 3, p. 30-40, 2006. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-493X.2006.00015.x>
- RO, Y. K.; LIKER, J. K.; FIXSON, S. K. Evolving Models of Supplier Involvement in Design. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 55, n. 2, p. 359-377, 2008. <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.2008.919733>
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão do desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SALERNO, M. S. et al. The importance of locally commanded design for the consolidation of local supply chain: the concept of design headquarters. **International Journal of Manufacturing Technology and Management**, v. 16, n. 4, p. 361-376, 2009. <http://dx.doi.org/10.1504/IJMTM.2009.023753>
- SALERNO, M. S.; MARX, R.; ZILBOVICIUS, M. A nova configuração da cadeia de fornecimento da indústria automobilística no Brasil. **Revista de Administração da USP**, v. 38, n. 3, p. 192-204, 2003.
- VOSS, C. et al. Case Research in Operations Management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.
- WOMACK, J. et al. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- ZANCUL, E. S.; MARX, R.; METZKER, A. Organização do Trabalho no processo de desenvolvimento de produtos: a aplicação da engenharia simultânea em duas montadoras de veículos. **Gestão e Produção**, v. 13, p. 15-29, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2006000100003>