



OTIMIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UMA ANÁLISE DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA GESTÃO DE PROJETOS NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA

OPTIMIZATION OF PRODUCT DEVELOPMENT: AN ANALYSIS OF CONCURRENT ENGINEERING IN PROJECT MANAGEMENT IN THE AIRCRAFT INDUSTRY

WAGNER RICARDO MAGGIAN | wrmaggian2023@gmail.com

ARCIONE FERREIRA VIAGI | arcione.fviagi@unitau.br | Universidade de Taubaté /SP

FERNANDO SILVA DE ARAÚJO PORTO | fernando.porto@unitau.br | Universidade de Taubaté /SP

RESUMO

O Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) é um ponto importante na estratégia organizacional de enfrentamento à concorrência. Entender o ciclo de vida dos produtos, bem como o mercado em que se atua, e ter uma Gestão de Projetos eficiente pode ser o fator determinante na sobrevivência das organizações. O presente trabalho tem como objetivo geral entender a utilização da metodologia da Engenharia Simultânea integrada à Gestão de Projetos como forma de suportar as estratégias corporativas no enfrentamento à concorrência, com redução de ciclo de desenvolvimento de produtos, redução de custo do projeto e incremento da qualidade. Para isso, foi realizada análise das vantagens da implementação da metodologia por meio de revisão bibliográfica e entrevista qualitativa com profissionais de uma empresa do ramo aeronáutico para confirmar o entendimento, aplicação e benefícios. Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstram que a teoria estudada é a fundamentação para a realização das estratégias organizacionais, e por meio das entrevistas pôde-se confirmar a coincidência entre o conhecimento utilizado nas estratégias com a visão dos profissionais entrevistados. Porém, foram feitas ressalvas com relação à aplicação da metodologia, destacando a necessidade de análise e adequação para cada negócio.

Palavras-chave: Engenharia Simultânea. Engenharia Paralela. Gestão de Projetos. Desenvolvimento de Novos Produtos. Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos.

ABSTRACT

The Development of New Products (NPD) is an important aspect of an organization's strategy to navigate competition. Understanding the product life cycle, the market in which it operates, and maintaining efficient Project Management can be the determining factor in organizational survival. This study's general objective is to understand the application of the Concurrent Engineering methodology, integrated with Project Management, as a means to support corporate strategies in confronting competition, aiming for a reduction in the product development cycle, a decrease in project cost, and an improvement in quality. To achieve this, an analysis of the advantages of implementing the methodology was conducted through a bibliographic review and a qualitative interview with professionals from an aeronautical company to confirm their understanding, application, and perceived benefits. The results obtained in this research demonstrate that the studied theory provides the foundation for implementing organizational strategies. Furthermore, the interviews confirmed the alignment between the theoretical knowledge applied in these strategies and the perspectives of the interviewed professionals. However, reservations were made regarding the methodology's application, emphasizing the need for analysis and adaptation to each specific business context.

Keywords: Concurrent Engineering. Parallel Engineering. Project Management. New Product Development. New Product Development Process.

INTRODUÇÃO

A acentuada velocidade das transformações no mercado global, impulsionada pela incessante demanda por novos produtos e tecnologias, força as organizações a reavaliar suas estratégias de competitividade. Nesse cenário, a capacidade de introduzir produtos inovadores no mercado mais rapidamente que a concorrência, sem comprometer custos ou qualidade, torna-se um diferencial crítico para a sobrevivência organizacional. A vantagem competitiva, como apontam Narver e Slater (1990) e Kholi e Jaworski (1990), reside na orientação para o mercado, que fomenta uma cultura empresarial proativa na antecipação das necessidades e desejos dos clientes (Deshpandé et al., 1993).

A inovação e o sucesso na Gestão do Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) são vitais, pois a competência de uma empresa em lançar produtos com a tecnologia e características exigidas pelo consumidor, na velocidade correta, impacta diretamente sua competitividade (Faria et al., 2008). O Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos (PDNP) é um fator determinante, influenciando entre 70% e 90% do custo final do produto e definindo seu desempenho em qualidade e diversificação (Takahashi & Takahashi, 2007). Contudo, a Engenharia tradicional frequentemente se mostra inadequada para as exigências contemporâneas do PDNP, devido a sequências lineares e retrabalhos que alongam o ciclo de desenvolvimento (Koufteros et al., 2001).

Diante disso, a escolha de metodologias que integrem processos de forma simultânea é fundamental para reduzir incertezas e fortalecer a competitividade (Ettlie & Subramanian, 2004). Este trabalho justifica-se pela análise da integração da Engenharia Simultânea (ES) com a Gestão de Projetos (GP) no PDNP. A ES, definida pela DARPA em 1988 como uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo de produtos e processos, é reconhecida por erradicar ineficiências e maximizar capacidades organizacionais (Hartley, 1998). A integração dessas metodologias visa reduzir o ciclo e os custos de desenvolvimento, e incrementar a qualidade dos produtos, alinhando-se aos requisitos de mercado e ao conceito de Time to Market (TTM).

Este estudo tem como objetivo geral entender a utilização da metodologia da Engenharia Simultânea integrada à Gestão de Projetos como forma de atingir os objetivos das estratégias corporativas, sendo que os objetivos específicos para atingir o objetivo geral são:

- Pesquisar e compreender quais são as principais contribuições do desenvolvimento simultâneo de produtos para concretizar estratégia do negócio.
- Identificar as contribuições dos pesquisadores, relacionando a Gestão de Projetos com o conceito da Engenharia Simultânea.
- Entender qual o grau de complexidade da implementação da simultaneidade no processo de desenvolvimento de novos produtos.
- Entender como estas questões são levadas à prática nas empresas, com base em uma empresa do ramo aeroespacial.

A pesquisa aborda a questão de como a ES integrada à GP pode servir como um “guia” para o desenvolvimento simultâneo de novos produtos, evidenciando seus impactos e desafios práticos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Devido à abrangência do conceito de Engenharia Simultânea, esta pesquisa concentra-se especificamente na utilização da ES integrada à Gestão de Projetos no Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos (PDNP). O foco está na implementação e nas vantagens associadas à redução do ciclo de desenvolvimento, otimização de custos e melhoria da qualidade do produto.

A metodologia empregada é de natureza científica e aplicada, com uma abordagem qualitativa e objetivo exploratório. O procedimento de pesquisa incluiu uma revisão bibliográfica extensiva para fundamentar os conceitos estudados e entrevistas com profissionais de uma empresa do setor aeronáutico, buscando comparar o referencial teórico com a prática real da organização. Essa abordagem, conforme Coughlan e Coughlan (2002), é apropriada para descrever o desdobramento de ações ao longo do tempo em um grupo ou organização.

REFERENCIAL TEÓRICO

PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS (PDNP)

O Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) é uma atividade estratégica que converte oportunidades de mercado em produtos prontos para comercialização, sendo essencial para garantir a perenidade da empresa e sua vantagem competitiva (Ulrich & Eppinger, 2004; Wheelwright & Clark, 1992). Para que essas estratégias sejam eficazes, é indispensável um Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos (PDNP) estruturado (Kahn et al., 2006), que converta os requisitos de mercado e a estratégia em soluções viáveis por meio de projetos de engenharia (Pahl & Beitz, 1995).

O PDNP é um dos processos mais críticos para agregar valor às organizações, podendo influenciar até 90% do custo final do produto (Takahashi & Takahashi, 2007). Seu sucesso deve estar diretamente alinhado aos objetivos estratégicos da organização e é sustentado por três pilares fundamentais: a Integração Interfuncional (cooperação multidisciplinar), a Orientação Empreendedora (capacidade de prospectar inovações) e a Intensidade Competitiva (estímulo à inovação face ao mercado externo) (Kahn et al., 2006).

Em suma, o processo divide-se em três macrofases (Rozenfeld et al., 2006): a Fase Pré (planejamento e inteligência de mercado), a Fase de Desenvolvimento (projetos conceitual e detalhado, e preparação da produção) e a Fase Pós (acompanhamento e retirada do produto do mercado). A capacidade da organização de gerenciar eficientemente esse fluxo e converter desejos do mercado em inovações rentáveis é o que sustenta o seu sucesso e a sua margem competitiva (Clark & Fujimoto, 1991).

GESTÃO DE PROJETOS

Projetos são cruciais para a gestão estratégica das organizações, atuando como agentes de mudança. São esforços temporários, com objetivos concretos, que impulsionam a implementação de estratégias e inovações, gerando vantagens competitivas (Cleland, 1994). Sem projetos, as organizações não sobreviveriam diante da constante evolução tecnológica, ciclos de vida de produtos mais curtos e a dinâmica do mercado.

Um projeto possui uma tarefa definida, e os esforços de Gestão de Projetos (GP) visam o uso eficiente de recursos por meio de técnicas de planejamento, controle e monitoramento (Packendorff, 1995). A GP é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para cumprir seus requisitos (PMI, 2017). O Project Management Institute (PMI, 2017) define projeto como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. Essa singularidade, seja um produto tangível, um serviço ou uma capacidade, é a entrega que o projeto busca alcançar (PMI, 2007).

A gestão de projetos evoluiu, exigindo novas abordagens para lidar com a crescente complexidade (Kerzner, 2013). Em ambientes organizacionais, gestores precisam otimizar orçamentos e recursos escassos em meio a tecnologias que mudam rapidamente (PMI, 2017). Para Shenhar e Dvir (2007), a abordagem tradicional da GP começa com a definição do “escopo”.

Projetos impulsionam a transição de uma organização de um estado atual para um estado futuro, sendo muitas vezes classificados como gestão estratégica de projetos. Em contextos como o Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP), onde múltiplos projetos estratégicos podem ser implementados simultaneamente, é essencial que o gestor de portfólio compreenda a complexidade de cada um para priorizá-los e orquestrar sua execução (Pinto & Slevin, 1988). A premissa de que “um único tamanho serve para todos” (One size fits all) não se aplica; a gestão de projetos deve ser adaptativa. A literatura enfatiza a necessidade de diferenciar e classificar projetos para aplicar práticas adaptativas e definir critérios de sucesso específicos (Pinto & Slevin, 1988; Packendorff, 1995; Atkinson, 1999; Pich et al., 2002; Jaafari, 2003; Shenhar & Dvir, 2007).

O PRINCE2 (2011) propõe sete princípios para a gestão de projetos: Justificação de Negócio, Aprender com a Experiência, Papéis e Responsabilidades, Gerenciar por Estágios, Gerenciar por Exceção, Foco em Produtos e Adequar ao Ambiente do Projeto. Cada projeto deve ter uma justificativa clara, que deve ser mantida ao longo das fases, com revisões constantes para assegurar a “saúde” do projeto. Modelos de gestão de projetos mais flexíveis são necessários para que as organizações alcancem suas metas estratégicas, organizando e controlando atividades para entregas no prazo e dentro do custo planejado, podendo até mesmo alterar processos de negócio (Shenhar & Dvir, 2007).

ENGENHARIA SIMULTÂNEA

A Engenharia Simultânea (ES) é uma abordagem sistemática para o projeto simultâneo e integrado de produtos e processos relacionados, incluindo manufatura e suporte (Sprague et al., 1999). Seu objetivo é considerar todos os elementos do ciclo de vida do produto, desde a concepção até a disposição final, englobando qualidade, custo, prazos e requisitos do usuário (Winner, 1988). A ES busca uma integração e adaptação eficazes no processo de desenvolvimento de produtos, visando qualidade em menor tempo e custo (Branco, 1998).

No esforço por competitividade, as organizações buscam metodologias que otimizem o ciclo de Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP). O modelo tradicional de DNP tem se mostrado inviável em manufaturas de “classe mundial” devido a deficiências que resultam em aumento de lead time, atrasos, paralisações e defeitos (Debackere, 2016). A ES, ao promover a simultaneidade, garante o aproveitamento máximo do produto existente e acelera o desenvolvimento de novas tecnologias, reduzindo custos

operacionais e aumentando a qualidade (Clausing, 1994). Apesar da pressão crescente para acelerar o desenvolvimento de produtos, muitas razões para atrasos persistem nas empresas (Gupta & Wilemon, 1990). O Time to Market (TTM) é um componente vital do sucesso competitivo, sendo que estar fora do TTM é pior do que ter um custo superior em relação ao desempenho financeiro do ciclo de vida de um novo produto (Debackere, 2016).

ESTRUTURA DOS ELEMENTOS DA ES

A Engenharia Simultânea se baseia em cinco elementos principais para o sucesso de sua implementação (Millward & Lewis, 2005; Anderson, 2004; Trygg, 1992; Mintzberg & Quinn, 2001):

- **Comunicação:** É a base da ES. As informações devem fluir de forma contínua e precisa entre todas as partes envolvidas no projeto para garantir a “sintonia perfeita”. Uma infraestrutura de comunicação desequilibrada pode comprometer a colaboração e a eficácia das equipes (Dyer et al., 1993; Godfrey, 1993).
- **Cliente:** É o principal motivador do negócio. Clientes demandam inovação, qualidade excepcional e preços competitivos (Millward & Lewis, 2005). A ES permite reduzir o ciclo e os custos de desenvolvimento, possibilitando que novos produtos cheguem ao mercado mais rapidamente e com preços competitivos, atendendo ao TTM (Anderson, 2004). A inclusão de clientes na equipe de DNP pode contribuir na geração de ideias e requisitos, aumentando a certeza do sucesso do produto (O’Neal, 1993; Huda, 1992; Kalthoff, 1992).
- **Organização:** Determina a estrutura e o suporte para o desempenho das equipes de projeto. Uma gestão estruturada e padronizada é essencial para o sucesso na aplicação da ES, mantendo o time focado e provendo monitoramento das metas (Trygg, 1992; Rhodes & Smith, 1992).
- **Time de Projetos:** Deve ser multidisciplinar, coeso, com interação constante e alta maturidade para superar problemas (Yeh, 1992; Mintzberg & Quinn, 2001). Um time bem estruturado possui sinergia, identifica e resolve problemas antecipadamente ao longo do ciclo de vida do produto (Sharples, 1993).
- **Fornecedor:** É um player crucial para o sucesso da ES. A participação precoce dos fornecedores no projeto é recomendada (Hall, 1991), pois bons acordos e relacionamento sólido podem gerar vantagens importantes, incluindo conhecimento de processos e inovação em componentes.

IMPLEMENTAÇÃO NO SISTEMA DE AMBIENTE ORGANIZACIONAL

A implementação da Engenharia Simultânea representa um desafio significativo de mudança cultural dentro das organizações (Hartley, 1998). Embora possa parecer radical ou restrita a grandes empresas, a ES pode ser útil para projetos de diferentes portes. Essa modificação cultural exige uma reestruturação de mindset, orientação e direcionamento estratégico da alta direção (Pennel & Winner, 1989).

A fase inicial da implementação da ES envolve toda a força de trabalho, processos produtivos e tecnologia, com treinamentos intensivos para sensibilizar sobre suas implicações no DNP e PDNP (Pennel & Winner, 1989). O objetivo principal é melhorar o desempenho organizacional através da simultaneidade no PDNP, o que requer investimentos de longo prazo (Stalk & Hout, 1998). A implementação da ES implica em profundas mudanças organizacionais e culturais, criando grupos multidisciplinares que atuam em conjunto desde o início do fluxo de trabalho, tomando decisões relacionadas a produto, processo, custo e qualidade (Stalk & Hout, 1998; Carter & Baker, 1992). Não há um protocolo universal, e a forma de implementação varia entre as empresas (Carter & Baker, 1992).

Apesar de ser considerada vantajosa, a implementação da ES envolve uma diversidade de perspectivas e abordagens. A ES pode ser sintetizada por interações que incluem o delineamento de métodos simultâneos, nivelamento do conhecimento, inclusão do ciclo de vida do produto e preferências dos consumidores, e consideração de qualidade, custo e tempo no DNP (Chiusoli & Toledo, 2000). As variáveis para implementação incluem a elaboração de equipes de projeto, simultaneidade de atividades, envolvimento de clientes e fornecedores, e utilização de ferramentas de apoio.

A implementação da ES é vista como a criação de uma “força-tarefa” multidisciplinar para cada novo projeto, envolvendo engenheiros de projetos de produto e fabricação, pessoal de Marketing, compras, finanças e fornecedores principais (Hartley, 1998; Back & Ogliari, 2000). A formação de equipes é crucial, com membros comprometidos com o trabalho multifuncional, colaboração e aprendizado contínuo. O líder deve fornecer a base para a mudança, não apenas “ditar ordens” (Pennel & Winner, 1989).

As mudanças organizacionais e culturais necessárias para a ES são complexas e nem sempre aceitas facilmente (Back & Ogliari, 2000; Carter & Baker, 1992; Ulrich & Eppinger, 2004). Para uma implementação bem-sucedida, padrões devem ser seguidos (Shina, 1991), como:

- Apoio incondicional da Alta Administração: Essencial para qualquer nova metodologia que implique em alterações organizacionais.
- Criação de uma cultura favorável: A percepção comum da necessidade de mudança para permanecer competitivo, com a ES sendo uma opção comprovada.
- Atualização das políticas organizacionais: Modificação de políticas anteriores que possam ser obstáculos à mudança.
- Treinamento e qualificação: Capacitação dos membros da equipe com responsabilidade e autoridade para inovação e resolução de problemas.

Além disso, diretrizes de sucesso para a implementação da ES incluem: não realizar a simultaneidade até que a empresa esteja totalmente pronta; reconhecer a dificuldade da implementação; entender que a ES é uma metodologia que envolve mudança cultural em todos os níveis; não depender apenas de ferramentas sem uma cultura de engenharia forte; e ter executivos com forte compromisso para garantir benefícios mensuráveis (Syam & Menon, 1994). A participação da Alta Administração como sponsor é fundamental para o sucesso da implementação da Engenharia Simultânea.

VANTAGENS DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA (ES)

A Engenharia Simultânea (ES) oferece diversas vantagens no processo de desenvolvimento de produtos. Uma das principais é o foco no planejamento inicial do produto, permitindo que a maioria das alterações seja feita nas fases de projeto, antes dos estágios de protótipo e manufatura, o que reduz custos e retrabalhos (Hartley, 1998; Perotti et al., 2015). A qualidade é incorporada desde o início do projeto, eliminando problemas em fases críticas.

A ES também otimiza o Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos (PDNP) ao sobrepor etapas de desenvolvimento, diminuindo riscos de atrasos (Rhodes & Smith, 1992). A comunicação intensiva e em “tempo real” entre a equipe do projeto é um fator chave, permitindo que todos antecipem suas visões sobre manufatura, processos de qualidade, tempos de produção e custos (Hartley, 1998).

Outra vantagem é a formação de uma equipe de projeto dedicada e permanente, que acompanha todo o ciclo de desenvolvimento. Isso evita a “diluição de prioridades” comum em estruturas de matriz fraca, onde profissionais trabalham em múltiplos projetos simultaneamente (Hartley, 1998). A ES, como técnica de aprimoramento, otimiza a produtividade e reduz o ciclo do PDNP, sendo uma estratégia de negócios de médio e longo prazo que gera inúmeros benefícios (Jain & Agarwal, 2009). Empresas que adotam a ES conseguem introduzir uma variedade de produtos superiores no mercado mais rapidamente que a concorrência, garantindo sua sobrevivência em um ambiente global competitivo (Clark & Wheelwright, 1992).

A ES promove a cultura da otimização em toda a organização, incentivando a simultaneidade e a otimização processual, resultando em redução de ciclo, custos e melhoria da qualidade. Atua como estratégia de combate à competitividade, auxiliando na decisão de quando atualizar ou introduzir um novo produto, minimizando lacunas no mercado. Além disso, a ES permite um melhor controle dos custos do PDNP, pois as mudanças ocorrem na fase correta, evitando problemas caros na produção, como paradas e retrabalhos.

INTEGRAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA COM A GESTÃO DE PROJETOS

A integração da ES com a Gestão de Projetos é crucial para o sucesso de produtos em ambientes de rápida evolução tecnológica e de mercado, visando reduzir tempo e custos (Eisenhardt & Tabrizi, 1995). Para que a transição ocorra, as empresas devem estabelecer diretrizes claras de gerenciamento que considerem três níveis estratégicos: paralelismo, padronização e integração dos processos, eliminando atividades redundantes e superando colisões de interface (Kusar et al., 2008; Bullinger & Warschat, 2012). Nesse cenário, a ES atua como um “braço” operacional essencial da Gestão de Projetos, mostrando-se mais eficiente que os métodos de design e desenvolvimento sequenciais tradicionais (Hartley, 1998).

A base sólida para o funcionamento dessa integração é a formação de equipes multidisciplinares (Clark & Wheelwright, 1992). Integrantes provenientes de diferentes departamentos interagem ativamente em todas as fases de criação, o que fomenta a identificação precoce de problemas de manufatura e custos. Contudo, o sucesso dessas equipes depende vitalmente de uma comunicação robusta e habilidades interpessoais, já que a ineficácia na troca de informações é apontada como a causa mais frequente de falhas em projetos (Prasad, 1998; PMI, 2017).

Neste ponto de convergência, as melhores práticas do Project Management Institute (PMI) – de maneira especial, a Gestão da Integração – atuam como alicerces de controle, garantindo o alinhamento das entregas e a tomada de decisões ágeis (PMI, 2017). Embora a implementação exija profundo engajamento cultural, reestruturação organizacional e apoio incondicional da alta administração (Stalk & Hout, 1998), ela atua como uma forte estratégia defensiva. Integradas, as metodologias minimizam desperdícios processuais, introduzem inovações e garantem um produto final diferenciado e de maior qualidade para o cliente (Sobolewski, 2015; Oliveira, 2003).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa. Os objetivos relacionados à compreensão da Engenharia Simultânea e sua integração à Gestão de Projetos foram cumpridos por meio da pesquisa bibliográfica. Conforme demonstrado no referencial teórico, a ES oferece contribuições vitais ao otimizar o ciclo de vida do produto e reduzir custos por meio do paralelismo e da padronização de processos. A essência dessa metodologia é a mudança cultural que integra a organização, fornecedores e clientes em um fluxo de trabalho unificado, mitigando redundâncias e falhas de comunicação.

Embora os benefícios estratégicos sejam evidentes – como garantir a aderência ao *Time to Market* (TTM) e aumentar a flexibilidade organizacional para lançamentos mais assertivos –, a implementação da simultaneidade é complexa. Ela exige forte direcionamento estratégico da alta direção e a formação de equipes multidisciplinares altamente maduras para lidar com as incertezas operacionais inerentes ao trabalho sobreposto e paralelo.

Para contrapor esses fundamentos teóricos com a prática empresarial (objetivo 4), foram realizadas entrevistas qualitativas estruturadas no formato de “debate aberto” com quatro profissionais da Embraer S.A.: Gerente de Inteligência de Mercado (IM1), Gerente de Estratégia do Produto (EP1), Gerente de Programas de Desenvolvimento de Novos Produtos (PG1) e Diretor de Programas de Operações (PG2).

PRÁTICA DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA EM UMA EMPRESA AEROESPACIAL

Para analisar os resultados do Referencial Teórico, estudamos o processo de Desenvolvimento de Novos Produtos da Aviação Executiva na Embraer S.A., adaptado do modelo de Rozenfeld et al. (2006). A aplicação da simultaneidade, foco deste trabalho, ocorre na fase de Desenvolvimento de Produtos (da Definição Inicial à Entrada em Serviço). Para compreender o impacto total no PDNP, a pesquisa ampliou o escopo desde a fase de Análise de Mercado até a Operação, afetando áreas anteriores e posteriores ao desenvolvimento do produto.

O processo de PDNP da Embraer S.A. alinha-se ao modelo de Rozenfeld et al. (2006), começando pela Análise de Mercado para investigar concorrentes e tendências. Segue para os Estudos Conceituais, onde informações são transformadas em requisitos de produto para a fase de Desenvolvimento do Produto. Esta fase se subdivide em Definição Inicial (estudos de viabilidade), Definição Conjunta (alinhamento da equipe), Detalhamento (desenvolvimento de engenharia) e Verificação (protótipos, ensaios e aprovação para manufatura). As fases de Pré-Operação e Entrada em Serviço preparam o produto para a operação.

ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

As entrevistas revelaram a perspectiva de profissionais da Embraer sobre o mercado, a estratégia de produtos e o DNP.

- Mercado e Concorrência (IM1 e PG2): Ambos concordam que o mercado da Aviação Executiva é altamente competitivo, com poucas empresas e tecnologias de ciclo longo. Ressaltam a influência da oferta de produtos “seminovos” pós-crise de 2008 e a necessidade de alto investimento, know-how em engenharia e infraestrutura industrial. A percepção do jato executivo está se tornando mais racional, impulsionando as vendas. As características do mercado incluem alta competitividade, necessidade de acompanhamento constante, alto investimento, conhecimento específico e velocidade de desenvolvimento como principal impulsionador. Essas percepções se alinham com a literatura sobre a importância de entender e responder aos estímulos do mercado.
- Estratégia de Produtos (EP1): EP1 descreve a estratégia de produto da aviação executiva em três fases: 1) “ouvir” o cliente e o mercado (com dados da força de vendas, engenharia de vendas, suporte ao cliente, feedback de pilotos, inteligência de mercado e engenharia de configuração); 2) análise e priorização das demandas (armazenadas em um “ideas parking lot”); e 3) recomendação estratégica (com participação no Comitê do Projeto). A abordagem está em consonância com a definição de estratégia de produto do Referencial Teórico.
- Desenvolvimento de Novos Produtos (PG1): PG1 enfatiza a importância do DNP para a Embraer, citando o sucesso de modelos anteriores. Destaca que, devido ao alto custo de ensaios e protótipos, no mercado da aviação executiva “não é permitido errar”, exigindo que o Desenvolvimento Integrado de Produto (DIP) prototipe o produto já na configuração final. Essa precisão garante a aceitação e a ampliação da fatia de mercado. A visão de PG1 sobre o DNP alinha-se com a literatura sobre a estratégia organizacional para enfrentar a concorrência e garantir a perenidade do negócio.
- Vanguarda Tecnológica e Competição (IM1, EP1, PG1 e PG2): Todos os entrevistados destacam a alta concorrência e as exigências do mercado aeroespacial. Embora a vanguarda tecnológica seja crucial, nem sempre é a única estratégia vencedora, pois o mercado também valoriza rapidez, exclusividade, performance, conforto e a experiência do cliente. Estar à frente da concorrência significa focar na perspectiva do cliente,

lançando produtos inovadores e oferecendo excelência em suporte. A capacidade de integração e gestão de portfólio da Embraer tem sido assertiva, minimizando riscos de perda de mercado.

- Apoio à Redução de Fases de DNP (IM1, EP1, PG1 e PG2): Os entrevistados apoiam metodologias de redução do ciclo do PDNP, considerando fundamental entender o mercado e o TTM para maximizar o uso do produto existente e postergar o desenvolvimento de novos produtos complexos. PG1 e EP1 enfatizam a importância de um planejamento robusto para o sucesso e o desenvolvimento dentro do TTM. Contudo, IM1 e PG2 alertam que, apesar dos benefícios, metodologias inovadoras devem ser analisadas com cautela, pois o PDNP aeronáutico segue regras rígidas de certificação e segurança, impedindo a redução ou paralelização de certas fases. Apesar desse contraponto, a redução de ciclos é aceita como parte da estratégia corporativa para agilizar lançamentos e manter a competitividade.

RESULTADOS DAS ENTREVISTAS E O REFERENCIAL TEÓRICO

A análise conjunta dos resultados da entrevista com os profissionais da Embraer S.A. e o Referencial Teórico demonstra que:

- Uma metodologia de gestão que reduza o ciclo de desenvolvimento e os custos do PDNP é vital para empresas em mercados altamente competitivos, prevenindo a perda de market share e riscos ao negócio.
- Estar à frente da concorrência exige um processo que atenda às demandas do mercado, sendo a velocidade de inserção de produtos (TTM) uma estratégia fundamental para superar a concorrência.

A Engenharia Simultânea (ES) propõe a simultaneidade no PDNP para reduzir ciclo e custo, baseando-se em equipes capacitadas, processos padronizados, paralelismo e integração de atividades, e uma necessária mudança cultural organizacional. Essa abordagem otimiza o uso do produto existente e permite postergar o início de novos desenvolvimentos sem comprometer o TTM. O sucesso da ES depende do apoio da alta administração, que deve integrá-la à estratégia organizacional, transformando o PDNP em um diferencial competitivo.

A opinião dos profissionais entrevistados converge com as informações do Referencial Teórico. A metodologia da Engenharia Simultânea, integrada à Gestão de Projetos, pode fornecer à organização ferramentas eficazes para enfrentar a concorrência e orientar os gestores, provendo maior segurança na tomada de decisões no DNP e garantindo a perenidade do negócio no mercado.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa proporcionou um entendimento aprofundado da Engenharia Simultânea (ES) integrada à Gestão de Projetos como uma metodologia para o Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos (PDNP), visando enfrentar a concorrência e garantir a perenidade empresarial. O estudo do Referencial Teórico destacou que identificar o “ponto exato” de introdução de um novo produto no mercado é um dos desafios mais críticos para as estratégias da empresa.

A ES é uma metodologia eficaz para aumentar a eficiência do PDNP, reduzindo o tempo de desenvolvimento e, conseqüentemente, os custos do projeto. A união da ES com a Gestão de Projetos permite diagnosticar ineficiências processuais, maximizar as capacidades organizacionais e promover maior dinamismo, produtividade e interatividade em todas as fases do projeto.

A pesquisa também comparou esses conceitos com a prática, por meio de entrevistas com profissionais da Embraer S.A. Os entrevistados concordam que a implementação de metodologias para reduzir o ciclo do PDNP é necessária para a estratégia da empresa em um mercado competitivo. Eles veem a Engenharia Simultânea integrada à Gestão de Projetos como uma solução viável para essa redução, mas alertam que novas metodologias podem precisar de adaptações para sua implementação.

Em suma, estes estudos demonstram que a ES, integrada à Gestão de Projetos, é uma metodologia que contribui efetivamente para a competitividade das empresas no mercado.

REFERÊNCIAS

- Anderson, D. M. (2004). Design for manufacturability & concurrent engineering: How to design for low cost, design in high quality, design for lean manufacture, and design quickly for fast production. Cambria, CA: CIM Press.
- Atkinson, R. (1999). Project management: Cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, it is time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, 17(6).
- Back, N., & Ogliari, A. (2000). Desenvolvimento do produto: Engenharia simultânea. Florianópolis, SC: UFSC – Departamento de Engenharia Mecânica.
- Branco, M. S. A. (1998). Sistemática para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos num ambiente de engenharia simultânea [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina].
- Bullinger, H. J., & Warschat, J. (2012). Concurrent simultaneous engineering systems: The way to successful product development. London: Springer-Verlag.
- Carter, D. E., & Baker, B. S. (1992). Concurrent engineering: The product development environment for the 1990's. Menlo Park, CA: Addison-Wesley.
- Chiusoli, R., & Toledo, J. (2000). Engenharia simultânea: Um estudo de casos na indústria brasileira de autopeças. In *Anais do II Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produtos*, São Carlos.
- Clark, K. B., & Fujimoto, T. (1991). Product development performance. Boston: Harvard Business School Press.
- Clark, K. B., & Wheelwright, S. C. (1992). Organizing and leading "heavyweight" development teams. *California Management Review*, 34(3), 9–28.
- Clausing, D. (1994). Total quality development: A step-by-step guide to world-class concurrent engineering. New York: ASME Press.
- Cleland, D. I. (1994). Project management: Strategic design and implementation (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220-240.
- Debackere, K. (2016). Concurrent engineering. Retrieved October 8, 2022, from <http://www.referenceforbusiness.com/management/Comp-De/Concurrent-Engineering.html>
- Deshpandé, R., Farley, J. U., & Webster, F. E., Jr. (1993). Corporate culture, customer orientation, and innovativeness in Japanese firms: A Quadra analysis. *Journal of Marketing*, 57(1), 23-37.
- Dyer, W. G., Kraly, T., Luppino, F., & Waldron, R. (1993). Integrating an enterprise's engineering process. *Information and Software Technology*, 35, 355-363.
- Eisenhardt, K. M., & Tabrizi, B. N. (1995). Accelerating adaptive processes: Product innovation in the global computer industry. *Administrative Science Quarterly*, 40(1), 84-110.
- Ettlie, J. E., & Subramanian, M. (2004). Changing strategies and tactics for new-product development. *Journal of Product Innovation Management*, 21(2), 95-109.
- Faria, S., Lima, S., & Coelho, L. (2008). Inovação e desenvolvimento de novos produtos: uma revisão de literatura. In *Anais do XV Simpósio de Engenharia de Produção*. Bauru: UNESP.
- Godfrey, D. (1993). Incorporating value analysis through a Concurrent Engineering program. *Production*, 9, 44-47.

- Gupta, A. K., & Wilemon, D. L. (1990). Accelerating the development of technology based new products. *California Management Review*, 32(2), 24-44.
- Hall, D. (1991). Concurrent Engineering: Defining terms and techniques. *IEEE Spectrum*, 28(7), 24-25.
- Hartley, J. R. (1998). Engenharia simultânea. Bookman.
- Huda, G. J. (1992). Concurrent Engineering: What are the risks and benefits? In *Proceedings of the Technical program. NEPCON west '92* (pp. 362-372). Anaheim, CA, USA.
- Jaafari, A. (2003). Project Management in the age of complexity and change. *Project Management Journal*, 34(4), 47-57.
- Jain, K., & Agarwal, L. (2009). *Production Planning Control and Industrial Management*. Khanna Publishers.
- Kahn, K. B., Barczak, G., & Moss, R. (2006). Establishing an NPD Best Practices Framework. *Journal of Product Innovation Management*, 23(2), 106-116.
- Kalthoff, R. J. (1992). The role of electronic imaging in Concurrent Engineering. *IMC Journal*, 28(4), 13-15.
- Kerzner, H. (2013). *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards*. International Institute for Learning Inc.
- Kholi, A., & Jaworski, B. (1990). Market Orientation: The construct, research propositions and managerial implications. *Journal of Marketing*, 54(2), 1-18.
- Koufteros, X., Vonderembse, M., & Doll, W. (2001). Concurrent engineering and its consequences. *Journal of Operations Management*, 19(1), 97-115.
- Kusar, J., Bradessuko, L., Duhovnik, J., & Starbek, M. (2008). Project Management of Product Development. *Journal of Mechanical Engineering*, 54(10), 588-606.
- Millward, H., & Lewis, A. (2005). Barriers to successful new product development within small manufacturing companies. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 12(3), 379-394.
- Mintzberg, H., & Quinn, J. B. (2001). *O processo da estratégia* (3rd ed.). Bookman.
- Narver, J.C., & Slater, S.F. (1990). The effect of market orientation on business profitability. *Journal of Marketing*, 54(4), 20-35.
- O'Neal, C. (1993). Concurrent Engineering with early supplier involvement: A cross-functional challenge. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 29(2), 2-9.
- Oliveira, O. J. (2003). *Gestão da Qualidade – Tópicos Avançados*. Cengage Learning Editores.
- Packendorff, J. (1995). Inquiring into the temporary organization: New directions for Project management research. *Scandinavian Journal of Management*, 11(4), 319-333.
- Pahl, G., & Beitz, W. (1995). *Engineering Design a Systematic Approach* (8 editions). Springer.
- Pennel, J. P., & Winner, R. I. (1989). Concurrent Engineering: Practices & Prospects. In *IEEE Global Telecommunications Conference and Exhibition* (pp. 647-655).
- Perotti, P. (2015). Aplicabilidade da Engenharia Simultânea na Indústria da Construção Civil. In *Anais do V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO*.
- Pich, M. T., Loch, C., & Meyer, A. E. (2002). On uncertainty, ambiguity, and complexity in project management. *Management Science*, 48(8), 1008-1023.

- Project Management Institute. (2017). Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK).
- Prasad, B. (1998). Decentralized cooperation: A distributed approach to team design in a concurrent engineering organization. *Team Performance Management: An International Journal*, 4(4), 138–165.
- PRINCE2. (2011). Gerenciando Projetos de Sucesso com PRINCE2. OGC.
- Rhodes, D. H., & Smith, C. A. (1992). Practical Applications of Concurrent Engineering for Systems Integration. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39(4), 297-306.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., Amaral, D. C., Toledo, J. C., Silva, S. L., Alliprandini, D. H., & Scalice, R. K. (2006). Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para melhoria de processo. Saraiva.
- Sharples, S. (1993). Concurrent engineering – why do it at all? In *IEE Colloquium on Concurrent Engineering* (pp. 4-11). London, UK.
- Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2007). Reinventing project management: The diamond approach to successful growth and innovation. Harvard Business Press.
- Shina, S. G. (1991). Concurrent Engineering and Design for Manufacture of Electronic Products. Van Nostrand Reinhold.
- Sobolewski, M. (2015). Technology Foundations. In J. Stjepandić et al (Eds.), *Concurrent Engineering in the 21st Century* (pp. 67-99). Springer International Publishing.
- Sprague, R. A., Singh, K. J., & Wood, R. T. (1999). Concurrent engineering in product development. *IEEE Design & Test of Computers*, 8(1), 6-13.
- Stalk, J., & Hout, T. M. (1998). Few words about concurrent engineering. Retrieved May 28, 2022, from www.johnstark.com/fwce.html
- Syan, C. S., & Menon, U. (1994). Concurrent engineering: concepts, implementation, and practice. In *Concurrent engineering: concepts, implementation, and practice* (Chap. 1, pp. 3-23). London, England: Chapman & Hall.
- Takahashi, S., & Takahashi, V. P. (2007). Gestão de inovação de produtos: Estratégia, processo, organização e conhecimento. Campus.
- Trygg, L. (1992). Simultaneous Engineering: A movement or an activity of the few? In *Proceedings of the International Product Development Management Conference on New Approaches to Development & Engineering* (pp. 18-19). Brussels.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2004). *Product design and development* (3rd ed.). New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.
- Wheelwright, S. C., & Clark, K. B. (1992). Revolutionizing product development. New York, NY: The Free Press.
- Winner, R. I. (1988). The role of concurrent engineering in weapons system acquisition. Institute for Defense Analyses.
- Yeh, R. T. (1992). Notes on Concurrent Engineering. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 4(5), 407-408.

