

Estudo de caso - conceitos de gestão lean no processo de inovação em pequena empresa industrial brasileira.

Alvair Silveira Torres Junior, professor doutor, Universidade de São Paulo, FEA-USP, alvair@usp.br, Brasil

Sergio Stumpf, Engenheiro especialista em Lean manufacturing, SENAI-PR, sergio@maxlife.com.br, Brasil

Abstract

This study aimed to evaluate, in the particular case about small electric battery industry in Paraná, such as the concepts of lean management, also known as lean thinking, were associated with the process of ongoing innovation by the year 2012, on the occasion of company's participation in the program to support research in small business (Pappe), established and coordinated by the Consortium FIEP / FINEP / SEBRAE. The research was a simple case study showing how a small entrepreneur, practitioner of lean production system, overstepped his experience in lean approach to planning and implementing the project, enabling the development of new battery on a small scale and strategy of gradual growth in the market. Besides the practical result, the conclusion discusses the alternative alignment programs fostering innovation with alternative forms of lean management in short cycles of PDCA in the planning and implementation of projects.

Resumo

Esse estudo busca avaliar, no caso particular de uma pequena indústria de baterias elétricas no Paraná, como os conceitos do gerenciamento lean, também conhecido por *lean thinking*/pensamento enxuto, foram associados ao processo de inovação em curso no ano de 2012, por ocasião da participação da empresa no programa de apoio à pesquisa na pequena empresa (Pappe), instituído e coordenado pelo Consórcio FIEP/FINEP/SEBRAE. Foi realizado estudo de caso simples revelando como um pequeno empreendedor, praticante do sistema de produção enxuta, extrapolou sua experiência na abordagem lean para o planejamento e implementação do projeto, viabilizando o desenvolvimento da nova bateria em pequena escala e estratégia de crescimento gradual no mercado. Além do resultado prático, a conclusão discute a alternativa de alinhamento dos programas de fomento à inovação com as formas alternativas de gestão *lean* em ciclos curtos de PDCA no planejamento e implantação dos projetos.

1. Introdução e objetivos

Nas últimas décadas a utilização de conceitos de produção enxuta tem sido uma prática nas empresas de manufatura globais. (Womack e Jones, 1996; Womack *et al* ,1990).

Segundo Shah e Ward, (2002), produção enxuta (*lean*) possui um caráter multi-dimensional que engloba uma grande variedade de práticas de gestão, como: *Just-in-Time* (JIT), sistema de qualidade, trabalho em equipe, manufatura celular e gestão de fornecedores.

O foco da presente pesquisa é a utilização destas práticas gerenciais no processo de gestão da inovação aplicado à realidade de uma pequena empresa de baterias no interior do Paraná. A inovação tem sido cada vez mais um meio de diferenciação. Aumentar a habilidade de inovar na empresa – local, regional e globalmente – denota capacidade de gerar riqueza (NEELY e HII, 1998). Nesse sentido, embora muitos fatores atuem como

barreiras nesse processo, outros impulsionam a inovação, tais como a capacidade de rapidamente tornar os novos produtos e processos disponíveis no mercado, demandando maior alinhamento com a cadeia produtiva e de suprimentos. Inovar em produto pode induzir a inovar em processo e vice-versa. Essa inovação em processo não está relacionada somente ao processo produtivo, mas também, principalmente aos processos de gestão da inovação, relacionados à organização, conhecimento, planejamento e controle de todas as etapas e participantes envolvidos.

Nas últimas três décadas, segundo Kennedy (2003), o processo de desenvolvimento de produtos tem mudado radicalmente, adicionado de grande complexidade como: CAD/CAM, Seis Sigma, produtividade, FMEA, práticas diversas de gestão de projetos e grande número de indicadores, trazendo com isso complicações para a inovação em pequena e médias empresas. Afinal, todos esses novos processos trazem muita complexidade a gestão de novos produtos, tanto na pequena, quanto na grande empresa, com obstáculos na gestão de recursos, comunicação, processos e pessoas. No modelo de gestão lean, segundo a literatura, seus princípios são mais simples e quando aplicados ao gerenciamento de produtos tem sido divulgados como possuidores de mais agilidade nas transações e interfaces.

Entretanto, tal sucesso na aplicação do modelo lean na gestão do desenvolvimento reporta-se à realidade de produtos complexos em grandes corporações, como é o caso do automóvel. Como se daria essa aplicação sobre produtos simples em um ambiente de pequena empresa. É o caso da indústria de baterias com tecnologia de chumbo-ácido, com dinâmica de negócio distinta das grandes corporações.

A pequena empresa de baterias pela natureza de seu mercado caracteriza-se por ser uma empresa de produtos simples. Os produtos simples, segundo definição de Clark e Fujimoto (1991), são produtos que tem baixa interação com o consumidor, como por exemplo, produtos embalados prontos para uso, tais como alimentos, roupas, calçados, e, em nosso caso, as baterias elétricas como fonte de energia acumulada. Antes de ser um aspecto que facilite a inovação, o fato é que a baixa possibilidade de alternativas e suas margens de contribuição menores exigem que na gestão da inovação dos produtos simples, haja uma passagem da inovação para a industrialização da forma mais rápida e curta possível.

No caso brasileiro tal estudo mostra-se mais ainda relevante na medida em que a indústria nacional enfrenta forte concorrência de produtos chineses objeto de suspeitas de dumping social, com a utilização de mão-de-obra de baixíssimo custo e sem garantias sociais. Seria a utilização do modelo de gestão lean uma resposta a este desafio competitivo? Por outro lado, estaria este modelo adaptado à realidade produtos simples representado aqui pela bateria elétrica?

O presente trabalho visa responder tais indagações, na medida em que o ambiente de produto simples no qual a maioria dos produtos tem ciclos curtos de desenvolvimento a execução eficiente do processo de inovação e industrialização são fundamentais para o sucesso do produto em termos de qualidade, custo e prazo. Diferente dos produtos mais complexos em grandes empresas, que podem passar por melhorias de projeto e produção ao longo do desenvolvimento e da sua vida, os produtos simples em pequenas empresas tem restritas oportunidade em ciclos curtos de desenvolvimento objetivando a rápida industrialização.

O objetivo desse estudo é entender como os conceitos *lean* utilizados no ambiente de produção e processo de inovação no desenvolvimento de produtos, originalmente implementados em empresas automobilísticas, se relaciona á inovação e desenvolvimento de produtos simples em uma pequena empresa de baterias elétricas de chumbo-ácido.

1.1. Conceitos de gerenciamento lean

Trabalhos mais recentes reconhecem o modelo de produção enxuta (lean) como um modelo mais amplo, organizacional ou de negócio, com vínculos em toda a estrutura organizacional, incluindo P&D.

Liker (2004) enfatiza 14 princípios por ele organizados sobre o modo Toyota de gerenciar, dentre os quais, quatro indiretamente se relacionam às estratégias de decisão na empresa: prioridade na tomada de decisões de longo prazo, baseado em valores para a empresa, clientes e sociedade; a tarefa básica do gestor em obter dados da realidade indo ao local e vendo com seus próprios olhos a situação; tomar decisões sem pressa e por consenso, considerando todas as opiniões, dentro de um processo de discussão chamado de *nemawashi* para, depois, implementar a decisão rapidamente; e, o quarto princípio, o aprendizado constante através da reflexão sobre os fatos e sua aplicação na resolução de problemas e melhoria constante.

Fujimoto (1999, p.69-70), ao analisar a evolução do sistema de manufatura na Toyota, interpreta-a através da formação de peculiares capacidades organizacionais em três níveis: rotinas de manufatura, rotinas de aprendizado e aprendizado evolucionário.

Dennis (2002; 2007), um ex-executivo da Toyota no Canadá, descreve a forma como a Toyota planeja e desdobra seus valores para os demais níveis da organização. Embora desdobramento de estratégias seja algo difundido no ocidente através de práticas como o *Balanced Scorecard*, Dennis identifica no processo de planejamento estratégico da Toyota conhecido como *hoshin kanri* – gerenciamento ou desdobramento da política – a peculiaridade dele estar centrado em como utilizar as pessoas de toda a organização na seleção do que fazer para atingir a missão, privilegiando discussões que antecedem a definição da coisa certa a fazer, através da condução de um processo de perguntas às pessoas sobre o que impede a organização de atingir seus valores e objetivos de negócio. Registram-se as ações planejadas em todos os níveis hierárquicos em um formulário padrão de tamanho A3 e que condensa todo o pensamento e controle das ações.

Por outro lado, Taiichi Ohno, engenheiro chefe da Toyota que participou ativamente no desenvolvimento deste modelo, nos revela os alicerces operacionais e rotineiros do modelo. Ohno identifica ao lado do *Just-in-time* o conceito de *autonomia*, automação com toque humano, como um dos pilares do sistema. O autor adverte para a diferença da *autonomia* em relação à simples automação, na medida em que a ênfase não é dada sobre a mera implantação do trabalho automático da máquina, mas, especificamente, que o processo seja capaz de evitar os produtos defeituosos e a superprodução de forma autônoma. Vinculado a esse conceito surge outro, conhecido como *Jidoka*, a separação entre trabalho humano e trabalho da máquina, de forma tal que cada um possa ser executado independente do outro. Embora a leitura desses conceitos possa ser feita como descrição de elementos técnicos a ser considerados no desenho de tarefas eficientes e sem desperdícios, uma outra leitura possível, do lado da perspectiva de desenvolvimento de produtos e inovação, emerge a partir de outra afirmação do próprio Ohno sobre *autonomia*: “dar autonomia à máquina e ao homem para parar a produção”(OHNO, 1988, p.28). Visto de outra forma, é o mesmo que dar maior espaço de participação para o nível operacional da empresa fazendo-o presente nas outras áreas da empresa: qualidade, investimento, desenvolvimento.

Em síntese, a rotina estabelecida dentro do modelo de produção ou negócio da Toyota, disseminada no mundo sob princípios gerenciais conhecidos como Lean Thinking – mentalidade enxuta – é reconhecida na combinação e repetição de cinco etapas resumidas

por Womack e Jones (1998): especificar o que é valor para o cliente, alinhar na melhor sequência etapas que criam esse valor, realizar essas etapas sem interrupção, isto é, em fluxo, toda vez que alguém solicita o produto, puxando a produção, e realizar isto da forma mais eficaz, objetivando a perfeição do ponto de vista de só executar atividades que gerem valor. O que parece estar implícito nos conceitos descritos pelos autores, sugerindo a investigação ora proposta, é que esse pensamento lean ou toyotista inclui uma rotina de participação ampliada em outros setores da empresa. Em nosso caso particular queremos verificar essa questão aplicada ao tema de P&D.

Assim, verificaremos nesta pesquisa tais impactos teóricos sobre o processo de desenvolvimento de produto e processo. Nesse sentido, é importante salientar as diferenças entre P&D.

A P&D pode estar dividida em dois blocos: a P&D pesquisa avançada e a P&D desenvolvimento comercial de novos produtos e processos. Esta última, segundo Clark e Wheelwright (1993), visa à introdução viável de produtos e processos lucrativos. Já a P&D pesquisa avançada é a pesquisa e o desenvolvimento de projetos que vão gerar criação de conhecimento – *know how* e *know why* – precursor do desenvolvimento comercial.

De acordo com Wheelwright e Clark (1993), há cinco tipos de projetos (Alianças e Parcerias Comerciais, Projetos Avançados de desenvolvimento, Projetos radicais, Projetos de plataforma e Projetos derivativos), definidos de acordo com a complexidade de produto e do processo. Os três tipos de projetos de plataformas, derivativos e radicais - são projetos de desenvolvimento comercial. Os demais tipos de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento são precursores de desenvolvimento comercial, alianças e parcerias, podendo ser projetos de desenvolvimento comerciais ou de pesquisa básica.

Quanto maior o grau de mudança no produto ou no processo de manufatura, maior a necessidade de recursos para o desenvolvimento dos projetos.

Tratando-se de um ambiente de produtos simples e pequena empresa deve-se analisar a escassez e alternativas de compartilhar recursos durante o processo de inovação e desenvolvimento, principalmente antes de iniciar a fase de execução do projeto. Essa fase de planejamento da execução do projeto é fundamental para se definirem regras, prioridades de projetos e realmente planejar o investimento.

No estudo do processo de desenvolvimento de novos produtos, Cooper e Kleinschmidt (1986) assinalam que o sucesso do novo produto/processo está intimamente ligado às etapas do processo de desenvolvimento, à forma pela qual são executadas e se complementam. O autor também conclui que o processo desenvolvimento é deficiente em muitas empresas. Algumas delas, muitas vezes, parecem ter o processo bem estruturado, entretanto, certas atividades críticas são omitidas ou mal conduzidas. Os autores recomendam atenção a alguns pontos do processo: modelo do processo utilizado, necessidade de disciplina, tempo e recursos, além de foco em determinadas etapas críticas do processo. No ambiente em estudo nessa pesquisa, o desenvolvimento e consequente industrialização do novo produto com eficiência é etapa chave para o crescimento da pequena empresa.

De acordo com Liker (2004), a Toyota é uma organização que aprende e que envolve e desafia as pessoas para utilizar sua criatividade e iniciativa, utiliza melhoria continua na solução de problemas envolvendo todos os funcionários, envolvimento de fornecedores em todos os processos além de contínua revisão de processos para eliminação de desperdícios. Portanto, os conceitos *lean* permeiam a organização e suas atividades a fim de ganhar competitividade no mercado de forma sustentável. Daí a conclusão de Ward *et al.* (1995)

que o desenvolvimento de produtos da empresa Toyota permite a empresa inovar com mais frequência e de forma eficiente em termos produtivos.

De acordo com Brown e Eisenhart (1995), alguns fatores são essenciais no processo de desenvolvimento do produto, dentre eles: comunicação, solução de problemas e organização apropriada. Já segundo Olson *et al.*(2001), a comunicação e, conseqüentemente, a cooperação entre as áreas no processo de novos produtos que envolvem a P&D e *Marketing* e a P&D e Manufatura, tornam esse processo ainda mais complexo.

Embora a produtibilidade e qualidade de novos produtos tenham melhorado consideravelmente nas últimas duas décadas, entretanto segundo Kennedy (2003), há um lado escuro ainda a ser melhorado quando comparado com a empresa Toyota, em alguns aspectos como: real valor agregado ao consumidor final, baixa transferência de conhecimento entre projetos, alta variação de desempenho entre os programas, atraso de projetos, baixa experiência da engenharia uma vez que as pessoas se movem rapidamente para posições administrativas, entre outros.

Entretanto tais obstáculos são identificados mais notadamente em empresas de porte. Para a pequena empresa, o foco se desloca para a baixa estruturação do projeto e necessidade de otimizar os recursos e evitar perdas. Assim, a principal característica que se vislumbra na literatura e casos de aplicação do modelo lean, tendo como referência a Toyota, é a capacidade de se desenvolver os novos produtos em etapas sucessivas de ciclo curto com entregas gradativas de resultados e validação cuidadosa do conhecimento que está sendo adquirido para industrialização. São características encontradas também nos métodos SCRUM e *Agile Manifest* aplicados no desenvolvimento de softwares.

Para produtos simples industriais a literatura de desenvolvimento lean apresenta as recomendações mais adequadas nesse sentido da divisão do desenvolvimento de produto em etapas de ciclos curtos de desenvolvimento entremeados com validações graduais. Segundo Ward *et al.* (1995), por exemplo, a definição da especificação final é deixada para o término da fase de desenho; no início dos testes trabalha-se com faixas de especificação, congelando inicialmente somente as especificações mais críticas. Gradualmente as especificações vão convergindo podendo gerar especificações mais seguras para a fase de industrialização. Essa prática diminui o número de mudanças no projeto na fase de industrialização o que representaria para a pequena empresa um grande prejuízo.

Em relação aos participantes do processo, Ward *et al.* (1995) relatam que há empresas praticantes da abordagem lean nas quais a utilização de rotação de função entre as pessoas pode ser encorajada para obterem-se maiores habilidades; em algumas organizações japonesas, por exemplo, o engenheiro de projeto deve ter larga experiência de produção antes de assumir tal posição. Além dos engenheiros, outros funcionários de menor posição na fábrica podem participar do projeto, ajudando engenheiros e projetistas no desenvolvimento deste, trazendo as considerações da linha de produção ao projeto. Na pequena empresa o ambiente mais informal deve ser aproveitado para tal interação. Muito embora possa haver tendência de emular estruturas de grandes corporações com o distanciamento de projeto e executores, a recomendação do modelo lean é que esse distanciamento seja superado e invertido para uma maior proximidade e participação.

Ainda segundo Ward *et al.*(1995), a prática de desenvolver protótipos e submetê-los às condições de uso do produto final é fundamental mesmo nos estágios iniciais, aumentando dessa forma a antecipação das possibilidades de industrialização já na fase de projeto.

2. Método

De acordo com Yin (2003), os estudos de caso podem envolver casos únicos, múltiplos casos e diferentes níveis de análise. Dependendo do número de casos, os estudos podem ser de caso individual ou de múltiplos casos. Conforme o nível de análise, os casos podem ser do tipo incorporado, quando se consideram subunidades de análise, ou holístico, quando o estudo de caso examina unicamente a natureza global da unidade de análise. Esta pesquisa se encaixa no tipo holístico, pelo fato de o caso ser constituído por uma empresa ou unidade de negócio e não são consideradas subunidades de análise.

Nesse sentido, Godoy (1995) argumenta que o estudo de caso é uma forma de pesquisa qualitativa frequentemente utilizada quando o pesquisador busca responder às questões “como” e “por quê” para determinados fenômenos ocorrem.

Segundo Hair *et al.*(2005), a pesquisa exploratória é útil quando o responsável pelas decisões dispõe de poucas informações. Quando bem conduzida, abre uma janela para percepções e comportamentos. A pesquisa exploratória é útil na identificação de práticas inovadoras de produção e administração.

Esta pesquisa é um estudo de caso único, qualitativo e de natureza exploratória, pois objetiva proporcionar uma visão geral do fenômeno pesquisado, que é a avaliação da utilização de práticas *lean* de gerenciamento em uma pequena indústria de baterias em seu processo de inovação. A oportunidade única que configura o estudo de caso é o fato do proprietário e gestor da empresa ser um praticante do modelo *lean* de produção e ter discutido com o pesquisador a sua aplicação ao projeto de inovação no âmbito do Programa de Apoio à Pesquisa na Pequena Empresa no estado do Paraná em 2012.

O proprietário e gestor da pequena empresa com experiência de 5 anos na aplicação do modelo *lean* na produção, adquirida inicialmente em uma empresa de porte médio de baterias elétricas e, posteriormente, na formação de especialização superior, identificou os princípios de gestão *lean* que considerava universais à qualquer trabalho de gestão: ciclos curtos de planejamento e experimentação, participação dos funcionários operacionais no projeto, execução e teste de protótipos das ideias partindo de concepções simples e gradativamente aumentando a complexidade.

2.1. Coleta de dados

A Empresa é fabricante de baterias elétricas realizando o projeto pessoal de seu fundador de atuar como empresário a partir de seu conhecimento e carreira na área de Engenharia de Processos e Produtos no ramo de baterias elétricas chumbo-ácido. Nos últimos 5 anos o conhecimento no segmento de baterias chumbo ácida foi acompanhado da experiência na aplicação do modelo *lean* de produção.

Fundada em janeiro de 2006 no Parque das Industrias Leves em Londrina - Paraná, a empresa produz e comercializa baterias automotivas para veículos leves, pesados, agrícolas e de serviços, especialmente projetadas para atender as aplicações mais extremas que exigem uma alta performance dos produtos.

A empresa iniciou sua atuação no mercado nacional em um produto com um ciclo de vida muito longo, em um mercado extremamente concorrencial com margens extremamente apertadas.

Atualmente a empresa conta com aproximadamente 20 funcionários, com uma produção média mensal de 7.000 baterias do tipo SLI (arranque) desde 36Ah até 200Ah.

2.1.1 Fatores motivadores para desenvolvimento do projeto

Em 2010 a empresa através do Sebrae-PR toma conhecimento do Consórcio PAPPE-PR onde recursos subvencionados (não reembolsáveis) foram oferecidos a empresas paranaenses. Motivada pelo desejo de inovação de seu proprietário a organização entende que a diferenciação em um produto pode ser um dos caminhos para mudar o cenário e passar a vivenciar um mercado de menor concorrência.

No entanto, num, primeiro momento não havia uma ideia clara e estruturada de qual seria o tema do projeto a ser desenvolvido. Através da busca de um produto de maior valor agregado dentro do campo de conhecimento da empresa, veio um primeiro questionamento fundamental para o desdobramento das etapas subsequentes. A questão foi “Qual o produto de maior valor agregado e tecnologia no campo de conhecimento da nossa empresa que existe atualmente no mercado?”

Como resposta à indagação várias alternativas foram geradas e dentre elas a que se destacou na análise de equilíbrio entre margem de contribuição e conhecimento interno foi a categoria de baterias chumbo-ácidas reguladas por válvula. Os principais diferenciais dessa tecnologia estão mencionados abaixo:

- Tecnologia com eletrólito imobilizado (Não vaza eletrólito)
- Mecanismo de recombinação de gases- Não consome água nem emitem atmosfera ácida no ponto de utilização
- Monoblocos em plástico ABS de alta resistência, aumentando a eficiência de recombinação de gases devido à manutenção da compressão dos elementos e retenção de gases.
- Vida útil estendida, devido à tecnologia de compressão dos elementos.
- Placa positiva produzida com tecnologia de sulfato de chumbo tetrabásico, aumentando durabilidade dos eletrodos
- Placa negativa com expansores de alta tecnologia, melhorando a aceitação de carga, diminuindo resistência interna e aumentando velocidade de recarga da bateria.

Outro fator preponderante e motivador para a empresa entrar nesse segmento através do projeto de subvenção, foi a constatação que o mercado brasileiro de baterias reguladas por válvula é comandado por companhias estrangeiras e a empresa seria a primeira empresa nacional a oferecer produtos nesse segmento, trazendo um sentimento muito forte de contribuição para um setor estratégico da economia que é o setor de energia.

Motivada pelos diferenciais apresentados por esse produto a empresa decidiu escrever um projeto e se candidatar aos recursos subvencionados pelo Consórcio PAPPE-PR .

2.1.2 A inovação

A bateria VRLA, ou seja, baterias reguladas por válvula é tipo de bateria chumbo ácida com maior grau de tecnologia, sendo utilizada como meio de armazenar e fornecer energia em sistemas estacionários, tais como sistema alternativos de energia (eólico e fotovoltaica), nobreaks e backup de energia, sistemas tracionários e de arranque no caso de jet ski e veículos ciclomotores, tendo como principal diferencial o ciclo de recombinação de oxigênio que permite sua instalação próximo a sistemas eletrônicos pois este tipo de sistema eletroquímico não emite gases corrosivos.

Outro diferencial deste produto é que a bateria VRLA tem o seu eletrólito absorvido, o que impede o vazamento de solução ácida ao meio ambiente, sendo portanto indicada para aplicação em veículos que possuem movimentos bruscos, tais como embarcações náuticas e veículos ciclomotores, tanto em aplicações tracionárias como em sistemas de arranque.

Não há fabricantes brasileiros que produzem este tipo de bateria, sendo que as baterias VRLA utilizadas no Brasil são importadas, o que gera um passivo ambiental, pois após serem exauridas devem ser recicladas. Uma vez produzida no Brasil, utilizará chumbo de origem secundária (reciclado) em plantas brasileiras fechando o ciclo da cadeia produtiva.

Além disso, por serem importadas, têm custo elevado, razão pela qual muitas vezes são usadas baterias convencionais em sistemas estacionários, que por sua vez, comprometem os componentes eletrônicos desses sistemas devido à emissão de gases corrosivos.



Figura 1: Tecnologia VRLA

2.1.3 Desenvolvimento do projeto

O empreendedor e proprietário da empresa foi responsável pelo gerenciamento do projeto. Formado em Engenharia Química, dando a sustentação tecnológica necessária ao processo, especializado em Engenharia de Produção com foco em Manufatura Enxuta. A elaboração da proposta e execução do projeto foi realizada utilizando o pensamento enxuto, através da execução das atividades em pequenos ciclos e liberação para prosseguimento nas atividades a partir do momento em que a etapa anterior estivesse testada e validada, ou seja, com o ciclo PDCA completos em cada pacote de trabalho do projeto.

A partir desta premissas a proposta foi desenvolvida com o foco na produção de protótipos de baterias VRLA com testes internos e validação em laboratório acreditado pelo Inmetro para avaliação da performance das baterias.

No planejamento foram adotadas ferramentas tradicionais no âmbito do modelo do PMI (Project Management Institute) com estrutura funcional e pacotes de trabalho. Todavia toda esta estrutura tradicional foi movimentada com a premissa que cada pacote de trabalho fosse calcado em trabalhos em grupo e em ciclos curtos de desenvolvimento da característica, protótipo correspondente, testes e validação. Como categorias básicas de

resultado estabeleceram-se Escopo, Tempo, Custo e Qualidade.

Para definição de Escopo foi utilizada a técnica de "Análise de Produto", que resultou em uma melhor compreensão do produto do projeto através do desdobramento do produto em suas funções e componentes. Cada par componente-função foi definido quanto á sua criticidade para planejamento do protótipo e experimento.

Para assegurar o cumprimento dos prazos estabelecidos no projeto, o tempo foi gerenciado através da decomposição das atividades de trabalho em pacotes menores e gerenciáveis em ciclos curto de entrega de algum resultado de desenvolvimento.

Para garantir o projeto dentro do orçamento realizou-se estimativa de custo a partir da estrutura analítica calculando o custo de cada atividade.

Para gerenciar a qualidade do projeto foram consideradas as etapas de planejamento, execução e controle da qualidade, através da determinação de parâmetros e forma de medições e controle, avaliação da qualidade de cada atividade do projeto e busca da melhoria contínua após cada ciclo curto do pacote de trabalho.

Os pacotes de trabalho criados com seus respectivos tempos previstos de execução em meses estão relacionados a seguir:

- Etapa 1 – Planejamento:

Detalhamento dimensional dos produtos (peso, caixa, tampa,Válvulas, placas e tipo – do mês 1 ao mês 3

Caracterização de performance elétrica das amostras- de mês1 ao mês 3

Aquisição de baterias VRLA disponíveis no mercado brasileiro, selecionando um modelo para cada tipo de aplicação (estacionária, tracionaria e arranque)- do mês 1 ao mês 2

Participação em congresso internacional de baterias (ELBC Setembro-2010/ Turquia) contatando fornecedores e verificação de tendências- do mês 1 ao mês 2

Caracterização físico química das placas e conexões- do mês 1 ao 3

Comparação do relatório de caracterização com o estado da Arte das baterias VRLA contido em literatura- do mês 1 ao 4

- Etapa 2 - projeto do protótipo

Dimensionar protótipos de bateria VRLA para cada aplicação, ou seja 1 protótipo estacionário, 1 protótipo arranque e 1 protótipo tracionário - do mês 7 ao mês 8

Desenho de ferramental para construção do protótipo (3 pentes de solda, 3 moldes de grades, 3 conjuntos termoselagem em plástico ABS)- do mês 7 ao 8

Seleção dos fornecedores e aquisição dos componentes plásticos, válvulas e separadores através de visitas e contatos diretos com fornecedor – do mês 9 ao mês 10

Aquisição do ferramental para construção do protótipo- do mês 9 ao 10

- Etapa 3- produção dos protótipos

Determinação das etapas críticas da produção, incluindo termoselagem, adição de solução e formação de baterias VRLA em Container- do mês 11 ao 12

Determinação dos parâmetros técnicos críticos de processo (Termoselagem, enchimento e formação) - do mês 11 ao 12

Produção de lote piloto dos modelos dimensionados com base nos parâmetros técnicos

críticos de processo- do mês 11 ao 13

Acreditação e avaliação da família de produtos estacionárias e tracionária em laboratório acreditado ABNT- do mês 12 ao 18

Preparação do material de marketing e ficha técnica do produto para apresentação aos canais de comercialização- do mês 16 ao 18

3. Resultados e discussão

Confrontando as etapas de desenvolvimento do projeto com a premissa declarada pelo empreendedor de usar o conceito de ciclos curtos ou lotes pequenos de tarefas na execução, observa-se que cada etapa se constitui ela própria em um ciclo menor de desenvolvimento, sub-dividida por sua vez em ciclos menores. Nas palavras do empreendedor “o objetivo no final do projeto de se atingir a *target condition* ou condição alvo de ter o protótipo pronto para avaliação em Laboratório acreditado pelo Inmetro ao fim do projeto, precisa evoluir a partir de passos menores, que vão entregando sucessivamente suas *target condition* e evoluindo até o final”. Dessa forma podemos entender que cada etapa é um ciclo com sua respectiva entrega ou condição alvo (*target condition*) bem definida:

Etapa 1 de Planejamento vista como Ciclo 1 : Levantamento do Estado de Arte Atual das Baterias VRLA existentes no mercado brasileiro.

O ciclo 1 foi subdividido em 3 subciclos, sendo que a atividade inicial foi selecionar baterias VRLA importadas com reconhecida qualidade no mercado nacional.

Após obtenção das informações foram adquiridas amostras desses produtos, submetendo-os a análises físico-químicas e de desempenho elétrico.

Com os resultados técnicos observados, foi realizada uma comparação dos produtos comerciais encontrados no mercado e o estado da arte disponível em literatura sobre baterias VRLA.

Como resultado desse ciclo duas *target conditions* foram alcançadas, para ser base do ciclo 02. Na primeira *target condition* foi apontado os pontos fortes do projeto desses produtos encontrados no mercado e as oportunidades de melhoria. A segunda condição alvo veio da observação de mercado, ou seja, quais modelos tinham demanda significativa e também, por ter sido escolhido as melhores marcas com boa reputação no mercado, quais eram as expectativas mínimas dos clientes a serem alcançadas em termos de desempenho dos protótipos.

Etapa 2 de Projeto do Protótipo vista como Ciclo 2: Aprendendo a projetar com experimentações.

As observações e conclusões obtidas no ciclo 1 trouxeram a base de dados necessárias para planejamento e execução do ciclo 02. Foram selecionados dois modelos de baterias VRLA para serem produzidos os protótipos considerando as observações de mercado em termos de demanda de produto. A partir da seleção dos produtos a serem desenvolvidos os protótipos foram estabelecendo o projeto dos ferramentais e aquisição dos insumos a serem utilizados na produção.

Da avaliação do estado de arte com respeito à literatura dos produtos comercializados, observação dos pontos fortes e oportunidades de melhoria, foram sendo experimentados e dimensionados os protótipos com objetivo de superarem a performance dos produtos

comerciais reconhecidos de boa qualidade, buscando a manutenção dos custos de produção.

Etapa 3 de Produção dos Protótipos vista como Ciclo 3 de Aprender a fazer através de lote piloto.

Da mesma forma as observações realizadas no ciclo 02, possibilitaram uma redução de desperdícios no ciclo 03, principalmente considerando insumos, recursos humanos e investimentos em ferramentais uma vez que o escopo do ciclo 03 ficou claro, indicando quais e quantos equipamentos, materiais e recursos humanos deveriam ser adquiridos e investidos na construção do lote piloto. Os protótipos foram produzidos e encaminhados para testes em clientes em potencial.

O próximo ciclo de industrialização e comercialização vem sendo planejado em função das informações e aprendizagens adquiridas nos ciclos anteriores.

Portanto, o projeto foi executado conforme cronograma e orçamento contratados, porém ainda não atingiu na perspectiva lean a qualidade de produto robusto para industrialização, entrando em conflito com a esperada liberação para comercialização por parte do Consórcio de financiamento do Programa Pape.

As principais diferenças de resultado a partir das perspectivas gerenciais lean e tradicional do Edital foram:

- O edital do projeto previu que um prazo de execução de 18 meses focado sobre resultado de comercialização, não considerando que um bom projeto pode exigir todo este tempo para maturação. A recomendação de maturidade no modelo de gestão lean irá evitar retrabalhos e modificações após lançamento. Aqui há um primeiro conflito entre a gestão tradicional focada em resultado e a gestão lean focada na combinação do resultado com processo robusto.
- O foco da empresa foi o desenvolvimento dos protótipos, e durante esse processo foram adquiridos uma série de conhecimentos fundamentais para levar a produção das baterias em escala industrial sem contratemplos e desperdícios. O foco do Edital é a comercialização e embora haja auditorias periódicas para verificar a maturidade do produto elas são insuficientes para entrar nos detalhes desta maturidade;
- A estratégia para avaliação da maturidade e robustez do produto adotado pela empresa foi envio para laboratórios acreditados e testes de campo, enquanto no edital não há essa exigência e as auditorias com especialista são limitadas para verificar a robustez do resultado.

As baterias encontram-se atualmente em duas frentes de testes, ou seja, estão em processo de testes no laboratório de baterias do LACTEC, bem como em testes na empresa ZM Bombas, que estão desenvolvendo uma Turbina Eólica para geração de energia elétrica, onde as baterias têm um papel fundamental no funcionamento do sistema. Como fruto dessas experimentações melhorias técnicas estão sendo realizadas e implementadas nos produtos o que irá resultar sob a perspectiva *lean* em produto de maior robustez e confiabilidade para lançamento, alinhado com os competidores estrangeiros.

Ao mesmo tempo em que os produtos estão em avaliação o departamento de Engenharia de Produção está desenvolvendo os processos de produção dessas baterias, aplicando as

observações e aprendizados adquiridos no processo de produção dos protótipos. De forma geral o produto já está concebido em seu processo de fabricação e configuração (figura 2)

Ainda como fruto dos testes mais dedicados decidiu-se lançar as baterias VRLA em 5 versões (dimensões e características elétricas – tabela 1), fruto dos testes de campo para avaliação de cada aplicação:

Modelos	Tensão (V)	Capacidade Ah até 1,75V/Cel - 25°C		Dimensões (mm)			Terminais	
		10 h	20 h	Comp	Larg	Alt	Configuração	Tipo
SO 12/38	12	38	40	198	166	170	- +	Tipo L/Tipo Rosca
SO 12/63	12	63	65	350	167	179	+ -	Tipo L
SO 12/90	12	90	93	307	169	227	+ -	Tipo L
SO 12/100	12	100	105	329	172	243	+ -	Tipo L
SO 12/150	12	150	155	483	170	240	+ -	Tipo L

Tensão de Flutuação	13,5 a 13,8 V
Tensão Máxima de Recarga (Cíclico)	14,4 a 14,7 V
Corrente Inicial Máxima	0,3 X C10 A
Tensão de Equalização	15,2 a 15,8 V a 25°C
Cada 120 dias aplicar uma tensão de equalização por duas horas	
Torque Recomendado: Terminal Tipo L: 7 a 10 N.m e Terminal Tipo Rosca: 20 a 25 N.m	

Tabela 1 : Modelos e Características da linha de Baterias VRLA no caso estudado



Figura 2: Imagem da Bateria VRLA – Produto Resultante do Projeto

4. Conclusão

O processo de elaboração da proposta e execução do projeto a partir de uma abordagem de gerenciamento lean trouxe à tona as diferenças entre a perspectiva tradicional embutida no Edital de um Consórcio de fomento à pesquisa na pequena empresa e o modelo de desenvolvimento de produtos com base no pensamento enxuto.

Um ponto crítico foi o prazo de 18 meses estabelecido pelo consórcio para alcançar resultados de comercialização, o que dependendo da forma de se conduzir as atividades pode trazer problemas sérios às organizações ao invés de benefícios, uma vez que transformar uma ideia em um produto comercial pode ser precipitada com fortes prejuízos de imagem e financeiros às organizações, principalmente quando conduzidos com o pensamento em massa tradicional. A aplicação da filosofia enxuta na execução dessas atividades mostrou-se centrada no processo de desenvolvimento robusto desdobrando cada pacote de trabalho em ciclos curtos de desenvolvimento e entrega, e a cada etapa realizada com resultados medidos e testados em campo ou em situações extremas de uso.

Os projetos de inovação subvencionados é caminho fundamental para desenvolvimento da indústria nacional, no entanto a indicação de premissas de gerenciamento enxuto seria um complemento a ser considerado, uma vez que sua aplicação na condução do projeto poderia contribuir para a redução da mortalidade dos empreendimentos inovadores.

No estudo de caso apresentado verificou-se que as premissas de gestão enxuta na divisão do projeto em pacotes e ciclos de tarefa curtos possibilitou o desenvolvimento gradual dos protótipos evidenciando a necessidade de mais experimentações em campo, cujo resultado possibilitou a simultânea e gradativa configuração dos meios de industrialização de forma robusta, sem dúvidas quanto à viabilidade de execução em escala.

A condução de forma segmentada das etapas, às vezes simultâneas, mas com baixa interação nos testes, comum no tradicional pensamento em massa, acarreta retrabalhos e modificações extemporâneas, gerando grandes desperdícios nos processos de execução.

A empresa estudada vem sendo assediada no sentido de colocar sua linha de produtos em comercialização rapidamente. O papel de seu proprietário nesse momento é conter a ansiedade no sentido de evitar queimar etapas e colocar o produto no mercado no momento em que todos tenham certeza da maturidade e atendimento das expectativas de seu clientes.

Como sugestão de continuidade da pesquisa vislumbra-se o estudo junto às entidades que fomentam recursos para pesquisa em empresas, das possibilidades de recomendar premissas de gerenciamento lean nos projetos, buscando robustez no desenvolvimento e evitar desperdícios posteriores. No entanto os gestores precisariam ser reciclados buscando desenvolver conhecimento no tema de gestão *lean*, de tal forma que o pensamento enxuto seja disseminado também na área de gestão de projetos e gestão da inovação entre as principais empresas e universidades brasileiras.

5. Referências

ADLER, P. Interdepartmental Interdependence and Coordination: The Case of the Design Manufacturing Interface. **Organization Science**, vol. 6, n 2, p. 147-167, Mar.- Apr. 1995.

ALLEN, T. Communications, technology transfer, and the role of technical gatekeeper. **R&D Management**, v.1, p.14-21, 1977.

- ALVES, A. J. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. **Caderno de Pesquisa**, v.77, p. 53-61, Maio1991.
- BROWN, S.; EISENHART, K. Product Development: Past Research, Present Findings, and Future Directions. **The Academy of Management Review**, Apr 1995: 20,2: ABI;INFORM Global.
- CARINI, M. **Estudo de caso sobre a Aplicação da Metodologia Total Productive Maintenance (TPM) na Gráfica da Editora Abril – mudanças provocadas pela TPM no gerenciamento da produção**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade: Universidade – Departamento de Administração da Universidade de São Paulo. 2000.
- CLARK, K. e FUJIMOTO, T. **Product Development Performance**. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1991.
- CUSSUMANO, M. e NOBEOKA, K.. Thinking Beyond Lean. How multi-project management is transforming Product Development at Toyota and other companies.**The Free Press**. New York.1998.
- COOPER,G. e KLEINSCHMIDT, E. An Investigation into the New Product Process: Steps, Deficiencies, and Impact. **Journal of Product Innovation Management**, v.3,p.71-85, 1986.
- HAIR, J. *et. al.* **Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração**. BOOKMAN. Porto Alegre. Brasil. 2005.
- DENNIS, Pascal. Lean Production Simplified. New York: Productivity Press, 2002.
- _____. Fazendo Acontecer a coisa certa. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.
- HENKE W. *et al.* Cross- Functional Teams: Good Concept, Poor Implementation! **Journal of Product Innovation Management**, v.1, p. 216 – 229, 1993.
- FUJIMOTO, Takahiro. The evolution of a manufacturing system at Toyota. New York: Oxford University Press, 1999.
- KENNEDY, M.. Product Development for the Lean Enterprise. **The Oaklea Press**. Virginia.2003.
- KATZ, R.; TUSHMAN, M. An Investigation into the managerial roles and career paths of gatekeepers and project supervisors in a major R&D facility. **R&D Management**. v. 11,n. 3, 1981.
- LEONARD-BARTON, D. Core Capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. Boston, Massachusetts: **Graduate School of Business Administration**, 1992.
- LIKER, J.. The Toyota Way. **McGraw-Hill**. New York. 2004.
- MONDEN, Yasuhiro. Toyota production System – practical approach to production management. Atlanta: **Industrial Engineering and Management Press**, 1983.
- NASCIMENTO, P. Embraer, Natura e Daimler Chrysler do Brasil: Três modos de gerir o desenvolvimento de produtos. Universidade de São Paulo, Faculdade de Administração, **Anais do SEMEAD**. 2002.
- NEELY e HII. Innovation and business performance. A literatura review. University of

- Cambridge. **The Judge Institute of Management Studies**, 1998.
- OHNO, T. Toyota Production System. **Productivity Press**. 1988.
- OLSON, E.; WALKER, O.; RUERKET, R. Organizing for Effective New Product development. The Moderating Role of Product Innovativeness. **Jornal of Marketing**, v. 59, p. 48 – 62, Jan. 1995.
- OLSON, E.; WALKER, O.; RUERKET, R., BONNER, J. Patterns of cooperation during new product development among marketing, operations and R&D: Implications for project performance. **The Journal of Product Innovation**. v.18, p. 258 – 271, 2001.
- SHAH, R.; WARD, P. Lean Manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v 21, p. 129-149, 2002.
- SANDERSON, S.; UZUMERI, M. Managing product families: The case of Sony Walkman. **Research Policy**, v. 24, p. 761 – 782, 1995.
- YIN, R. **Case Study Research. Design and Methods**. USA. Sage Publications, Inc., 2003.
- SUZAKI, Kiyoshi. The new manufacturing challenge – techniques for continuous improvement. New York: The Free Press, 1987.
- WARD, A. *et al.* The Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions Can Make Better Cars Faster. **Sloan Management Review**, v. 36, n. 3, Spring 1995.
- WHEELWRIGHT, S.; CLARK, K. Creating Project Plans to Focus. **Harvard Business Review**, Mar - Apr, 1992.
- WOMACK, J; JONES, D.; ROOS, D.. The Machine That Changed the World. Harper **Perennial**, New York. 1990.
- WOMACK, J.; JONES, D.. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. **Simon & Schuster**, New York. 1996.