

**Sistemas Produtivos e Desenvolvimento Profissional: Desafios e Perspectivas****Lean Software Development na Computação Embarcada  
Automotiva**

Nathan Cirillo e Silva

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – São Paulo – Brasil  
nathan\_cirillo@hotmail.com

Eliana Santos de Oliveira

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – São Paulo – Brasil  
santos.elianasantos@gmail.com

Marília Macorin de Azevedo

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – São Paulo – Brasil  
marilia.azevedo@fatec.sp.gov.br

Antonio César Galhardi

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – São Paulo – Brasil  
prof.galhardi@fatecjd.edu.br

**Resumo:** Este estudo relata os fatores que podem acelerar o desenvolvimento de software integrado às metodologias regulares adotadas na indústria automotiva com a utilização de processos Lean Software Development. Com a análise dos princípios da metodologia Lean e de sua aplicação no desenvolvimento de software, pode-se observar de que esta metodologia auxilia na identificação dos pontos que precisam ser adequados dentro de um processo de desenvolvimento de software. O estudo apresenta os sete princípios da metodologia Lean: eliminar o desperdício, amplificar o aprendizado, adiar comprometer e manter a flexibilidade, entregar rápido, tornar a equipe responsável, construir integridade e visualizar o todo. Além dos princípios são apresentados os valores e ferramentas necessárias para tornar o desenvolvimento enxuto. A aplicação do LSD isolada ou concomitante com outras metodologias ágeis permite a obtenção de produtos desenvolvidos com base em uma melhoria contínua; participação dos clientes durante o processo de desenvolvimento do projeto de uma forma muitas vezes direta, e a consequente satisfação garantida.

**Palavras-chave:** Lean Software Development; Computação embarcada automotiva.

**Abstract:** This study reports the factors that can accelerate the development of integrated software to regular methodologies adopted in the automotive industry with the use of Lean Software Development processes. With the analysis of the principles of Lean methodology and its application in the development of software, it can be seen that this methodology helps the identification of the points that need to be suitable in a process of software development. The study presents the seven principles of Lean methodology: eliminate waste, amplify learning, postpone commitments and maintain flexibility, delivering fast, make the responsible staff, build integrity and view the whole. Besides the principles presents the values and tools necessary to become lean development. The application of the LSD alone or concomitantly with other agile, allows to obtain products developed based on continuous improvement, customer participation in the project development process of an often directly, and the consequent guaranteed satisfaction.

**Keywords:** Lean Software Development; Embedded computing automotive.

## 1. Introdução

As montadoras e seus fornecedores estão passando por um período de estresse causado pelo aumento da importância e do valor adicionado da computação embarcada. A maioria dos sistemas embarcados trabalha em tempo real, e são submetidos a diversas limitações de recursos, como: espaço, peso, consumo de energia, custos e outras limitações impostas pela aplicação específica.

Com a miniaturização dos computadores e os avanços na Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC, uma série de novas aplicações que envolvem computação embarcada automotiva tem emergido. Esses aplicativos podem ser habilitados pela chegada de plataformas de computação de propósito geral em veículos. Muitas destas aplicações envolvem a coleta, o processamento e a distribuição de dados amostrados por sensores em um grande número de veículos.

Por outro lado o mercado mundial de veículos novos foi alterado substancialmente, quando se considera: o local de produção, a capacidade de produção, o volume produzido e o volume total de vendas, entre outros (OICA, 2014). Em 2005, o maior mercado de veículos novos foi os Estados Unidos, enquanto a China ficou em terceiro lugar, com aproximadamente 1/3 do volume norte americano. Já em 2012 o maior mercado de veículos novos foi a China, que superou o mercado americano em mais de 30%. Um mercado crescente representa novas oportunidades para as indústrias em geral, e é o que tem ocorrido em países emergentes, como China, Índia, Rússia e Brasil, entre outros. É também o que levou o mercado automotivo brasileiro experimentar um crescimento intenso no período de 2003 a 2010 (OICA, 2014).

A computação embarcada automotiva está se tornando um critério chave na compra de um novo veículo (ANFAVEA, 2014). Paralelamente os Workshops, as Conferências e os Seminários, em todo o mundo estão mostrando que as metodologias AGEIS são capazes de aumentar a velocidade de desenvolvimento de software. Então, pela alta competitividade do setor, aliado a adoção do Lean Thinking, e as metodologias ágeis para o desenvolvimento de software trouxe à realidade das companhias, o Lean Software Development – LSD.

O objetivo deste estudo é apresentar os fatores que podem acelerar o desenvolvimento de software integrado às metodologias regulares adotadas na indústria automotiva.

## 2. Lean Thinking

A história da indústria automotiva basicamente se inicia com a Produção em Massa, uma revolução que envolvia não somente a linha de montagem móvel, mas a simplificação e padronização de produtos e peças, que eram intercambiáveis entre os modelos fabricados, gerando ganhos da produção em escala e grande vantagem competitiva sobre os concorrentes (WOMACK; JONES; ROOS, 1991).

Não satisfeita com o modelo de Produção em Massa, a montadora Toyota percebeu a necessidade de uma implantação adaptada à realidade do Japão pós-guerra, completamente diferente da americana em termos de pessoal, espaço físico e recursos financeiros (KATAYAMA, 2010).

A força motriz desse processo estava na eficiência e melhoria contínua, caracterizados pelo cuidado constante com o fluxo de valor e a eliminação de desperdícios. Os benefícios colhidos por esse modo de pensar foram tão expressivos que sua influência superou os limites do próprio setor automotivo (WOMACK; JONES, 2010).

A eliminação de desperdícios, ou, pelo menos, a sua redução é um dos principais objetivos do pensamento enxuto e do Toyota Production System (TPS). Para Womack e Jones (2010) os desperdícios podem ser definidos como: qualquer atividade humana que absorve recurso, mas não adiciona valor. Segundo os autores, atividades que não acrescentam valor para o produto podem ser fundamentais para o seu fabrico, mas também devem ser consideradas como desperdícios, se o cliente final não perceber nenhum benefício a partir dessas atividades.

Holweg (2007) menciona que o pensamento enxuto não pode ser considerado uma invenção, porque na verdade nasceu com um aprendizado dinâmico do processo, inicialmente focado na indústria têxtil e a automotiva.

De acordo com Baraldi e Kaminski (2008), as indústrias estão em sua maior parte interessadas no ganho financeiro que o pensamento enxuto pode proporcionar.

Cooper (2008) menciona que algumas empresas estão fazendo uso do pensamento Lean, removendo o desperdício e a ineficiência em todas as oportunidades, e se utilizando do conceito de fluxo de valor da manufatura enxuta aplicado ao processo de desenvolvimento de produtos.

O Lean Thinking, ou simplesmente Lean, pode ser descrito como uma filosofia adicionada a um grupo de práticas, originalmente desenvolvido pela Toyota, a fim de eliminar o desperdício (HILL, 2012).

Welo (2011) menciona as diferenças conceituais quando da aplicação no processo de fabricação (produção) e no processo de desenvolvimento de produtos (ou pesquisa e desenvolvimento). Isto é devido às diferenças nas atividades de cada processo. O autor destaca que várias contribuições transformaram princípios Lean em uma série de recursos que pode ser aplicada em pesquisa e desenvolvimento. O autor propõe um modelo para Desenvolvimento de Produto Lean voltado para empresas com foco estratégico em produtos de alto valor agregado.

Por outro lado, a partir dos avanços tecnológicos da academia e da indústria, o software se tornou uma ferramenta indispensável em todas as atividades da sociedade contemporânea. Isto implica diretamente no aumento da necessidade por softwares, e de forma indireta na busca por maneiras mais apropriadas de desenvolvê-los. Partindo deste princípio, o mercado de software tem se tornado um tanto competitivo, fazendo com que a Engenharia de Software desenvolva a capacidade de se adaptar a estas mudanças frequentes (BASSI FILHO, 2008).

A família de metodologias de desenvolvimento ágil nasceu de uma crença de que uma abordagem mais fundamentada na realidade humana renderia melhores resultados. Ela enfatiza o processo de desenvolvimento de software em pequenas entregas, para que os usuários possam antecipar o contato com o produto e melhor interagir com o desenvolvimento, evitando-se gastar muito tempo escrevendo e planejando especificações na frente. Geralmente empregam equipes

pequenas, multifuncionais com poderes para a tomada de decisão, contra grandes hierarquias e compartilhamento de funções. As metodologias ágeis também se concentram na rápida iteração, com o máximo possível da participação do cliente ao longo do processo (MAGELA, 2006).

Com o intuito de auxiliar no processo de adaptação da engenharia de software, partindo da metodologia aplicada nas indústrias automobilísticas, que deu origem ao Lean Software Development, sua metodologia será detalhada a seguir.

## 2.1 A Metodologia Lean

Segundo o Lean Institute Brasil (2010), a metodologia Lean é uma estratégia de negócios que busca aumentar a satisfação do cliente por meio de um melhor aproveitamento dos recursos. A gestão Lean busca oferecer aos clientes um valor com o custo mais baixo dos seus produtos por meio de melhorias contínuas dos seus fluxos de valor primário e de suporte a partir de pessoas com iniciativa, motivadas e qualificadas (pessoas). A implementação desta metodologia deve se encontrar nas reais necessidades dos negócios da empresa e não na simples aplicação das ferramentas lean.

Para Fadel e Silveira (2010), o desenvolvimento de software Lean é a aplicação dos conceitos do sistema de produção da Toyota para o desenvolvimento de software. Quando esta aplicação é feita corretamente, tem como consequência um desenvolvimento de alta qualidade que é feito rapidamente e com um baixo custo.

## 2.2. Lean Software Development

Franco (2007) relata que esta abordagem pode ser levada em consideração muito mais como uma estratégia de negócios e de gerenciamento de projetos do que um processo de desenvolvimento de software. O motivo é que ela não é específica para a prática do desenvolvimento de software, pois, apenas descreve uma série de princípios, valores e ferramentas que devem ser utilizados para tornar o desenvolvimento de software um desenvolvimento enxuto, seguindo os conceitos definidos pela empresa japonesa Toyota na manufatura.

Desde a década de 1990, diversos autores descreveram os benefícios da adaptação do Lean à engenharia de sistemas da informação. De fato, a aplicação desses princípios ao software é quase tão antiga quanto o termo Lean. Em 1993, Robert Charette usou a expressão lean development para referir sua estratégia de gestão, que trazia estabilidade e dinamismo às organizações com o claro objetivo de torná-las mais ágeis, resilientes e aptas a mudanças (HIGHSMITH, 2002).

Todavia, a autora que obteve a notoriedade das principais publicações sobre o assunto foi Mary Poppendieck (POPPENDIECK; POPPENDIECK, 2003). Ao utilizar o termo Lean Software Development traçando um paralelo com o Lean Manufacturing e declarar princípios para a eficiência do processo de desenvolvimento de software, ela chamou a atenção da comunidade a questões como eliminação da burocracia e de atividades não geradoras de valor; aprendizagem através de ciclos curtos e contínuos; e o feedback de iterações sendo geradores de demandas ao invés de documentos de requisitos extensos (POPPENDIECK; CUSUMANO, 2012).

### 2.3. Os Princípios da Metodologia Lean

Segundo Fadel e Silveira (2010), a metodologia Lean é distribuída em sete princípios: eliminar o desperdício, amplificar o aprendizado, adiar comprometer e manter a flexibilidade, entregar rápido, tornar a equipe responsável, construir integridade e visualizar o todo.

O princípio de eliminar o desperdício abrange o amplo sentido de que o desperdício em si pode ocorrer de diferentes maneiras, dentre elas: dinheiro, recursos, tempo, esforço e espaço. Cada etapa e atividade realizadas no processo devem contribuir para que seja possível construir um produto final com menos custo, mais rapidez e com qualidade (BASSI FILHO, 2008).

Outro princípio da metodologia Lean, denominado como “amplificar o aprendizado”, aborda que as lições devem ser extraídas das experiências vividas pela equipe e incorporadas ao processo, tornando assim as dificuldades passadas uma fonte de conhecimento que possa amadurecer a equipe envolvida e também o processo (BASSI FILHO, 2008).

Segundo Fadel e Silveira (2010), no processo de amplificar o aprendizado pode existir um determinado ciclo de melhoria contínua aplicado a este cenário, onde primeiro se deve identificar o problema, localizar a causa deste problema, buscar uma solução, implementar, efetuar a verificação dos resultados e adaptar-se ao novo estado deste cenário. Com o objetivo das mudanças serem vistas como oportunidades para aprender e cumprir as metas surge o princípio de adiar comprometer e manter a flexibilidade. Adiar decisões permite que as escolhas sejam apoiadas por mais experiência e conhecimento adquiridos no decorrer do processo. Para retardar decisões durante a construção de sistemas é importante que a equipe crie a capacidade de absorver mudanças, tratando os planejamentos como estratégias para atingir um objetivo e não como comprometimento. Assim, as mudanças são vistas como oportunidades para aprender e atingir metas. Levando isto em consideração, a capacidade de absorver mudanças é um ponto importante para tratar o planejamento como estratégia para se chegar a algum objetivo, não tornando essa estratégia um comprometimento.

Franco (2010) relata que nos últimos anos a entrega rápida de software tem sido mais valorizada do que a estratégia de não cometer erros, porque muito auxilia no atendimento das necessidades atuais dos clientes. O princípio da metodologia Lean de tornar a equipe responsável vem ao encontro de que os desenvolvedores são as pessoas responsáveis por confeccionar o produto que será entregue ou usado pelo cliente e, envolver estas pessoas nas decisões de detalhes técnicos é de fundamental importância para atingir a excelência.

Segundo Fadel e Silveira (2010), a metodologia Lean utiliza técnicas de produção puxada (pull) para agendar o trabalho e são dotadas de mecanismos com sinalizações locais, os quais ajudam os outros desenvolvedores a identificarem o trabalho que precisa ser realizado. No LSD a técnica de produção puxada é correspondente à entrega de versões refinadas e incrementais do software em intervalos de tempo regulares.

Para Franco (2010) a sinalização local é feita por meio de gráficos visuais, reuniões diárias, integrações frequentes e testes automatizados.

De acordo com Bassi Filho (2008), o princípio de construir integridade está relacionado com o dever da equipe de desenvolvimento em elaborar soluções que deixem a equipe segura de que está sendo construído um software de qualidade.

Franco (2010) aborda que o software com integridade é desenvolvido a partir de uma arquitetura coerente, sendo um produto com usabilidade alta, atende as funcionalidades que foram propostas no início do desenvolvimento, é manutenível, adaptável e extensível.

O último princípio da metodologia Lean é a visualização do todo. Conforme Fadel e Silveira (2010), para que, em sistemas de grande complexidade, seja possível obter a integridade, é necessário um conhecimento detalhado de diversas áreas.

Para Bassi Filho (2008), para ser possível a criação de grandes sistemas se torna indispensável o envolvimento de soluções integradas que devem possuir bons resultados após uma análise total do produto. O autor também aborda que as visões de alto nível do sistema são compostas pelo ponto de vista dos clientes e usuários finais e que pequenas otimizações canalizam os esforços para tornar possível o aumento da satisfação do cliente e a criação de um software consistente.

Para Franco (2010), a metodologia Lean recomenda também a escolha de métricas de desenvolvimento de alto nível que sejam representativas principalmente para identificar a evolução do produto. Estas métricas devem considerar, além de todo o produto, também a qualidade e satisfação do cliente e dos usuários finais, pois a partir delas que é possível avaliar quais são as trocas mais vantajosas para a empresa.

Porém, se for pensado somente como um conjunto de práticas, não se faz uma boa tradução dos ambientes operacionais de manufatura para o desenvolvimento de sistemas computacionais. O Lean deve ser pensado como um conjunto de princípios ao invés de práticas; assim, a aplicação dos seus conceitos para a engenharia de software faz mais sentido e eleva a eficiência de todo o processo (POPPENDIECK; CUSUMANO, 2012).

Na publicação de Fadel e Silveira (2010), foi citado um estudo de caso em que a empresa Capital One, que segundo os autores é uma grande empresa do setor financeiro, necessitava diminuir os custos e aumentar a competitividade no mercado de software. Baseada nisto, esta empresa optou por aplicar o LSD no desenvolvimento de seus produtos. Antes de qualquer alteração, a Capital One necessitou reorganizar seus processos, e utilizando os princípios Lean, foram identificados pontos fortes de desperdício. Foi efetuada uma análise no projeto, onde se verificou que o código representa apenas 10% de todo o projeto. Ou seja, existiam muitos desperdícios com outras tarefas. Para solucionar esta questão, foi aplicada a metodologia SCRUM, onde o time de desenvolvimento diminuiu em 50% o número de tarefas, 30% menos na codificação e testes, 15% menos com custos em recursos e 40% de diminuição no tempo do projeto.

### **3. Considerações Finais**

Com a análise dos princípios da metodologia Lean e de sua aplicação no desenvolvimento de software, pode-se observar que esta metodologia serve principalmente para auxiliar na identificação dos pontos que precisam ser adequados dentro de um processo de desenvolvimento de software. Estes pontos

são voltados aos princípios, valores e ferramentas necessárias para tornar o desenvolvimento enxuto.

Como as metodologias ágeis são iterativas e incrementais, resultam em um produto desenvolvido com base em uma melhoria contínua; onde, como o cliente participa de todo o processo de desenvolvimento do projeto de uma forma muitas vezes direta, a sua satisfação normalmente é garantida.

O caso da Capital One partir da aplicação da metodologia de desenvolvimento ágil SCRUM, juntamente com a metodologia Lean, mostra que estas metodologias podem ser aplicadas de uma maneira complementar, ou alternativa às metodologias tradicionais, e que elas também podem ser aplicadas de maneira complementar entre si.

Enquanto o SCRUM é uma ferramenta focada principalmente em planejamento e gerência, a metodologia Lean Software Development aborda os princípios, valores e ferramentas de um desenvolvimento enxuto de software, os benefícios de ambos podem ser atingidos a partir da integração e adaptação das partes tendo em vista diversas particularidades.

## Referências

BARALDI, E. C.; KAMINSKI, P. C. **Using the production preparation process as an advanced Lean Enterprise Methods tool**. SAE Technical Paper Series, n. 2008-36-0057, 2008.

BASSI FILHO, D. L. **Experiências com desenvolvimento Ágil**. São Paulo, 2010. Disponível em: <[www.teses.usp.br/Dissertacao\\_Metodos\\_Ageis\\_Dairton\\_Bassi.pdf](http://www.teses.usp.br/Dissertacao_Metodos_Ageis_Dairton_Bassi.pdf)> Acesso em: maio de 2015.

COOPER, R.G.; Perspective: the Stage-Gate® idea-to-launch process— update, what's new, and Nexgen Systems. The Journal of Product Innovation Management. v. 25, n. 3, p. 213, 2008.

FADEL, A.C., SILVEIRA, H.M. **Metodologias ágeis no contexto de desenvolvimento de software: XP, Scrum e Lean**. Limeira, 2010. Disponível em <[http://www.ceset.unicamp.br/liag/Gerenciamento/monografias/Lean%20Agil\\_v8.pdf](http://www.ceset.unicamp.br/liag/Gerenciamento/monografias/Lean%20Agil_v8.pdf)>

Acesso em: maio de 2015.

FRANCO, E. F. **Um modelo de gerenciamento de projeto baseado nas metodologias ágeis de desenvolvimento de software e nos princípios da produção enxuta**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-09012008-155823/pt-br.php>> Acesso em: maio de 2015.

KATAYAMA, E. T. **A contribuição da indústria da manufatura no desenvolvimento de software**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. [S.l.]. 2010.

HIGHSMITH, J. A. **Agile software development ecosystems**. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, v. 13, 2002.

HILL, A. V. **The encyclopedia of operations management**, 1st ed., Pearson Education, New Jersey, 2012.

HOLWEG, M. **The genealogy of lean production**. Journal of Operations Management, v. 25, n. 2, p. 420-437, 2007.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Desenvolvimento Lean de produtos**. 2010. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>> Acesso em: maio de 2015.

MAGELA, R. **Engenharia de Software Aplicada: Princípios**. 4. ed. [S.l.]: Alta Books, v. 1, 2006.

MIDDLETON, P. Lean Software Development: Two Case Studies. **Software Quality Journal**, v. 9, p. 241-252, 2001.

MIDDLETON, P.; JOYCE, D. Lean Software Management: BBC Worldwide Case Study. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 59, n. 1, p. 20-32, fev. 2012.

OICA - **The International Organization of Motor Vehicle Manufacturers**. Available at: < <http://oica.net> >. Access January 5, 2014.

POPPENDIECK, M.; CUSUMANO, M. A. Lean Software Development: A Tutorial. **IEEE Software**, p. 26-32, 9/10 2012.

POPPENDIECK, M.; POPPENDIECK, T. **Lean software development: An agile toolkit**. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2003.

SUTTON, J. Welcoming Software Into the Industrial Fold. **Crosstalk: The Journal of Defense Software Engineering**, v. 21, n. 5, maio 2008.

WELO, T. 'On the application of lean principles in Product Development: a commentary on models and practices', **International Journal of Product Development**, v. 13, n. 4, p.316–343, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. [S.l.]: Simon and Schuster, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world: The story of lean production - Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry**. [S.l.]: Simon and Schuster, 1991.