

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE GESTÃO E ECONOMIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE NEGÓCIOS

FELIPE AUGUSTO PASTORE DE LIMA

DESENVOLVIMENTO ENXUTO DE SOFTWARE

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA - PR

2013

FELIPE AUGUSTO PASTORE DE LIMA

DESENVOLVIMENTO ENXUTO DE SOFTWARE

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Gestão e Economia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Gestão de Negócios” -

Orientador: Profa. MSc. Hilda Alberton de Carvalho

CURITIBA - PR

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria do Campus Curitiba
Gerência de Pesquisa e Pós-graduação
Departamento Acadêmico de Gestão e Economia
Curso de Especialização em Gestão de Negócios

TERMO DE APROVAÇÃO

Desenvolvimento Enxuto de Software

Esta monografia foi apresentada às 18 h 00 min, do dia 16 de Agosto de 2013, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão de Negócios – Departamento Acadêmico de Gestão e Economia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. MSc. Hilda Alberton de Carvalho
(UTFPR)

Prof. Dr. **Vanessa** Ishikawa Rasoto
(UTFPR)

Visto da Coordenação:

Prof. MSc. Paulo Roberto Ienzura Adriano
(UTFPR)

Prof. Dr. Paulo Daniel de Sousa Batista
Coordenador do Curso de Especialização em
Gestão de Negócios

RESUMO

LIMA, F. A. P. Desenvolvimento Enxuto de Software. 2013. 38 f. Monografia (Especialização em Gestão do Conhecimento nas Organizações) – Programa de Pós-Graduação em Gestão de Negócios, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo estudar a aplicabilidade da produção enxuta voltada ao desenvolvimento de software, bem como o grau de conhecimento/informação deste sistema pelos profissionais que atuam no segmento de desenvolvimento de software. A preocupação atual das empresas em se tornar mais competitiva tem exigido aprofundamentos na pesquisa de soluções técnicas que possibilitem a redução dos desperdícios de recursos. Os profissionais que atuam no segmento de desenvolvimento de software foi o foco deste trabalho. Para o cumprimento dos objetivos propostos, foi aplicado um questionário direcionado a estes profissionais e com a análise dos resultados foi possível compreender como os mesmos tem buscado interagir com as técnicas propostas nos vários estudos sobre o assunto. Como o desenvolvimento de software se propõe a automatizar os procedimentos para agilizar a busca por informações que fazem parte do ciclo de vida das empresas é importante que se antecipe de forma organizada a obtenção destas informações. A compreensão do resultado da pesquisa orienta as empresas e profissionais no sentido de direcionar sua atuação focados para o controle das atividades na busca pela redução dos desperdícios.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Software, Produção Enxuta, Redução de Desperdício

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Você conhece ou já ouviu falar sobre Produção Enxuta, Lean Manufacturing ou Sistema Toyota de Produção?	28
Figura 2 - Você trabalha na área de desenvolvimento de software?	29
Figura 3 - Qual o nível de desperdício que você considera que existe em seu processo de trabalho?	30
Figura 4 - Quanto as funcionalidades de seu produto e/ou serviço, qual afirmativa abaixo lhe parece mais apropriada?	31
Figura 5 - Para modificar seu produto e/ou serviço para atender necessidades do cliente, qual o nível de dificuldade enfrenta?	32
Figura 6 - Defeitos verificados nas fases iniciais do desenvolvimento de seu produto e/ou serviço, são corrigidos.	33
Figura 7 - Ao encontrar um problema, o comportamento típico do responsável por tomar a decisão de resolvê-lo é.	34
Figura 8 - Na verificação de causas de problemas no seu trabalho, qual a sequência utilizada?	35
Figura 9 - Em relação as tarefas que você realiza diariamente.	36
Figura 10 - Como você considera o reconhecimento de sua opinião sobre o processo de trabalho?	37
Figura 11 - Quando uma melhoria no processo de trabalho de sua empresa é desenvolvida.	38
Figura 12 - Sua avaliação sobre a satisfação dos clientes em relação a seus produtos e/ou serviços.	39
Figura 13 - Sua avaliação em relação à qualidade do processo de trabalho que você utiliza.	40
Figura 14 - Sua avaliação em relação à qualidade de seu produto e/ou serviço.....	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
1.1	Tema.....	7
1.2	Problema	7
1.3	Justificativa	8
1.4	Objetivos.....	9
1.4.1	Objetivo Geral	9
1.4.2	Objetivos Específicos.....	9
1.5	Metodologia	9
1.6	Estrutura Do Trabalho	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Desenvolvimento De Software	11
2.1.1	Levantamento de requisitos	11
2.1.2	Análise do sistema	12
2.1.3	Codificação	12
2.1.4	Teste	13
2.1.5	Distribuição	13
2.1.6	Manutenção	14
2.2	Produção Enxuta	14
2.2.1	Desperdício	15
2.2.3	<i>Genchi genbutsu</i>	16
2.2.4	<i>Just-in-time</i>	17
2.2.5	<i>One piece flow</i>	18
2.2.7	<i>Kanban</i>	18
2.2.8	Padronização	19
2.3	Produção Enxuta Voltada Ao Software	20
2.3.1	Desperdícios no desenvolvimento de software.....	20
2.3.2	Amplificar o aprendizado.....	21
2.3.3	Decidir o mais tarde possível	22
2.3.4	Entregar o mais rápido possível.....	23
2.3.5	Capacitação e respeito pela Equipe	23
2.3.6	Construção de Integridade.....	24
2.3.7	Enxergar o todo.....	24
3	METODOLOGIA	26
3.1	Caracterização Da Pesquisa	26
3.2	Procedimentos Da Pesquisa	27
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
	REFERÊNCIAS.....	45
	APÊNDICES.....	48

1 INTRODUÇÃO

A produção enxuta é um tema que vem sendo discutido no meio acadêmico como forma de levar para as salas de aula o conhecimento empírico das empresas que estão conseguindo melhorar a competitividade por meio da redução de custos e melhoria das atividades desenvolvidas. Ainda que a maioria das empresas que desenvolvem alguma atividade no sentido da produção enxuta não estejam obtendo todos os benefícios que podem advir com a implementação completa deste sistema, o que poderia ser alcançado. Segundo Liker (2005) com o conhecimento mais profundo do conceito “enxuto” como um sistema que deve fazer parte da cultura da empresa.

1.1 Tema

Segundo Bessa (2004, p. 23), o Sistema de Produção Enxuta foi denominado por Womack em 1990 em um trabalho desenvolvido no MIT - Massachusetts Institute of Technology, sobre a indústria automobilística mundial, onde o termo “enxuto” determina a eficácia desse sistema quando comparado com o sistema de produção em massa.

Segundo Bessa (2004, p. 26) o Sistema Toyota de Produção implementado no início dos anos 50 no Japão foi a gênese do termo “enxuto”. Os Sistemas Enxutos de Manufatura permite a otimização dos recursos dos processos produtivos e promove o nivelamento da produção, flexibilizando a mão de obra e reduzindo os desperdícios no “chão de fábrica”. Porém, a limitação do ser humano na realização de tarefas repetitivas, cria um “gargalo”, rompendo com o nivelamento da produção.

Com algumas adaptações as práticas de produção enxuta podem ser aplicadas ao serviço de desenvolvimento de software, fazendo com que este sistema seja um aliado para que empresas e desenvolvedores de software melhorem seus processos.

1.2 Problema

O aumento da competitividade entre as empresas exige produtos e serviços de qualidade a preços mais baixos, a redução dos custos é uma necessidade atual verificada em todas as atividades.

Considerando a necessidade de melhorar a produtividade dos desenvolvedores de software, se faz necessária a busca de ferramentas ou métodos que possam contribuir para a otimização dos esforços na área de desenvolvimento. Para tanto pretende-se neste trabalho responder a seguinte questão de pesquisa: A aplicação do sistema de produção enxuta melhora a produtividade dos desenvolvedores de software?

1.3 Justificativa

O desenvolvimento de software é um processo que visa automatizar os procedimentos de modo a tornar mais ágil a busca por informações para as empresas. Estas informações fazem parte do ciclo de vida das empresas e todas as oportunidades de antecipar de forma organizada a obtenção destas informações, acarreta em maior competitividade para a empresa. Segundo Dooley (2011, p.1) o desenvolvimento de software é o processo de coletar os requerimentos do usuário do software, realizar uma análise, projetar a solução do problema e implementar a solução em um sistema de informação.

Segundo uma pesquisa realizada pelo grupo Standish (1995, p. 2-10), que entrevistou 365 executivos da Tecnologia da Informação envolvidos em 8380 projetos, apenas 16,2% destes projetos de software foram entregues no prazo, dentro do orçamento e contendo todas as funcionalidades originalmente especificadas, 52,7% foram entregues, porém atrasados, estourando o orçamento ou sem as funcionalidades previamente especificadas e 31,1% dos projetos foram cancelados na fase de desenvolvimento.

Os quatro principais fatores de fracasso encontrados foram a falta de especificação dos requerimentos do projeto, falta de envolvimento por parte do cliente, falta de recursos e expectativas não realistas.

Para ajudar no estudo da customização do desenvolvimento de projetos de software, Poppendieck e Poppendieck (2003) pioneirizaram o desenvolvimento de software enxuto inspirado na produção enxuta originada na Toyota.

Este estudo justifica-se pela importância que o tema competitividade e produtividade vem ganhando entre as organizações. O levantamento do grau de conhecimento e informação que os desenvolvedores de software têm, ajuda na tomada de decisões sobre a implementação de sistemas mais produtivos e menos onerosos para as empresas.

1.4 Objetivos

Neste tópico serão apresentados os objetivos geral e específicos.

1.4.1 Objetivo Geral

Estudar a aplicabilidade da produção enxuta voltada ao desenvolvimento de software.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar características da produção enxuta em geral
- Identificar características da produção enxuta voltada para o desenvolvimento de software
- Identificar o grau de conhecimento/informação do sistema de produção enxuta (SPE) pelos desenvolvedores de software
- Identificar o grau de satisfação dos desenvolvedores de software que utilizam as práticas do sistema de produção enxuta (SPE)

1.5 Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido em duas etapas. A primeira etapa consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica, onde foram realizados levantamentos e estudos de publicações como livros e artigos acerca do tema.

Na etapa seguinte, foi realizada uma pesquisa exploratória, realizando o levantamento dados, utilizando o questionário estruturado o qual foi aplicado com o uso da ferramenta *Google Docs*, questionando os pesquisados sobre seu conhecimento em relação a produção enxuta, se está sendo aplicada e quais os resultados que obtiveram.

Em seguida, foi realizada a análise dos dados, confrontando com as informações obtidas na pesquisa bibliográfica.

Finalmente, foram tecidas conclusões sobre o tema em questão e sobre os resultados obtidos com o questionário.

1.6 Estrutura Do Trabalho

O trabalho foi dividido em cinco capítulos sendo: Introdução, fundamentação teórica, metodologia, apresentação e discussão dos resultados e considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo está organizado da seguinte maneira: a primeira parte apresenta as fases do desenvolvimento de software. A etapa seguinte apresenta a produção enxuta aplicada na produção e a última parte apresenta a produção enxuta voltada ao desenvolvimento de software.

2.1 Desenvolvimento De Software

O termo desenvolvimento de software refere-se a construção de um produto de software que pretende resolver um ou mais problemas.

Segundo Hibbs, Jewett e Sullivan (2009, p. 4) as fases do desenvolvimento de software no modelo em cascata são: o levantamento de requisitos, que busca entender o problema e identificar quais as funcionalidades que o sistema deverá possuir; a análise do sistema, que busca compreender os requisitos levantados, definir o escopo e como será construído o software; a codificação, que é a etapa de construção do software; o teste, que é a fase que se verifica se o sistema está de acordo com as funcionalidades previstas para ele, a distribuição, que é a entrega do produto ao cliente final e a manutenção, que é o processo de otimização do software já desenvolvido.

Estas fases do desenvolvimento podem ser no formato de cascata, ou seja, uma seguida da outra, ou podem ser iterativas e incrementais, ou seja, para o desenvolvimento de software podem haver vários ciclos de repetições das fases do modelo em cascata. Segundo Satirovski (2001, p. 2) é preferível o modelo iterativo e incremental, pois o desenvolvimento em cascata necessita de um conhecimento muito antecipado do sistema ao fazer toda a análise, o que muitas vezes não existe.

2.1.1 Levantamento de requisitos

A fase de levantamentos de requisitos de um software é a fase de identificação das especificações funcionais. Segundo Dooley (2011, p 38), especificações funcionais são descrições do que o sistema deve fazer inteiramente da perspectiva do cliente. Esta especificação não se preocupa como o software será implementado, fala apenas das funcionalidades do sistema.

O custo da mudança durante a fase de levantamento de requisitos é o mais baixo em comparação as outras etapas do desenvolvimento de software pois, segundo McConnell (2004, p. 38) se encontram-se erros de requisitos na fase de codificação, toda ou boa parte do *design* do sistema deve ser alterado para atender a correção do erro de requisitos, sem contar no código de software que foi desenvolvido com base na análise errada, tendo que ser descartado.

2.1.2 Análise do sistema

Segundo Yau e Tsai (1986), análise do sistema é o processo de traduzir os requisitos para uma representação técnica de software.

Segundo Dooley (2011), a análise fundamentalmente utiliza um processo de tentativa e erro, e heurística. Porém os analistas podem utilizar de padrões de projeto, que são soluções já testadas para problemas comuns.

Da mesma forma que os requerimentos mudam, a análise também deve mudar. Mesmo se os requerimentos estiverem estáveis, a interpretação dos requerimentos pelo analista pode mudar, tendo que alterar o design.

Dooley (2011) diz que sempre que um arquiteto de software começa a pensar em uma arquitetura para um programa, ela geralmente começa por desenhar imagens e diagramas de arquitetura, pois permitem que as pessoas vejam a estrutura e o quadro do programa com muito mais facilidade do que em um texto.

2.1.3 Codificação

A codificação é a etapa da implementação das funcionalidades especificadas na fase de levantamento de requisitos e analisadas na fase de análise do sistema. Quem faz a codificação também é chamado de desenvolvedor de software. Faz parte da codificação o desenvolvimento de algoritmos em uma linguagem interpretada pelos computadores.

Segundo Cormen, Leiserson, Rivest e Stein (2009, p. 5), algoritmo é uma ferramenta para resolver um problema computacional específico. Sendo o conceito de problema uma desejada entrada e saída de informações.

Segundo TechTerms (2011) uma linguagem de programação é um conjunto de comandos, instruções e outras sintaxes utilizadas para criar um programa de computador. Linguagens que programadores usam para escrever o código de

programação, são chamadas de alto nível. Esta linguagem é compilada por um programa chamado compilador, traduzindo o que o programador escreve em uma linguagem que as máquinas entendem.

Segundo McConnell (2004, p. 62), deve ser dada bastante importância a linguagem de programação a ser utilizada, pois todo o processo de codificação, do início ao fim, será baseado nesta linguagem.

2.1.4 Teste

Segundo Myers (2004 p. 8) teste de software é um processo ou uma série de processos, projetados para ter certeza que o código de programação faz o que ele foi projetado para fazer e nada mais. Softwares tem que ser previsíveis e consistentes, não oferecendo surpresas desagradáveis aos usuários.

Segundo Hetzel (1993), uma visão antiga de testes, enxergava o teste como uma fase depois da fase de codificação. Sistemas eram projetados, codificados e então testados. Conforme as práticas de teste foram amadurecendo, os projetos de desenvolvimento de software começaram a adotar o teste durante todas as fases do desenvolvimento de software.

Segundo Dooley (2011, p. 193), existem três categorias de testes em um processo típico de desenvolvimento de software: o teste unitário, que é feito pelo desenvolvedor, testa os códigos de programação de uma maneira bem granular; o teste de integração é responsável por testar a integração de vários módulos; o teste de sistema testa o sistema como um todo, ele é feito tanto durante o desenvolvimento, quanto ao final do desenvolvimento, quando o software é proposto a ser entregue aos clientes.

2.1.5 Distribuição

Moreno e Souza (1998, p. 1) apresentam a distribuição de software, como:

Uma das tarefas mais comuns em organizações com redes de computadores é a distribuição de software que consiste em instalar novos softwares em computadores da rede ou atualizar versão de software já instalado. Embora seja fácil copiar manualmente arquivos de programas inteiros para um número pequeno de computadores, isso passa a ser uma tarefa preocupante em redes de médio ou grande porte por consumir

bastante tempo do administrador que precisa instalar, atualizar e configurar cada computador manualmente. Assim, em ambientes maiores, mecanismos automáticos para distribuição de software são de grande utilidade porque permitem minimizar o custo e esforço de disponibilização de software para uma rede com qualquer número de computadores.

2.1.6 Manutenção

Segundo Engholm Junior (2010), a manutenção de software pode estar associada a diferentes motivos. A manutenção de software pode ser corretiva, que se refere a modificação do software afim de corrigir falhas; evolutiva, que se refere a inclusão de novas funcionalidades ou melhoria no desempenho da aplicação; adaptativa, que se refere a adaptação do software a ambientes operacionais diferentes.

2.2 Produção Enxuta

Segundo Hallam, Muesel e Flannery (2010, p. 1), a produção enxuta, também chamada de Sistema Toyota de Produção, teve início no Japão, por volta de 1800, com estudos intensivos de Sakichi Toyoda sobre operação e manutenção de máquinas automáticas de tear utilizadas na indústria têxtil. Toyoda definiu como seu primeiro princípio do sistema de produção enxuta estabelecer automação, um processo automatizado com inteligência humana. A máquina de tear produzida por Toyoda possuía sensores que sempre quando existia alguma falha nos fios a máquina parava, fazendo assim com que os produtos não saíssem com defeito.

Segundo Liker e Meier (2006, p. 34), a fundamentação do sistema Toyota de produção é baseada em um simples e exclusivo objetivo de eliminar desperdício em todos os procedimentos de trabalho. O desafio é desenvolver um método sistemático de continuamente identificar e eliminar desperdício.

Segundo Bowen e Spears (1999), existem as seguintes regras no sistema Toyota de produção: todo o trabalho deve ser claramente especificado, no seu conteúdo, sequência, tempo e resultado; cada relação de cliente-fornecedor deve ser direta e não pode ser ambígua em sua comunicação; o trajeto para cada produto e serviço deve ser simples e direto; qualquer melhoramento deve ser feito em conformidade com o método científico, sob a tutela de um professor, desde o mais baixo nível da organização.

Lima e Zawislak (2003, p. 59) caracterizam a produção enxuta como “eliminação progressiva do desperdício, pelo fluxo contínuo com que os processos produtivos ocorrem, pela produção segundo a demanda do cliente no tempo e na quantidade por este estabelecidos e, por fim, pela relação próxima e de parceria com fornecedores”. □

Segundo Liker (2004) para uma produção ser considerada enxuta, esta requer um modo de pensar que se concentra agregação de valor no fluxo de produção do produto sem haver interrupções, um sistema de reposição de acordo com a demanda, repondo apenas o que a próxima operação irá utilizar em curtos intervalos de tempo e uma cultura onde todos estão buscam continuamente melhorias.

São importantes as considerações onde Miller (2004), menciona pesquisas atuais que sugerem índices acima de 70% em projetos que falham em atingir os benefícios esperados, porque as organizações desenvolvem novos sistemas, processos e práticas, mas falham em implementar a mudança por inteiro. O compromisso parcial das pessoas com as novas formas de trabalho acabam não sustentando as mudanças. O principal problema encontrados é a ampla dependência em suporte externo de consultores ou especialistas, uma vez que a aprendizagem individual e organizacional acontece de maneira bastante limitada e genuína. Além disso, a implementação do sistema de gestão alternativos àqueles baseados na Produção em Massa ocorreu sem entendimento básico dos princípios que norteiam e não foi sugerido pelas mudanças culturais que deveriam acompanhá-lo. Com isso, acumularam-se casos de insucesso ou sucesso parcial, em que os benefícios positivos são dados apenas em áreas específicas ou nos primeiros anos de implementação.

2.2.1 Desperdício

Segundo Jones e Womack (2003, p. 15), *muda*, que se traduz como desperdício, em Japonês, tem especificamente o significado de toda atividade humana que absorve recursos, porém não cria valor: erros que necessitam de retificações, produção de itens que ninguém deseja, fazendo com que os estoques de mercadorias se acumulem, processos que não são necessários, movimentação de trabalhadores e transporte de mercadorias de um local para outro sem propósito,

grupos de pessoas esperando para desempenhar sua atividade, pois uma atividade anterior não terminou no horário e produtos ou serviços que não atendem a necessidade do consumidor.

2.2.2 Encontrar a causa do problema

Segundo Ohno (1997, p. 37-38), para encontrar a causa dos problemas, o sistema Toyota de produção instrui a utilizar a técnica dos cinco por quês, que nada mais é do que perguntar cinco vezes o porquê de algum problema ter acontecido, respondendo cada vez. Segundo Liker e Meier (2006, p. 341) quando encontrada a raiz do problema, as respostas para resolver o problema se tornam óbvias. Neste ponto, uma boa análise poderá gerar a melhor solução.

Segundo Liker e Meier (2006, p. 342), para uma análise eficiente do problema, devem ser respeitados os seguintes requerimentos: a análise não deve ser obscurecida por ideias preconcebidas sobre as causas do problema. Se a causa é assumida, ela impedirá uma análise útil e, provavelmente, levará a maus resultados; Não depender de outras pessoas, nem de dados para encontrar a causa do problema, usar a informação para encontrar a localização do problema e ir ver por si próprio; usar o método dos cinco por quês para ter certeza das verdadeiras causas; em quase todas as situações existem várias causas para o problema, sendo assim a análise deve ser abrangente. Deve avaliar as causas verificando pessoas, métodos, materiais e máquinas; Como pode existir várias causas, deve restringir às mais significativas, focando os esforços nas mesmas; durante a análise o objetivo é identificar as causas dos problemas que podem ser corrigidas pelo “resolvedor dos problemas”, evitando assim a tendência de empurrar o problema ou culpar outras pessoas, forçando a pergunta “o que podemos fazer?”; uma análise profunda e completa fará com que as causas apontem para específicas ações corretivas.

2.2.3 *Genchi genbutsu*

Segundo Liker e Meier (2006, p. 8), *Genchi genbutsu* é um princípio central do sistema Toyota de produção, que significa o lugar atual, a parte atual. O princípio significa ir e ver por si próprio o que está acontecendo e entender a real situação, através da observação direta.

Segundo Liker e Meier (2006, p. 13), você não pode resolver problemas e criar melhorias a menos que você compreenda totalmente a situação real, o que significa ir a fonte, observando e analisando profundamente o que está acontecendo. Não se pode resolver o problema remotamente, por teorizar apenas com base em dados relatados ou olhado para tela do computador. Existe uma crença no sistema de produção da Toyota, que pessoas que tomam decisões e resolvem problemas precisam ter um profundo conhecimento que é adquirido apenas verificando pessoalmente os dados.

2.2.4 *Just-in-time*

Segundo Ohno (1997, p. 26), "*just-in-time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançaram a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleçam esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero".

Segundo Wu e Huang (2004, p. 1), no padrão de produção *just-in-time* é a demanda do cliente que aciona a produção, o que é bem diferente da produção em lote tradicional: ela produz conforme há vendas ou demandas dos clientes e adquire estoque apenas quando a produção necessita. A instrução de produção é dada de acordo com uma informação de venda; e durante o processo de produção, cada processo de trabalho "puxa" o processo anterior, e o estoque de subprodutos é controlado por *Kanban*, que verifica quando um processo está com seu estoque de subprodutos abaixo de sua necessidade para produção alertando o processo anterior para abastecer o estoque de subprodutos do processo posterior. A situação ideal seria aquela que um procedimento de trabalho possui em estoque apenas a quantidade de subprodutos necessária para a produção de um produto final.

Segundo Liker (2004, p. 38), *just-in-time* é uma série de princípios, ferramentas e técnicas que permite que uma companhia produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com curtos períodos de provisionamento, para atender a necessidades específicas do consumidor. O ponto forte do *just-in-time* é que ele permite maior agilidade na resposta das mudanças do cliente.

2.2.5 One piece flow

One Piece Flow, que traduzido significa "fluxo de uma peça", segundo Ries (2011, p. 180-185), funciona devido ao poder de "pequenos lotes". Quando fazemos um trabalho que prossegue em estágios, o "tamanho de lote" refere-se a quantidade de trabalho se move de um estágio para o próximo em um momento. *One piece flow* tem este nome pois ele possui um "tamanho de lote" de uma peça. Parece ser mais eficiente repetir uma tarefa várias e várias vezes, em parte porque esperamos que ficaremos melhores nesta tarefa quanto mais fazemos isso. Infelizmente, em trabalhos orientados a processos, performance individual não possui a mesma importância que a performance do processo. A grande vantagem do *one piece flow* é a de conseguir encontrar defeitos antes. Pois se ao final de um ciclo de produção um produto final já estiver pronto, e tenha sido encontrado um defeito nele, apenas um produto será desperdiçado.

2.2.6 Jidoka

Segundo Audenino (2012), a melhoria continua na operação deve implicar em liberdade, autonomia e confiança, que permite a delegação e auto orientação. A desvantagem de toda máquina que trabalha por si própria quando ativada é a de não parar quando algo anormal acontece, o que leva a acumulação de produtos com defeito.

Segundo Liker e Meier (2006, p. 177), *Jidoka* pode ser traduzido, aproximadamente, como "máquinas inteligentes", e refere-se a capacidade da máquina em detectar um problema e automaticamente parar, fazendo com que a máquina trabalhe continuamente sem a necessidade de um humano ficar monitorando.

2.2.7 Kanban

Segundo Liker e Meier (2006, p. 10-11), pessoas são criaturas visuais, elas precisam conseguir enxergar seu trabalho e seu progresso. Pessoas olhando para gráficos em uma parede podem ter discussões muito efetivas.

Segundo Gupta, Al-Turki e Perry (1999, p. 1066), *Kanban* é uma palavra Japonesa que significa "cartão visível" ou cartão. A vantagem do sistema *Kanban* é

a habilidade de controlar a produção. Outras vantagens incluem sua simplicidade no agendamento da produção e redução da sobrecarga na produção. O processo *Kanban* é visto como um sistema de informação.

Ohno (1997, p. 16) exemplifica o *Kanban* utilizando como referência um Supermercado:

As mercadorias compradas pelos clientes são registradas no caixa. Cartões que carregam informação sobre os tipos e quantidades de mercadorias compradas são então passados para o departamento de compras. Usando essa informação, as mercadorias retiradas são rapidamente substituídas pelas compradas. Estes cartões correspondem ao *Kanban* de movimentação do Sistema Toyota de Produção. No mercado, as mercadorias exibidas na Loja correspondem ao estoque na Fábrica.

Se o supermercado tivesse uma fábrica própria nas suas proximidades, haveria *Kanban* de produção além do *kanban* de movimentação entre a loja e o departamento de produção. Baseado nas instruções indicadas neste *kanban*, o departamento de produção produziria a quantidade de mercadorias compradas.

Segundo Ohno (1997, p. 47), "o *Kanban* impede totalmente a superprodução. Como resultado não há necessidade de estoque extra e, conseqüentemente, não há necessidade de depósito e do seu gerente. A produção de inumeráveis controles em papel também se torna desnecessária".

2.2.8 Padronização

Segundo Brunet (2000, p. 9), não se pode prever o tempo de entrada e saída dos processos, a menos que eles sejam repetitivos e estáveis. Mas padronização é muitas vezes confundida com rigidez, mas na verdade o que a produção enxuta tem encontrado é exatamente o oposto. Ao padronizar as melhores práticas de hoje, eles capturam o aprendizado até este ponto. A tarefa da melhoria contínua é melhorar o padrão, e estas melhorias são transformadas em um novo padrão. Sem este processo de padronização, indivíduos fariam melhorias em sua própria forma de trabalho, porém este trabalho ficaria apenas para eles. Padrões fornecem um ponto de partida para uma verdadeira e duradoura inovação.

2.3 Produção Enxuta Voltada Ao Software

Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 10), apesar de reconhecer os perigos de metáforas mal aplicadas, o desenvolvimento de software é semelhante ao desenvolvimento de produtos e a indústria de desenvolvimento de software pode aprender muito se examinar como as mudanças nas abordagens de desenvolvimento enxuto trouxeram melhorias a indústria.

Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 27), as origens da produção enxuta começaram na produção, mas os princípios podem ser aplicados em qualquer outra disciplina. Entretanto, as praticas específicas da produção enxuta não podem ser diretamente aplicadas ao desenvolvimento de software, devem ser adaptadas. Muitas das tentativas de aplicar as práticas da produção enxuta tem sido sem sucesso, porque gerar um bom software não é um processo de produção, mas sim um processo de desenvolvimento. Desenvolvimento é diferente de produção, pois a produção é como um processo de seguir uma receita pronta, enquanto o desenvolvimento é o processo de criar a receita.

Segundo as ideias de Poppendieck e Poppendieck (2003) existem sete princípios a serem seguidos pelo desenvolvimento enxuto de software: eliminar o desperdício, ampliar o aprendizado, decidir o mais tarde possível, entregar o mais rápido possível, capacitar a equipe, construir integridade e enxergar o todo.

2.3.1 Desperdícios no desenvolvimento de software

Segundo Ries (2011, p. 55), a pergunta chave do processo de desenvolvimento enxuto é a seguinte: "Qual dos seus esforços estão criando valor e quais estão criando desperdício?". A produção enxuta define valor como prover benefícios aos consumidores; qualquer outra coisa é desperdício. Em uma produção de manufatura, os clientes não se importam como o produto é feito, se importam apenas que este funcione, porém quando o produto é algo novo, principalmente na produção de software, muitas vezes se desconhece quem é o cliente e o que o cliente valoriza. No caso de produtos novos, tudo que é feito e que não faz com que se conheça o cliente e suas necessidades, ou que poderia ser feito em menos tempo, é uma forma de desperdício.

Segundo Ries (2011, p. 30), caso seja desenvolvido um produto que ninguém quer, não importa muito se ele foi desenvolvido no prazo e dentro do orçamento.

Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 30), parece ser uma boa ideia adicionar funcionalidades extras no software, em caso seja necessário. Isso parece inofensivo, porém, pelo contrário, é uma séria forma de desperdício. Cada *bit* do código no sistema deve ser rastreado, compilado, integrado e testado toda vez que o código de software é alterado, e isso deve ser mantido por todo o ciclo de vida do software. Cada *bit* de código aumenta a complexidade e é um potencial ponto de falha. Existe a possibilidade que uma quantidade extra de código se torne obsoleta antes mesmo de ser utilizada. Se uma funcionalidade não é necessária no momento que é implementada, adicioná-la no sistema é uma forma de desperdício.

Segundo Hibbs, Jewett e Sullivan (2009, p. 31), com o passar do tempo de desenvolvimento do software, o custo de escrever o código de programação provavelmente é o menor dos custos, pois o código precisa ser projetado, documentando e dado manutenção, alterado ou aprimorado. Isso significa que todos os membros da equipe de desenvolvimento terão que, repetidamente, ler e entender o código de programação. Cada linha de código, cada funcionalidade do software deve ser inserida se ela realmente for utilizada.

Segundo Hibbs, Jewett e Sullivan (2009, p. 31), defeitos causam custosos retrabalhos, o que é sempre um desperdício sem agregação de valor. Defeitos são especialmente caros quando detectados com atraso. Na produção enxuta, quando um defeito é encontrado, a resposta é a de encontrar a causa do defeito e executar as mudanças que prevenirão que o defeito ocorra novamente. Em desenvolvimento de software, isso significa ter testes automatizados que previnem que defeitos sejam introduzidos ao software sem serem detectados. Quando um defeito é encontrado, um novo teste é criado para detectar este defeito, para que ele não ocorra novamente.

2.3.2 Amplificar o aprendizado

A maior forma de aprendizado no desenvolvimento de software, é através do *feedback* do cliente. Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 36-38), a gestão de projetos tradicional muitas vezes considera o *feedback* como uma ameaça, porque há a preocupação de que o aprendizado resultante de *feedback* talvez modifique um plano pré-determinado. Porém o aumento de *feedback*, na

maioria dos casos, é a maneira mais eficaz para lidar com projetos de desenvolvimento de software conturbados: em vez de deixar acumular defeitos, executar testes, logo que o código é escrito; ao invés de adicionar mais documentação ou planejamento, tentar verificar ideias escrevendo código; ao invés de reunir mais requisitos dos usuários, mostrar-lhes uma variedade de telas e fazer com que eles interajam com elas. Qualquer trabalho deve ser feito para um cliente imediato, o que significa que alguém em algum lugar deve estar pronto para fazer uso do resultado do trabalho. Desenvolvedores devem conhecer seu cliente imediato e devem ter como receber *feedback* regularmente.

Segundo Hibbs, Jewett e Sullivan (2009, p. 34) um dos pontos principais deste princípio é o de não esquecer das lições já aprendidas, pois realizar os mesmos erros mais de uma vez ou ter que aprender mais de uma vez como algo funciona é uma forma de desperdício. Esta regra não deve ser aplicada individualmente, todo o time deve compartilhar o aprendizado. Quando tomada uma decisão, deve ser considerado o registro de porque foi tomada essa decisão ao invés de outra, pois muitas vezes esse conhecimento poderá ser utilizado no futuro.

2.3.3 Decidir o mais tarde possível

Segundo Hibbs, Jewett e Sullivan (2009, p. 35), as melhores decisões são aquelas que são feitas quando há a maior quantidade de informações possíveis. Se uma decisão não precisa ser feita em determinado momento, ela deve ser adiada para um momento onde haja maior conhecimento para decidir. Deve-se esperar até o ultimo momento para realizar uma decisão irreversível.

Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 57), o desenvolvimento enxuto de software adia as decisões o maior tempo possível, porque é mais fácil mudar uma decisão que ainda não foi feita. O desenvolvimento enxuto de software traz ênfase ao desenvolvimento robusto, com grande tolerância a mudanças, um desenvolvimento que aceita que mudanças são inevitáveis e estrutura o sistema para que este possa ser adaptado rapidamente aos vários tipos de mudança. Se um sistema é desenvolvido focando em decidir tudo no começo, o projeto estará mais propicio a ser inflexível e resistente a mudanças e as chances de se tomar uma grande decisão estrutural do sistema errada é maior.

2.3.4 Entregar o mais rápido possível

Segundo Hibbs, Jewett e Sullivan (2009, p. 36), entregar o mais rápido possível significa desenvolver funcionalidades iterativamente, em pequenos lotes, similar a ideia do *one-piece-flow*. As funcionalidades podem ser implementadas e entregues antes que seus requerimentos sejam alterados. Isso significa que o cliente tem a oportunidade de usar estas funcionalidades, provendo *feedback* que podem mudar outras funcionalidades antes delas terem sido implementadas.

Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 74), entregar o mais rápido possível é uma estratégia operacional que prove uma grande vantagem competitiva. Clientes gostam tanto de uma entrega rápida, que quando uma companhia aprende como entregar rápido, os competidores geralmente copiam esta prática. Para clientes do desenvolvimento de software, entregas rápidas geralmente significam uma flexibilidade do negócio.

Para desenvolvimentos de novos produtos de software que serão lançados ao mercado, Ries (2011, p.82) recomenda o lançamento de um produto minimamente viável, que é uma versão do produto com o menor número de funcionalidades e tempo de desenvolvimento e que agrega valor ao cliente. O objetivo do produto minimamente viável é o de receber *feedback* dos clientes, afim de continuar desenvolvendo o produto com uma maior segurança das necessidades do cliente.

Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 76), o quanto mais rápido existe a entrega de software, maior é o tempo que você pode adiar decisões. Por exemplo, se uma alteração no sistema leva uma semana para ser entregue, então a decisão deverá ter tomada em apenas uma semana antes da alteração ser necessária, entretanto, se uma alteração demora um mês, as decisões deverão ser tomadas um mês antes da alteração ser necessária.

2.3.5 Capacitação e respeito pela Equipe

Segundo Hibbs, Jewett e Sullivan (2009, p. 36), respeito pela equipe significa confiar e dar autonomia a eles para desenvolver seu trabalho da melhor maneira que eles decidirem, encorajando eles a exporem falhas no processo, encontrar melhorias em seu trabalho e nos processos que os cercam. Respeitar a equipe significa reconhecer as conquistas de cada individuo e solicitar ativamente seus conselhos.

Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 100), uma organização que respeita os desenvolvedores de software como profissionais, respeitará eles para desenvolver seu próprio trabalho com treinamento, acompanhamento e assistência necessária. Isso fará com que seja esperado deles melhoria contínua no modo como eles realizam seu trabalho, como parte de um aprendizado. No desenvolvimento enxuto, as pessoas que agregam valor são o centro da energia organizacional.

2.3.6 Construção de Integridade

Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 29), qualidade no desenvolvimento de software resulta de um sistema com integridade percebida e integridade conceitual. Integridade percebida significa que a totalidade do produto alcança um equilíbrio de função, usabilidade, confiabilidade e economia que encanta os clientes. Integridade conceitual significa que os conceitos centrais do sistema trabalham junto como um todo. Os clientes de um sistema de software irão perceber que um sistema é íntegro se ele resolve seu problema de uma forma fácil e com um custo-benefício coerente. Não importa se os requisitos são mal compreendidos, que mudam ao longo do tempo, ou se dependem de fatores externos; um sistema com integridade percebida é aquele que continua a resolver o problema de uma maneira eficaz. Assim, a qualidade no projeto significa a realização de finalidade ou aptidão para o uso, em vez de conformidade com os requisitos.

Segundo Kniberg (2011, p. 115) se habitualmente são encontrados defeitos no produto, o processo é defeituoso. Todo o processo de desenvolvimento de software tem o primário objetivo de procurar e encontrar defeitos na etapa de codificação do software. Testes devem estar disponíveis para estabelecer confiança e correção do sistema em qualquer etapa do desenvolvimento. A arquitetura do sistema deve permitir a adição de qualquer funcionalidade a qualquer tempo.

2.3.7 Enxergar o todo

Segundo Poppendieck e Poppendieck (2003, p. 146), enxergar o todo é olhar para as organizações como um sistema; é analisar como as partes da organização se inter-relacionam e como a organização como um todo se comporta ao passar do tempo.

Segundo Hibbs, Jewett e Sullivan (2009, p. 36) sempre quando é otimizado localmente um processo, o custo desta otimização é quase o mesmo de realizar esta otimização em todo o processo. Apesar de nem sempre haver controle total do processo, deve sempre tentar incluir o máximo de otimização no processo como um todo.

3 METODOLOGIA

Para o levantamento de dados desta monografia foi realizada uma pesquisa exploratória, que, segundo Gil (1999) o estudo é desenvolvido no sentido de proporcionar uma visão geral sobre determinado fato. Portanto, esse tipo de pesquisa é realizado, sobretudo, quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

A pesquisa bibliográfica foi utilizada para dar suporte teórico, apoiado nas obras nacionais e internacionais de autores que são referência sobre o tema investigado e também utilizou-se a ferramenta eletrônica *Google Docs*, afim de uma disseminação e aplicação mais rápida do questionário.

A realização da pesquisa bibliográfica é exigida, e essencial em todos os tipos de estudos, pois propicia ao investigador uma visão mais vasta do assunto pesquisado (GIL, 2007). De acordo com Cervo, Bervian e Da Silva (2007), qualquer tipo de pesquisa, necessita de uma pesquisa bibliográfica preliminar, fundamentando-se em materiais já publicados, como por exemplo, livros, revistas, artigos científicos, dissertações, teses.

A coleta de dados foi realizada por meio de questionário aplicado ao público que trabalha com o de desenvolvimento de softwares.

Para Martins e Lintz (2000, p. 50) o “questionário é um conjunto ordenado e consistente de perguntas a respeito de variáveis, e situações, que se deseja medir, ou descrever”.

Construiu um questionário estruturado com 14 questões fechadas com o objetivo de avaliar a utilização e os benefícios que os pesquisados estavam conseguindo com a aplicação das práticas do desenvolvimento enxuto. Para a aplicação do questionário foram encaminhados, através de email e da rede social *facebook*, para cerca de 200 pessoas que possuem os perfis de estudantes ou profissionais da área da Tecnologia da Informação.

3.1 Caracterização Da Pesquisa

A pesquisa é exploratória, trata-se assim da realização de pesquisa de campo junto estudantes e profissionais que atuam no desenvolvimento de software na

região de Curitiba, visando identificar o conhecimento e a aplicação da ferramenta produção enxuta na área.

3.2 Procedimentos Da Pesquisa

Foram coletados dados a partir de pesquisas bibliográficas e infográficas, para embasar e auxiliar na realização do estudo. Utilizando artigos publicados em periódicos, livros e anais de encontros técnicos ou científicos. Os principais bancos utilizados para acesso às obras consultadas foram bibliotecas e a *World Wide Web (internet)*.

A coleta de dados foi realizada por meio de questionário (APÊNDICE A) aplicado via meio eletrônico para uma amostra de 200 pessoas, sendo estudantes de cursos de Tecnologia da Informação e profissionais que atuam no desenvolvimento de software. Do total dessa amostra, obteve-se um retorno de 74 questionários, o que corresponde a aproximadamente 37% dos questionários enviados.

Após a coleta de dados, estes foram tabulados e analisados separadamente para verificar se existe inferências relacionadas ao conhecimento sobre o tema estudado.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo os resultados obtidos pela pesquisa serão analisados para cumprir os objetivos propostos neste trabalho.

Inicialmente buscou-se descobrir o nível de conhecimento dos pesquisados a cerca da produção enxuta, *lean manufacturing* ou Sistema Toyota de Produção, bem como sua aplicação ou não para a execução de suas atividades.

A Figura 1, apresenta as indicações dos pesquisados, como pode ser visto a seguir: 35% conhecem o sistema de produção enxuta, mas destes, somente 1% aplica. Outros 34% já ouviram falar e 31% nunca ouviram falar. Com este resultado pode se afirmar que existe um grande espaço para o crescimento da aplicação da produção enxuta nas empresas que estes profissionais atuam, e também a necessidade da disseminação dos conceitos desta técnica.

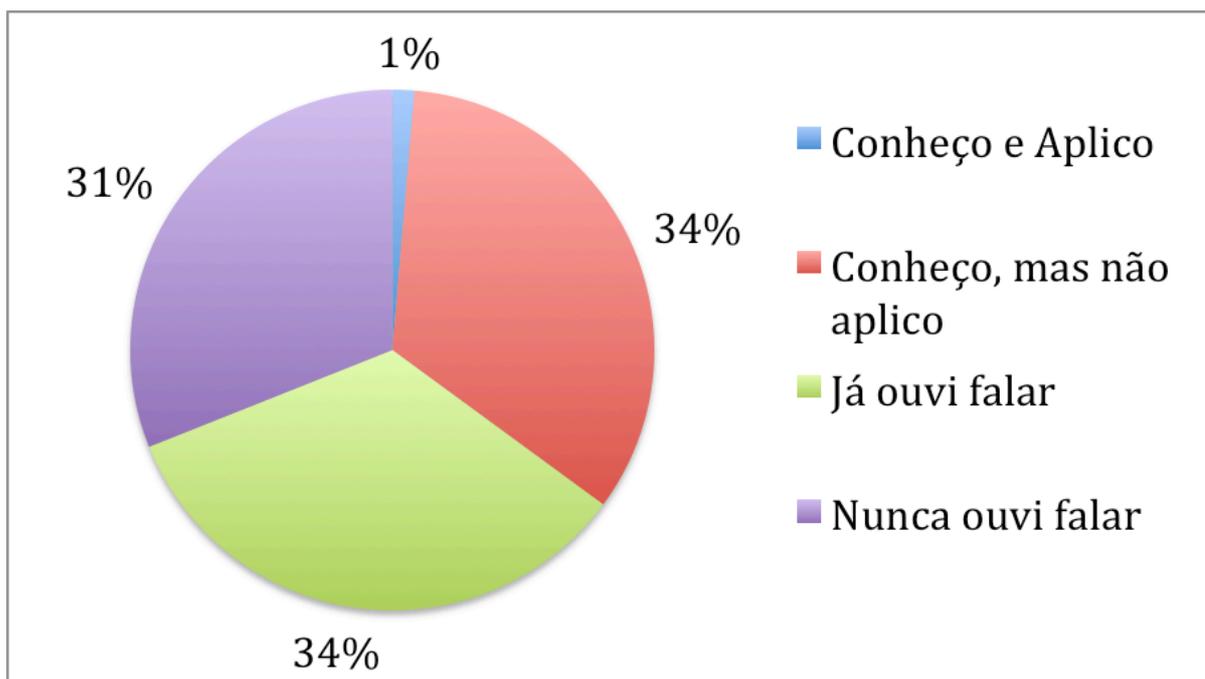


Figura 1 - Você conhece ou já ouviu falar sobre Produção Enxuta, Lean Manufacturing ou Sistema Toyota de Produção?

Fonte: Autoria própria.

A segunda pergunta teve como objetivo descobrir se os pesquisados atuavam na área de desenvolvimento de software. Os resultados apresentados na Figura 2 apontam que 76% deles atuam na área e 24% atuam em outras áreas.

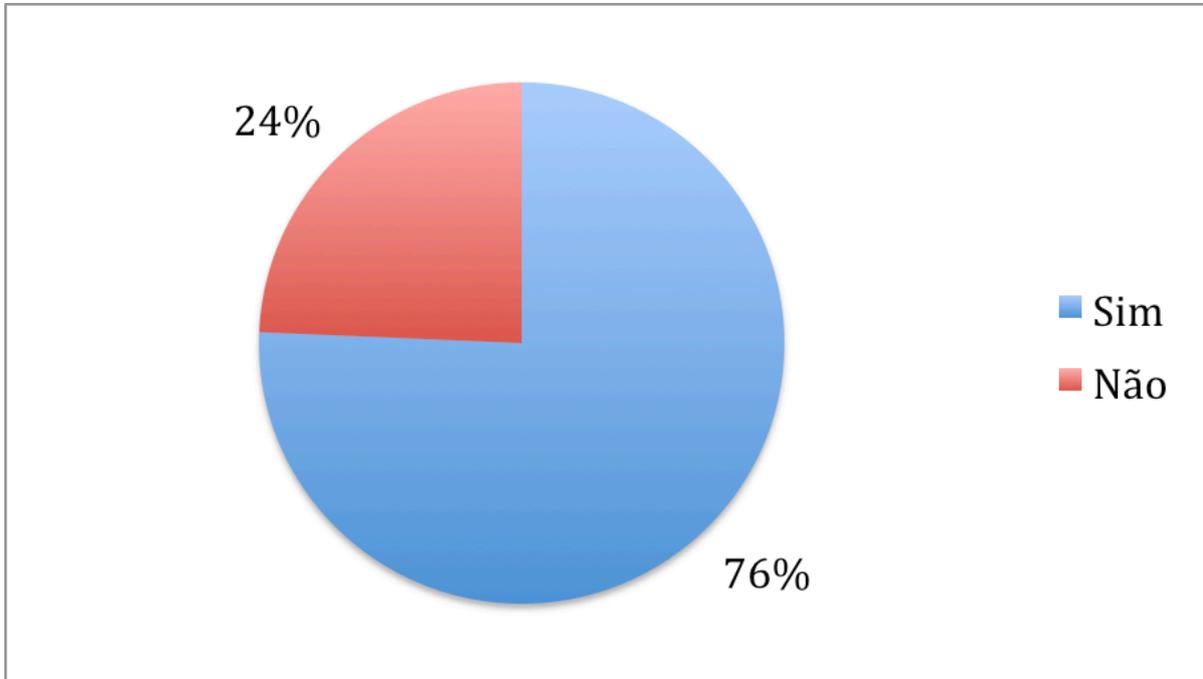


Figura 2 - Você trabalha na área de desenvolvimento de software?

Fonte: Autoria própria.

O objetivo da questão da Figura 3, foi o de verificar o nível de desperdício existente no processo de trabalho dos profissionais. As respostas evidenciaram que 32% dos pesquisados consideraram o nível de desperdício como alto, 29% como médio, 8% como baixo, 3% como altíssimo e 3% como baixíssimo. O resultado refletiu que ainda há muito espaço para melhorias e diminuição de desperdícios. Até porque o fato de que muitos responderam que não conheciam o sistema de produção enxuta do software talvez seja um indicativo de que as pessoas ainda não identifiquem o que de fato é desperdício. Mesmo assim pode se dizer o índice de desperdício é grande pelas respostas apresentadas.

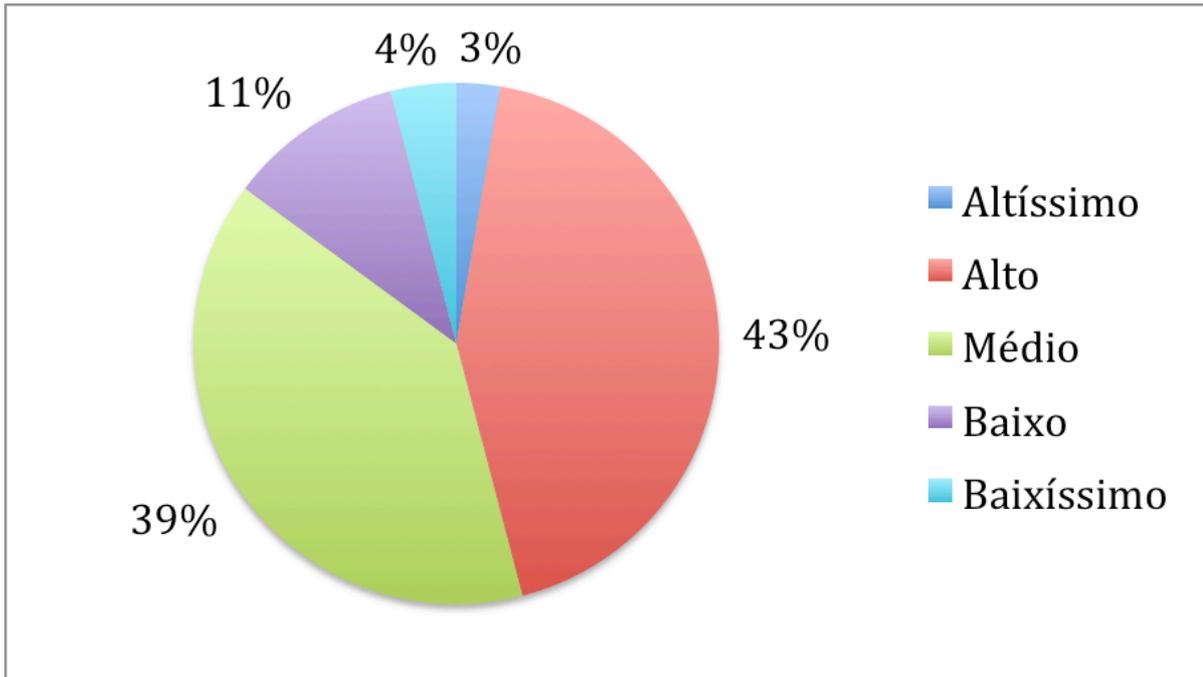


Figura 3 - Qual o nível de desperdício que você considera que existe em seu processo de trabalho?

Fonte: Autoria própria.

O objetivo da questão da Figura 4 foi a de avaliar o nível de funcionalidades não utilizadas do produto e/ou serviço desenvolvido pelos profissionais. As respostas evidenciaram que 45% dos produtos e/ou serviços possuíam algumas funcionalidades não utilizadas, 36% dos produtos e/ou serviços possuem muitas funcionalidades não utilizadas e 19% dos produtos e/ou serviços possuíam todas as funcionalidades utilizadas. O resultado refletiu que os esforços de grande parte dos profissionais pesquisados estão sendo desperdiçados, pois funcionalidades que não são utilizadas não agregaram valor ao cliente.

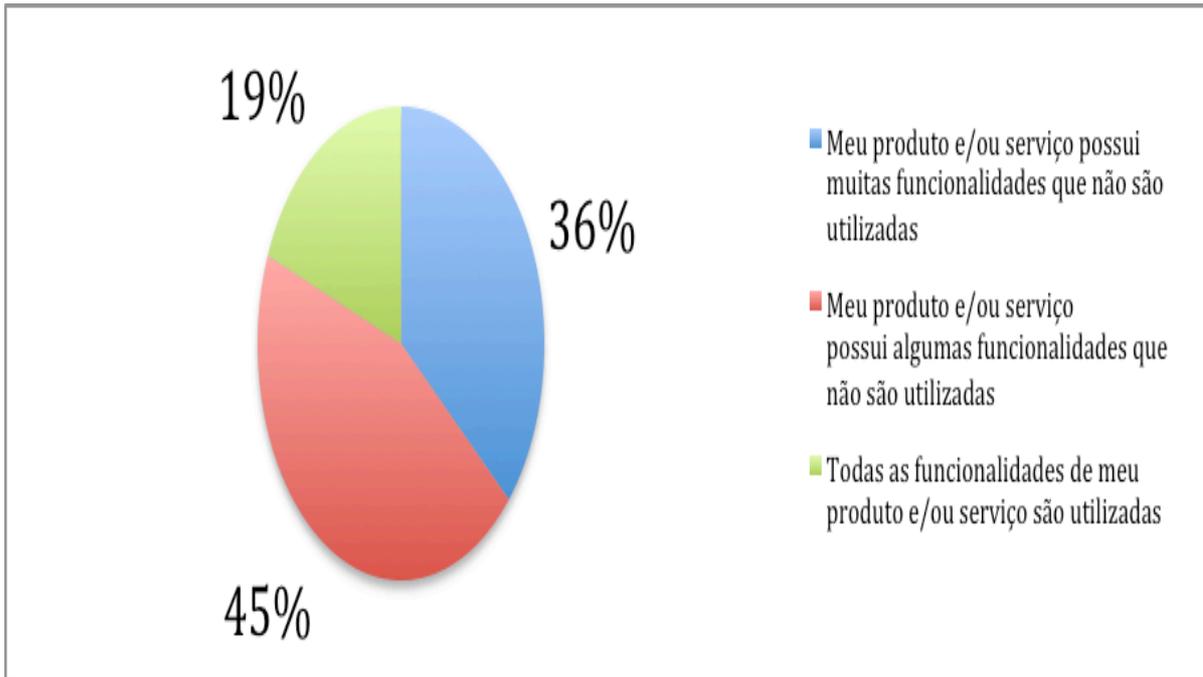


Figura 4 - Quanto as funcionalidades de seu produto e/ou serviço, qual afirmativa abaixo lhe parece mais apropriada?

Fonte: Autoria própria.

A pesquisa procurou identificar o nível de dificuldade enfrentado pela empresa quando precisa modificar seu produto e/ou serviço para atender as necessidades do cliente.

A Figura 5 mostra que 47% dos pesquisados encontram um nível de dificuldade médio, 36% definiram como alto o nível de dificuldades encontradas, 9% afirmam que o nível de dificuldades encontradas é baixo, 4% definem como altíssimo o nível de dificuldade e 3% entendem que o nível de dificuldades enfrentada é baixíssimo. O resultado refletiu que na maioria dos casos existem resistências ao modificar o produto e/ou serviço para atender as necessidades imediatas do cliente, dificultando as relações entre empresa e cliente.

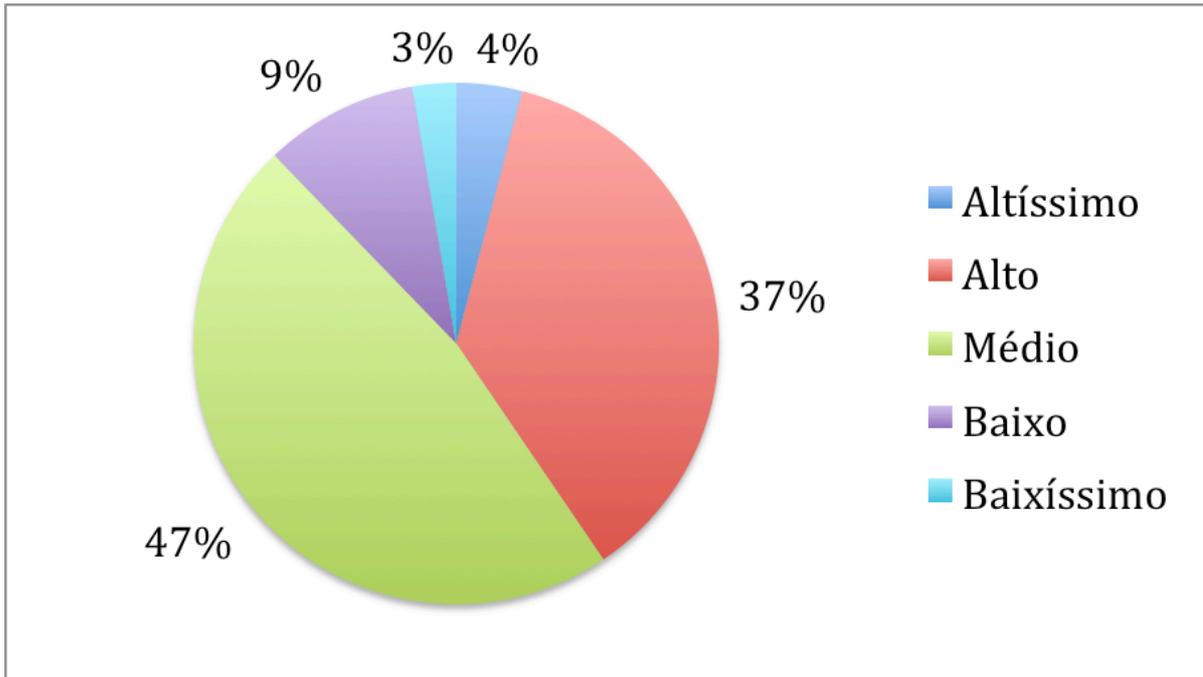


Figura 5 - Para modificar seu produto e/ou serviço para atender necessidades do cliente, qual o nível de dificuldade enfrenta?

Fonte: Autoria própria.

O objetivo das questões da Figura 6, foi para compreender como e em que momento os defeitos são corrigidos. As respostas evidenciaram que 45% dos pesquisados afirmam que são corrigidas em algum momento durante a fase de produção/desenvolvimento, 43% afirmam que os defeitos são corrigidos no momento em que forem verificados, 8% dos pesquisados afirmam que a correção dos defeitos ocorre após a fase de produção/desenvolvimento e 3% disseram que ocorre após a entrega do produto e/ou serviço ao cliente. O resultado refletiu que apesar boa parte dos processos de trabalho incentivarem a corrigir os defeitos no momento que forem verificados ainda há necessidade de conscientização dos desenvolvedores para que procedam a correção imediatamente após a identificação da não conformidade.

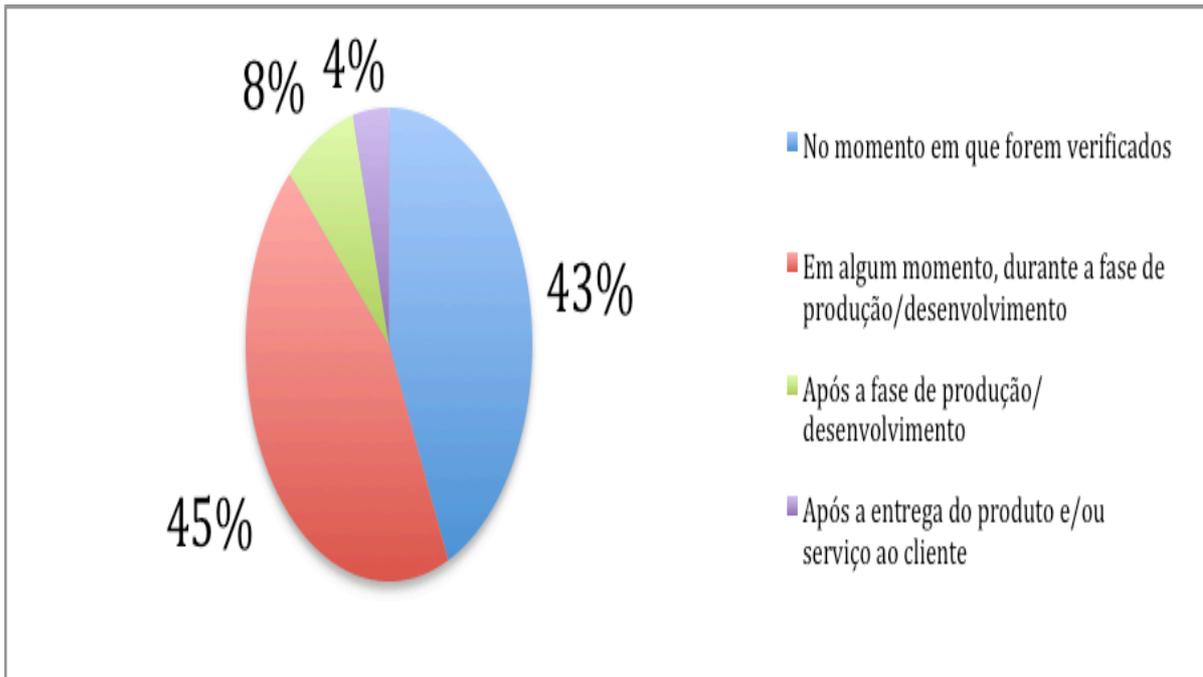


Figura 6 - Defeitos verificados nas fases iniciais do desenvolvimento de seu produto e/ou serviço, são corrigidos.

Fonte: Autoria própria.

Para avaliar o comportamento típico do responsável pelas tomadas de decisões na resolução dos problemas nas empresas em que atuam os pesquisados foi lançada a pergunta da Figura 7. As respostas evidenciaram o seguinte: 50% dos pesquisados afirmam que a pessoa busca obter o máximo de informação através da opinião de outras pessoas ou relatórios, 42% informam que a pessoa busca ver por si mesma o que está acontecendo e analisar a situação. E apenas 8% disseram que a pessoa resolve o que fazer sem buscar informações. O que demonstra que o princípio *Genchi Genbutsu*, ou seja, “ir ver por si próprio” está sendo utilizado em quase metade dos casos, podendo ser aprimorado.

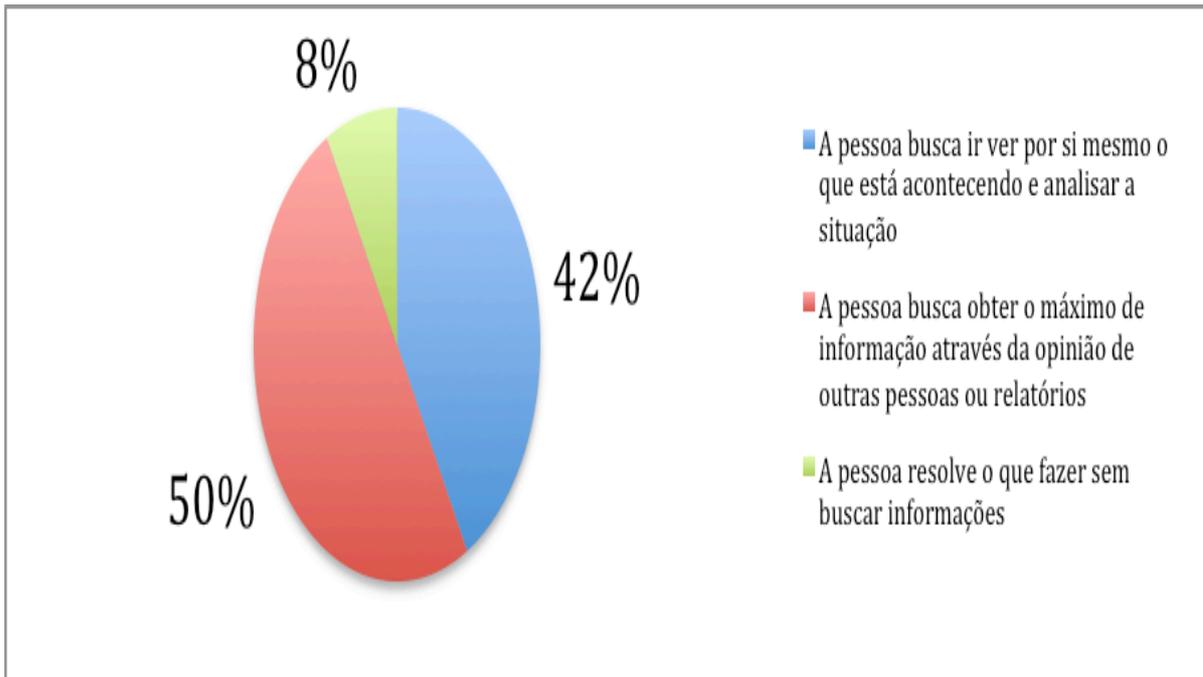


Figura 7 - Ao encontrar um problema, o comportamento típico do responsável por tomar a decisão de resolvê-lo é.

Fonte: Autoria própria.

A pesquisa buscou descobrir a sequência utilizada na verificação das causas dos problemas que ocorrem no trabalho dos pesquisados. A Figura 8 aponta que 40% não se aprofundam além do primeiro nível, isto é, buscam apenas o primeiro “por quê”. 42% chegam ao segundo nível e tentam descobrir o “por quê do por quê”. 12% chegam ao terceiro nível, 3% chegam ao quarto nível e apenas 3% chegam ao 5 nível de aprofundamento das causas. O resultado refletiu que o princípio dos cinco por quês quase não é utilizado pelo grupo pesquisado.

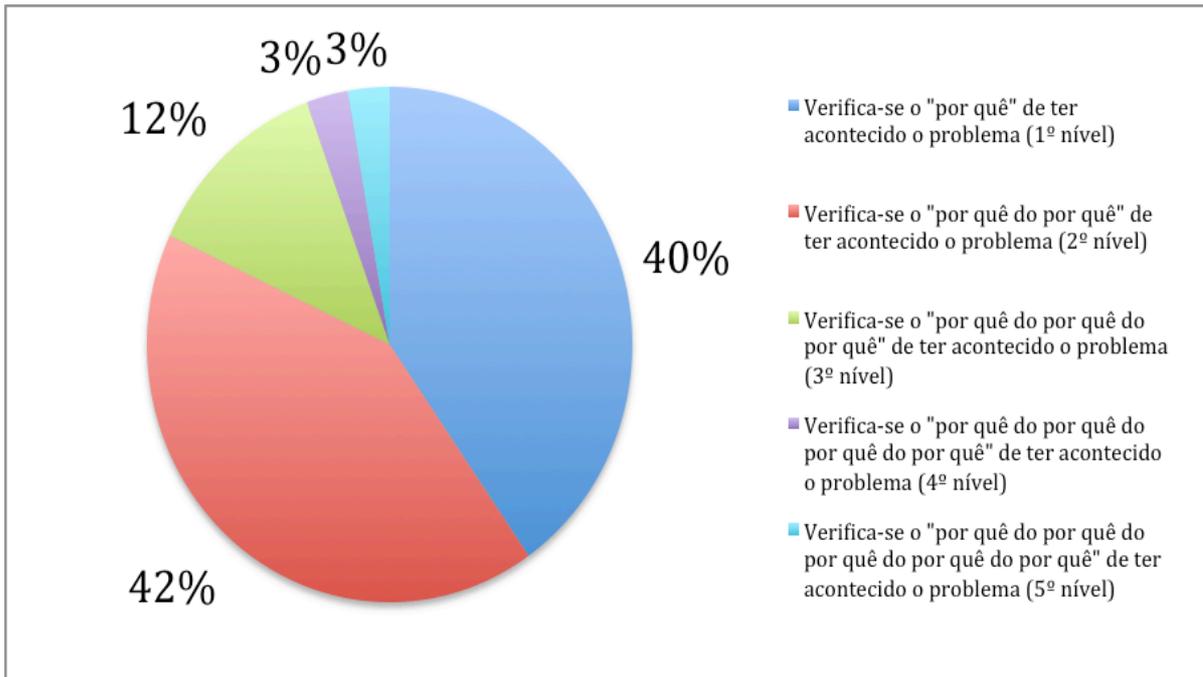


Figura 8 - Na verificação de causas de problemas no seu trabalho, qual a sequência utilizada?
 Fonte: Autoria própria.

O objetivo da questão da Figura 9 foi o de verificar o nível de autonomia dos profissionais em relação ao trabalho que realizam diariamente. As respostas evidenciaram que 46% dos profissionais não decidem quais são suas tarefas, porém decidem como realizá-las, 27% dos profissionais decidem quais são suas tarefas e como realizá-las, 7% decidem quais são suas tarefas, porém não como realizá-las e 3% não decidem quais são suas tarefas, nem como realizá-las. Os resultados evidenciaram que na maioria dos casos os profissionais possuem grande autonomia em relação ao trabalho que realizam.

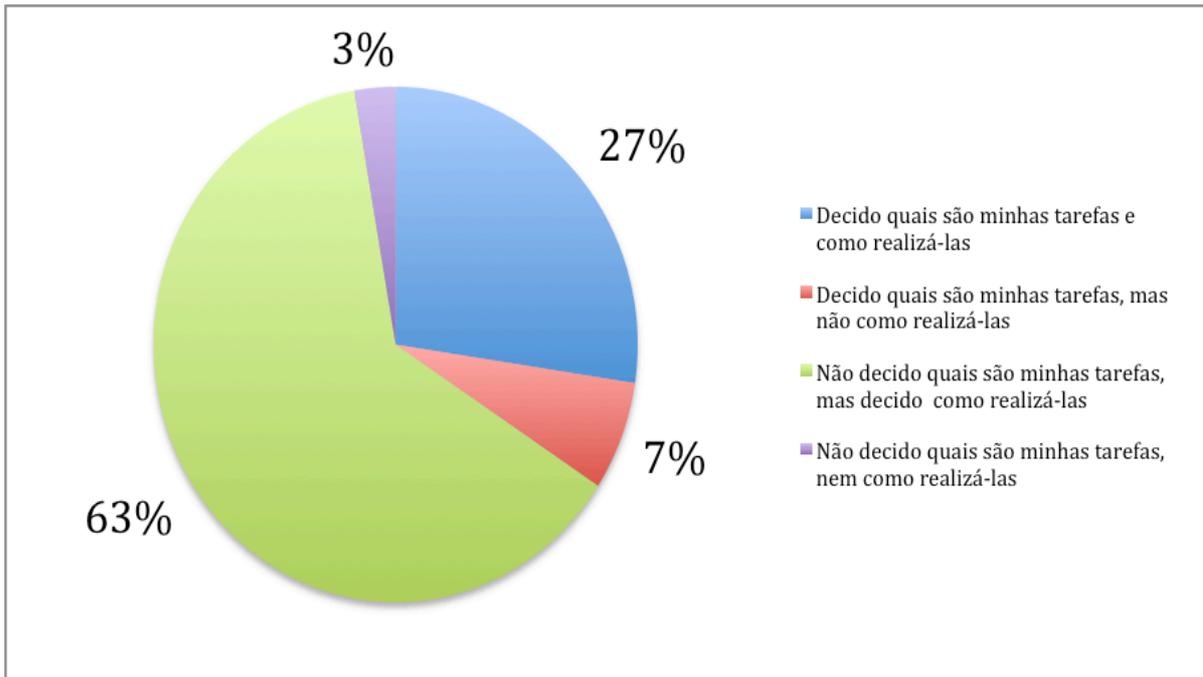


Figura 9 - Em relação as tarefas que você realiza diariamente.
Fonte: Autoria própria.

O objetivo da questão da Figura 10 foi o de verificar o reconhecimento da opinião do profissional em relação ao processo de trabalho. As respostas evidenciaram que 49% possuem suas opiniões muitas vezes consideradas, 39% possuem suas opiniões às vezes consideradas, 11% dos pesquisados possuem suas opiniões sempre consideradas, e 1% nunca possuem suas opiniões consideradas. O resultado refletiu que as empresas podem ampliar o espaço de participação para ouvirem mais seus funcionários afim de melhorar o processo de trabalho.

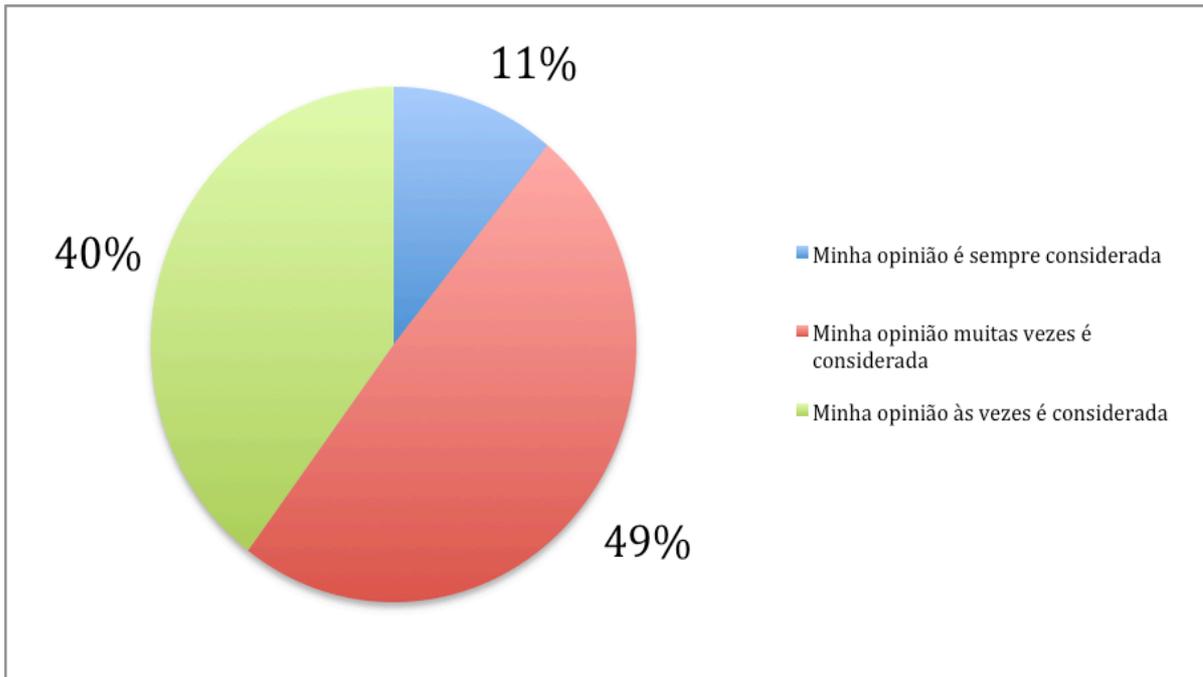


Figura 10 - Como você considera o reconhecimento de sua opinião sobre o processo de trabalho?

Fonte: Autoria própria.

Nesta fase da pesquisa, procurou-se detectar como acontece o processo de incorporação de melhorias desenvolvidas pelas empresas dos pesquisados. A Figura 11 demonstra que 41% afirmam que a melhoria é definida como padrão, incorporada e utilizada por todos na empresa, 35% disseram que a melhoria é incorporada e utilizada por alguns na empresa, 17% afirmam que a melhoria é incorporada, mas acaba sendo utilizada apenas pelo idealizador e 1% disseram que a melhoria acaba sendo abandonada depois de algum tempo. O resultado refletiu que apesar de quase metade das empresas adotarem as melhorias como padrão, fazendo com que todos os funcionários a utilizem, ainda há espaço para muitas empresas aperfeiçoarem a padronização de suas melhorias.

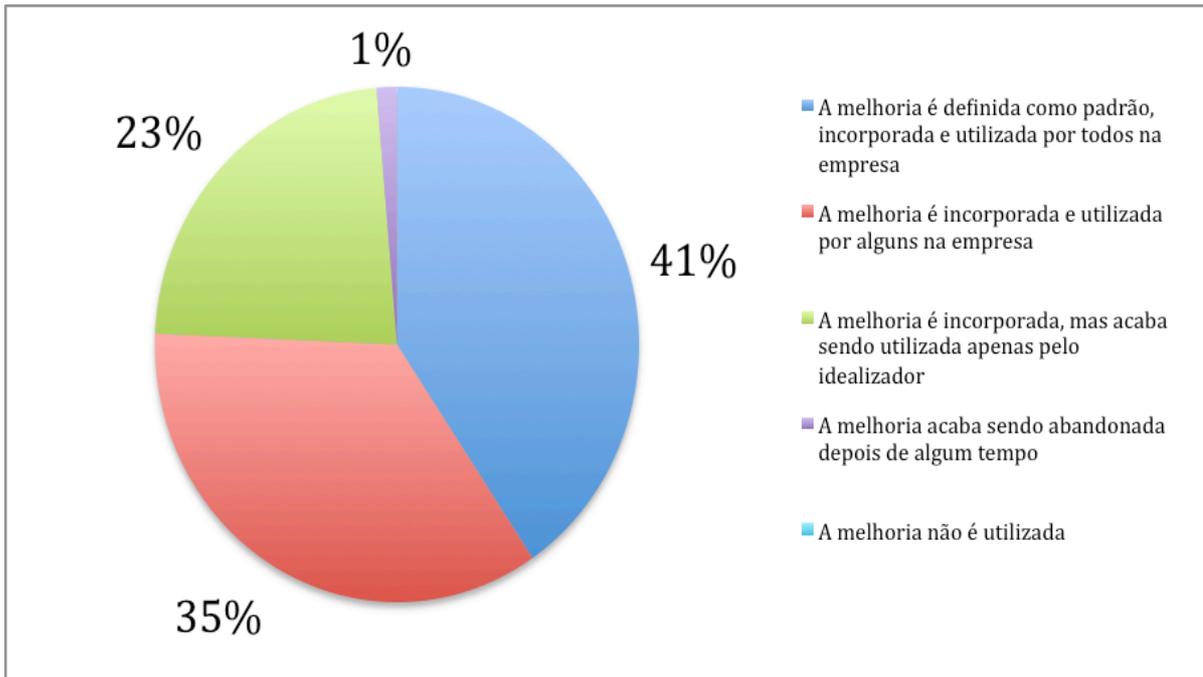


Figura 11 - Quando uma melhoria no processo de trabalho de sua empresa é desenvolvida.
 Fonte: Autoria própria.

Para detectar a percepção dos pesquisados sobre a satisfação dos clientes em relação aos seus produtos/serviços, ficou evidenciado na Figura 12 que 54% consideram que os clientes tem satisfação média, 35% percebem alta satisfação entre os clientes, 5% entendem que os clientes tem altíssima satisfação e os outros 5% distribuídos entres aqueles que entendem que os clientes tem baixa e baixíssima satisfação. O resultado refletiu que ainda há grande necessidade de melhorar a satisfação do cliente.

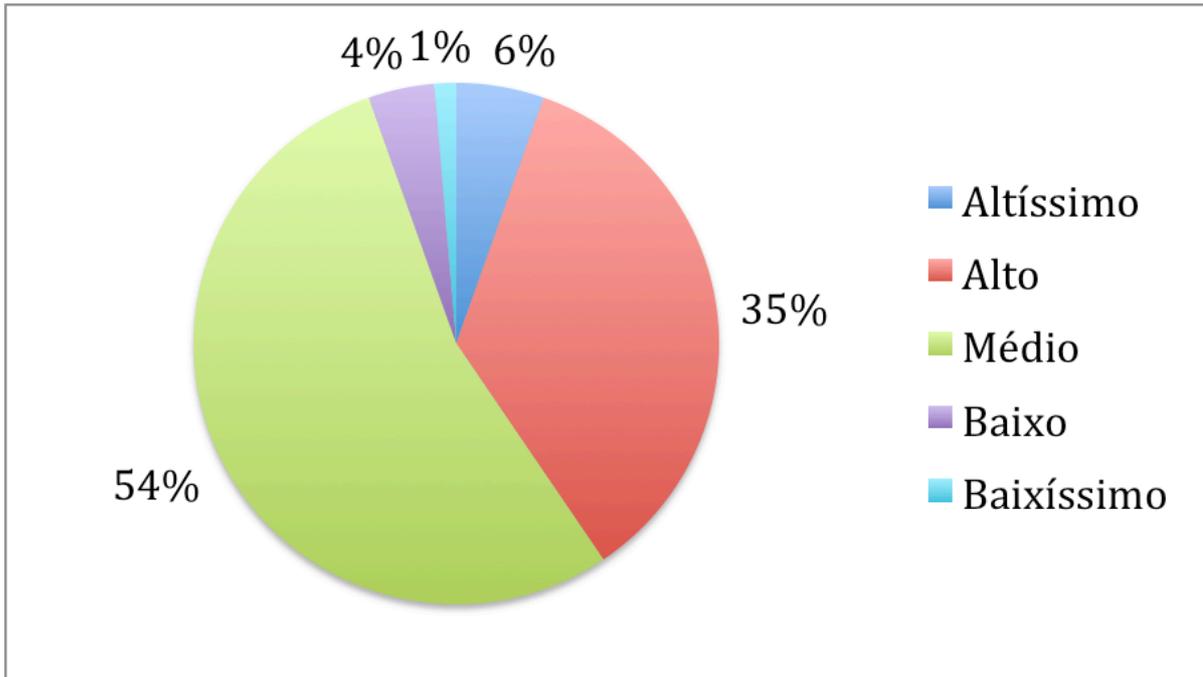


Figura 12 - Sua avaliação sobre a satisfação dos clientes em relação a seus produtos e/ou serviços.

Fonte: Autoria própria.

O objetivo agora foi detectar como os pesquisados avaliam a qualidade do processo de trabalho utilizado. A Figura 13 aponta que 49% entendem que a qualidade do processo é média, 23% afirmam que é alta a qualidade do processo de trabalho. 20% asseguram ser baixa, 5% entendem que o processo de trabalho tem altíssima qualidade e apenas 3% afirmam ter baixíssima qualidade. As respostas indicaram que para a maioria dos pesquisados ainda há um grande espaço para melhorias no processo de trabalho.

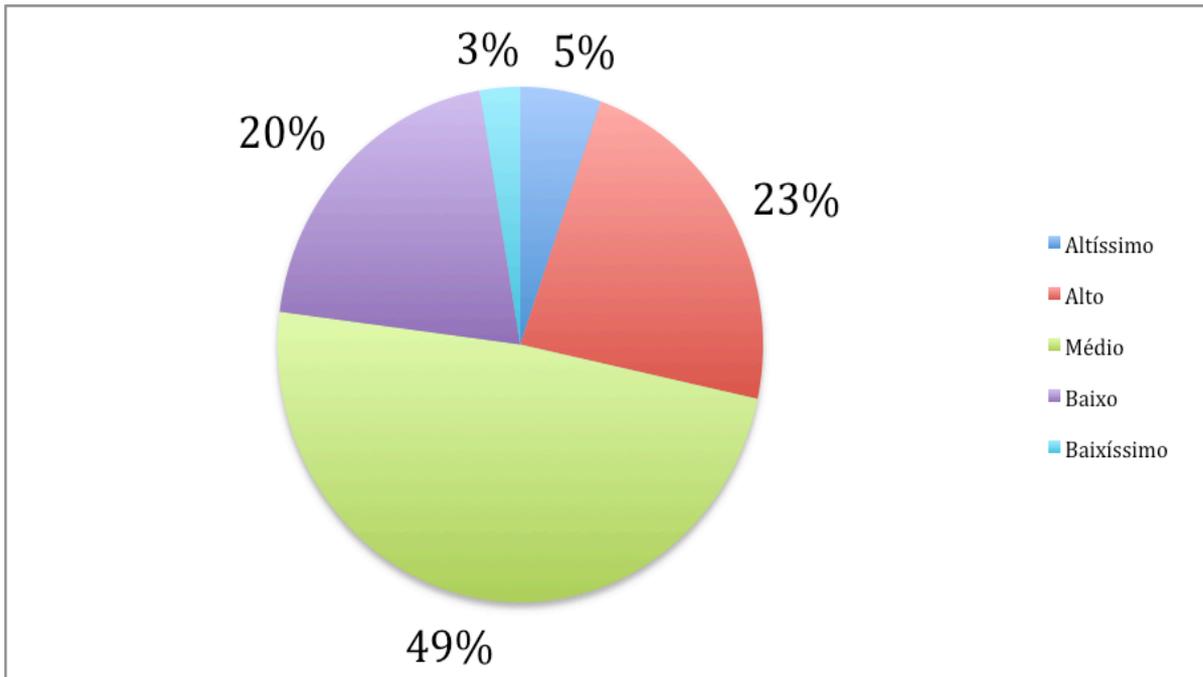


Figura 13 - Sua avaliação em relação à qualidade do processo de trabalho que você utiliza.
Fonte: Autoria própria.

O objetivo da pergunta da Figura 14 foi o de avaliar a qualidade do produto ou serviço desenvolvido pelo respondente. As respostas evidenciaram que 54% reconhecem que o produto ou serviço que realizam tem qualidade média, 32% entendem que tem alta qualidade, 5% afirmaram que possuem altíssima qualidade, 5% definem seus serviços ou produtos como tendo baixa qualidade e 3% afirmam que a qualidade é baixíssima.

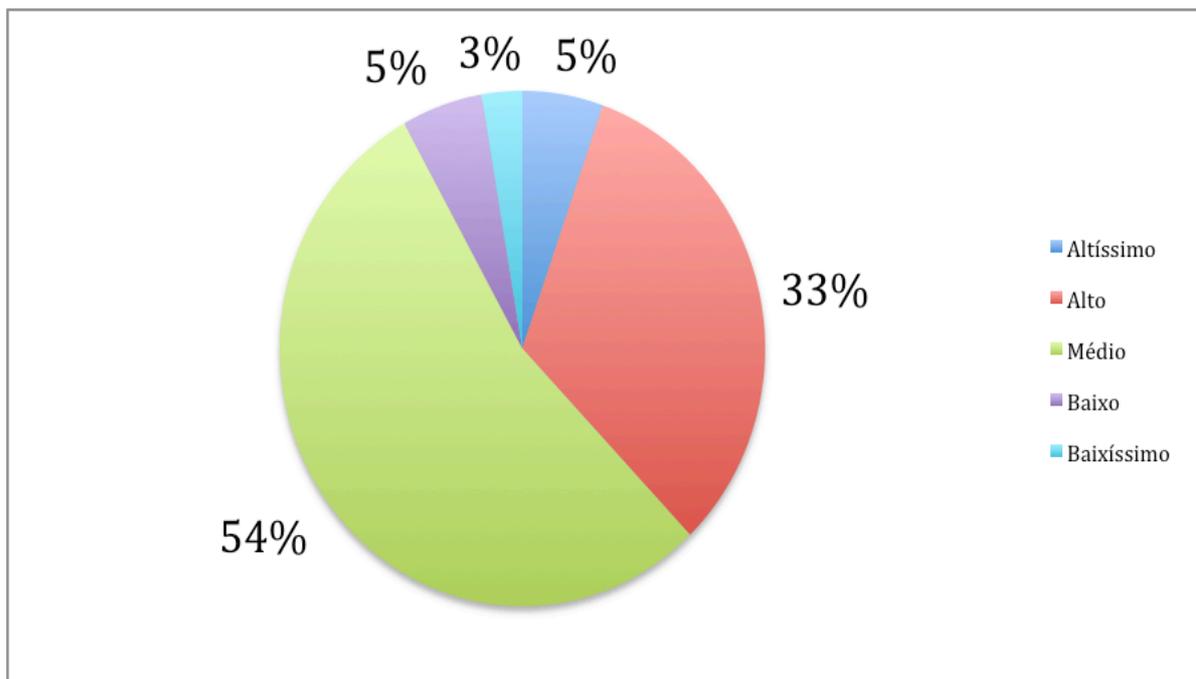


Figura 14 - Sua avaliação em relação à qualidade de seu produto e/ou serviço.
Fonte: Autoria própria.

Apesar da pesquisa ter demonstrado que quase nenhum dos pesquisados diz aplicar o sistema de produção enxuta, algumas das práticas parecem estar sendo utilizadas, pela maioria, ainda que parcialmente. Por isso, caso venham a adotar o sistema de produção enxuta, estes pesquisados já possuem a vantagem de não precisar começar do zero, podendo ir melhorando o processo já existente.

Os principais pontos de melhoria encontrados na pesquisa foram o de minimizar o desenvolvimento de atividades que não agregam valor, melhorar a flexibilidade de alteração do produto ou serviço e principalmente buscar com mais profundidade a causa dos problemas, para evitar que aconteçam novamente.

Os pontos que atendem satisfatoriamente são a agilidade na correção de defeitos, a busca por verificar por si próprio os problemas e a padronização das melhorias.

Dos profissionais pesquisados, boa parte mostrou que possuem grande autonomia no desenvolvimento de seu trabalho, o que significa que as empresas estão permitindo a ampliação de espaço para as melhorias criativas por parte de seus funcionários.

As avaliações, por parte dos pesquisados, sobre a satisfação dos clientes, a qualidade do processo de trabalho e o produto condizem com o resultado da aplicação das práticas da produção enxuta, pois da mesma forma que estas práticas

podem ser aplicadas de maneira mais eficaz, a satisfação dos clientes, a qualidade do processo de trabalho e do produto podem sofrer processos de melhoria.

A pesquisa demonstrou que a produção enxuta possui um campo de atuação vasto no Brasil, pois as organizações procuram formas de se manterem competitivas em um ambiente globalizado sujeito a diversas e frequentes crises e aumentos constantes de preço de insumos, além da necessidade de produzir com qualidade. De acordo com Bardal, Maltaca e Michelasse (2007), os espaços para a produção em massa estão se reduzindo e a administração de preços tem se mostrado ineficiente, fatores estes que acabam atingindo de forma generalizada todas as empresas. As empresas menores acabam sofrendo maior impacto, pois não conseguem repassar os custos de produção, sendo crucial que estas reduzam custos para se manter no mercado. A redução de custos através da produção enxuta implica em buscar uma situação de desperdício zero.

Silva e Rentes (2004) perceberam que o cenário da economia brasileira tem apresentado melhora e avanço nas aplicações das técnicas e ferramentas enxutas, uma vez que as empresas têm buscado cada vez mais alcançar a qualidade, flexibilidade e competitividade. Como a abordagem da Produção Enxuta contribui para as melhorias na produção de produtos, eliminação de desperdícios, reduzindo custos ao mesmo tempo em que agrega valor ao cliente, trazendo uma vantagem competitiva frente ao mercado mundial, torna-se necessária a disseminação deste conceito de produção no setor de máquinas e implementos agrícolas. Com isto, as empresas deste setor poderiam estar mais bem preparadas para o mercado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a necessidade de melhorar a competitividade das empresas no sentido de oferecer ao cliente um produto e/ou serviço a preço justo e com boa qualidade torna-se preponderante que estas utilizem em seus processos de produção e desenvolvimento as técnicas já consagradas por diversas empresas no sentido de reduzir os desperdícios.

O propósito deste trabalho foi o de avaliar a utilização da produção enxuta no desenvolvimento de software e identificar os benefícios que os processos de trabalho podem obter com sua implementação.

O resultado do trabalho evidenciou que poucos profissionais conhecem o que é produção enxuta, e os poucos que conhecem não aplicam, ficando evidente que muito se tem a trabalhar no sentido de que as empresas obtenham maior competitividade através das técnicas da produção enxuta.

Foi detectado durante a elaboração do trabalho que o nível de desperdício na execução das atividades ainda é muito alto, abrindo espaço para a aplicação das práticas de produção enxuta para buscar a redução destes desperdícios.

A diminuição do desperdício no processo de trabalho e no produto faz com que o produto seja entregue com maior qualidade, pois ficará mais enxuto, o que significa que será mais fácil de dar manutenção, realizar alterações; será entregue com maior rapidez, pois não será perdido tempo com distrações que não agregam valor; trará uma maior satisfação para o profissional, pois este verá que está trabalhando em algo que será utilizado e apreciado depois.

Foi detectado também, durante a elaboração do trabalho, que não existe a preocupação devida na hora de encontrar a causa raiz dos problemas no processo de trabalho, o que tem por resultado deixar os problemas acontecerem mais de uma vez, devido a mesma causa.

A insatisfação dos clientes está ligada a dois pontos principais, que foram encontrados na pesquisa. O primeiro ponto foi o de existirem muitas funcionalidades não utilizadas pelo cliente, o que significa que o cliente está pagando por algo que ele não precisa. O segundo ponto foi o de o cliente não possuir muita flexibilidade na hora de exigir alguma alteração no produto ou serviço, o que também contribui para que as funcionalidades não sejam exatamente o que o cliente quer e/ou precisa.

O estudo sobre a aplicabilidade da produção enxuta voltada ao desenvolvimento de software. Permiteu identificar características da produção enxuta em geral, com levantamento bibliográfico de pesquisadores envolvidos na área e também pode se relacionar e identificar as características da produção enxuta voltada para o desenvolvimento de software.

A pesquisa aplicada possibilitou compreender e identificar o grau de conhecimento/informação do sistema de produção enxuta pelos desenvolvedores de software, bem como o grau de satisfação destes desenvolvedores que utilizam as práticas do sistema de produção enxuta.

Em termos educacionais este trabalho permitiu reconhecer a importância da identificação e da busca pela diminuição de desperdícios e permitiu também a descoberta de técnicas já conhecidas pela bibliografia para o auxílio da diminuição destes desperdícios.

O estudo e o público respondente deste trabalho foram genéricos, outros trabalhos de conclusão de curso podem ser avançados a partir deste estudo utilizando uma pesquisa mais direcionada a um público específico na área de desenvolvimento de software que efetivamente utiliza as práticas de produção enxuta.

REFERÊNCIAS

- AUDENINO, A. **Kaizen and lean management autonomy and self-orientation, potentiality and reality**. *Communications, Computing and Control Applications (CCCA), 2012 2nd International Conference on*, vol., no., pp.1,6, 6-8. Dez. 2012.
- BESSA, M. S. C. M. R. **Metodologia para a avaliação do nível de automação em sistemas de produção enxuta**. Curitiba, 2004. Disponível em: <<http://www.produtronica.pucpr.br/sip/conteudo/dissertacoes/pdf/MauroBessa.pdf>>. Acesso em 23 jun. 2013.
- BRUNET, P. **Kaizen in Japan**. *Kaizen: From Understanding to Action (Ref. No. 2000/035), IEE Seminar*, vol., no., pp.1/1,1/10, 2000.
- CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; DA SILVA, Roberto. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, L. R.; STEIN, C. S, **Introduction to algorithms**. MIT Press, 3 edicao, 2009
- DOOLEY, J., **Software development and professional practice**. Apress, 2011.
- ENGHOLM JUNIOR, H. **Engenharia de software na prática**. NOVATEC, 2010.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GUPTA, M. S; AI-TURKI, A.Y.Y; PERRY, F. R. **Flexible kanban system**. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19 Iss: 10, pp.1065 - 1093. 1999.
- HALLAM, C.R.A.; MUESEL, J.; FLANNERY, W., **Analysis of the Toyota Production System and the genesis of Six Sigma programs: an imperative for understanding failures in technology management culture transformation in traditional manufacturing companies**. *Technology Management for Global Economic Growth (PICMET), 2010 Proceedings of PICMET '10:*, vol., no., pp.1,11, 18-22 Julho 2010.
- HETZEL, W. **The complete guide to software testing**. 2. ed. Wiley, 1993.
- HIBBS, C.; JEWETT, S.; SULIVAN, M. **The art of lean software development**. O'Reilly, 2009.
- KNIBERG, H. **Lean from the trenches: managing large-scale Projects with kanban**. The Pragmatic Programmers, LLC, 2011.
- LIKER, K. J. **The toyota way**. McGraw-Hill, 2004.
- LIKER, K. J. ; MEIER, D. **Toyota way fieldbook**. McGraw-Hill, 2006.

LIMA, M. L. S. C; ZAWISLAK, P. A. **A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs**. Revista Produção. Ed 2. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/prod/v13n2/v13n2a06.pdf>>. Acesso em 12 set 2013.

MARTINS, Gilberto de Andrade; LINTZ, Alexandre. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2000. 108p.

MC CONNEL, S. **Code complete 2**. Microsoft Press, 2004.

MILLER, D. **Building sustainable change capability**. Industrial and Commercial Training, v. 36, n.01, p. 9-12, 2004.

MORENO, A. C.; SOUZA, F. M. **Distribuição de software**. Recife, 1998. Disponível em: <<http://www.di.ufpe.br/~flash/ais98/ds/index.html>>. Acesso em 03 jul. 2013.

MYERS, J. G. **The art of software testing**. Word Association, 2004.

OHNO T. **O sistema toyota de produção**: Além da produção em larga escala. Bookman, 1997.

POPPENDIECK, M.; POPPENDIECK, T. **Lean software Dvelopment: an agile toolkit for software development managers**. Addison-Wesley Professional, 2003.

RIES, E. **The lean startup**. Crown Business, 2011.

SILVA, V. C. O e RENTES, A. F. **A importância da Produção Enxuta nas empresas brasileiras do setor agroindustrial**. Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004. Pg 434 a 441. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0103_1915.pdf>. Acesso em 03 jul. 2013

SOTIROVSKI, D., **Heuristics for iterative software development**. *Software, IEEE*, vol.18, no.3, pp.66,73, Maio 2001.

SPEARS, S.; BOWEN, H., K. **Decoding the DNA of the toyota production system**. Harvard Business Review, [S.I.] p. 96 – 106, 1999.

STANDISH GROUP. **The standish group report chaos**. 1995. Disponível em <<https://cs.nmt.edu/~cs328/reading/Standish.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2013, 10:40:00.

TECH TERMS. **Programming language**. 2011. Disponível em <http://www.techterms.com/definition/programming_language>. Acesso em: 05 jun. 2013

YAU, S.S.; TSAI, J.J.-P., **A survey of software design techniques**. Software Engineering, IEEE Transactions on, vol.SE-12, no.6, pp.713,721, June 1986

WOMACK, P. J.; JONES, T. D. **Thinking lean: banish waste and create wealth in your corporation**. Free Press, 2003.

WU, X. B.; HUANG, J. **Business process redesign based on "one piece flow": concept, methodology and application.** *Engineering Management Conference, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International* , vol.3, no., pp.1234,1238 Vol.3, 18-21 Oct. 2004
doi: 10.1109/IEMC.2004.1408891

BARDAL, M., MALTACA, I. I e MICHELASSE, D. B. **A implantação da produção enxuta nas pequenas empresas.** *Revista de administração e Ciências Contábeis.* Ed. n3 de 2007. Disponível em <http://www.opet.com.br/revista/administracao_e_cienciascontabeis/pdf/n3/A-IMPLANTACAO-DA-PRODUCAO-ENXUTA-NAS-PEQUENAS-EMPRESAS.pdf>. Acesso em 03 jul. 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário Desenvolvimento Enxuto de Software

Desenvolvimento Enxuto de Software

Este questionário é referente a um trabalho de conclusão de curso de pós graduação do programa de Gestão de Negócios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Ao responde-lo você estará contribuindo para uma melhor análise de como as práticas do desenvolvimento enxuto estão sendo aplicadas pelos profissionais da Tecnologia da Informação.

1. **Você conhece ou já ouviu falar sobre Produção Enxuta, Lean Manufacturing ou Sistema Toyota de Produção?**

Marcar apenas uma oval.

- Conheço e aplico
- Conheço, mas não aplico
- Já ouvi falar
- Nunca ouvi falar

2. **Você trabalha na área de desenvolvimento de software?**

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

3. **Qual o nível de desperdício que você considera que existe em seu processo de trabalho?**

Podem ser considerados como desperdício qualquer atividade que absorve recursos.

Marcar apenas uma oval.

- Altíssimo
- Alto
- Médio
- Baixo
- Baixíssimo

4. **Quanto as funcionalidades de seu produto e/ou serviço, qual afirmativa abaixo lhe parece mais apropriada?**

Marcar apenas uma oval.

- Meu produto e/ou serviço possui muitas funcionalidades que não são utilizadas
- Meu produto e/ou serviço possui algumas funcionalidades que não são utilizadas
- Todas as funcionalidades de meu produto e/ou serviço são utilizadas

5. **Para modificar seu produto e/ou serviço para atender necessidades do cliente, qual o nível de dificuldade enfrenta?**

Marcar apenas uma oval.

- Altíssimo
 Alto
 Médio
 Baixo
 Baixíssimo

6. **Defeitos verificados nas fases iniciais do desenvolvimento de seu produto e/ou serviço, são corrigidos:**

Marcar apenas uma oval.

- No momento em que forem verificados
 Em algum momento, durante a fase de produção/desenvolvimento
 Após a fase de produção/desenvolvimento
 Após a entrega do produto e/ou serviço ao cliente

7. **Ao encontrar um problema, o comportamento típico do responsável por tomar a decisão de resolvê-lo é:**

Marcar apenas uma oval.

- A pessoa busca ir ver por si mesmo o que está acontecendo e analisar a situação
 A pessoa busca obter o máximo de informação através da opinião de outras pessoas ou relatórios
 A pessoa resolve o que fazer sem buscar informações

8. **Na verificação de causas de problemas no seu trabalho, qual a sequência utilizada?**

Marcar apenas uma oval.

- Verifica-se o "por quê" de ter acontecido o problema (1º nível)
 Verifica-se o "por quê do por quê" de ter acontecido o problema (2º nível)
 Verifica-se o "por quê do por quê do por quê" de ter acontecido o problema (3º nível)
 Verifica-se o "por quê do por quê do por quê do por quê" de ter acontecido o problema (4º nível)
 Verifica-se o "por quê do por quê do por quê do por quê do por quê" de ter acontecido o problema (5º nível)

9. **Em relação as tarefas que você realiza diariamente:**

Marcar apenas uma oval.

- Decido quais são minhas tarefas e como realizá-las
 Decido quais são minhas tarefas, mas não como realizá-las
 Não decido quais são minhas tarefas, mas decido como realizá-las
 Não decido quais são minhas tarefas, nem como realizá-las

10. **Como você considera o reconhecimento de sua opinião sobre o processo de trabalho?**

Marcar apenas uma oval.

- Minha opinião é sempre considerada
- Minha opinião muitas vezes é considerada
- Minha opinião às vezes é considerada
- Minha opinião nunca é considerada

11. **Quando uma melhoria no processo de trabalho de sua empresa é desenvolvida:**

Marcar apenas uma oval.

- A melhoria é definida como padrão, incorporada e utilizada por todos na empresa
- A melhoria é incorporada e utilizada por alguns na empresa
- A melhoria é incorporada, mas acaba sendo utilizada apenas pelo idealizador
- A melhoria acaba sendo abandonada depois de algum tempo
- A melhoria não é utilizada

12. **Sua avaliação sobre a satisfação dos clientes em relação a seus produtos e/ou serviços:**

Marcar apenas uma oval.

- Altíssimo
- Alto
- Médio
- Baixo
- Baixíssimo

13. **Sua avaliação em relação a qualidade do processo de trabalho que você utiliza:**

Marcar apenas uma oval.

- Altíssimo
- Alto
- Médio
- Baixo
- Baixíssimo

14. **Sua avaliação em relação a qualidade de seu produto e/ou serviço:**

Marcar apenas uma oval.

- Altíssimo
 - Alto
 - Médio
 - Baixo
 - Baixíssimo
-