

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

Gabriel Canonica

**Análise da influência das práticas do *Lean Management* em empresas de desenvolvimento de software**

Florianópolis

2021

Gabriel Canonica

**Análise da influência das práticas do *Lean Management* em empresas de desenvolvimento de software**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, habilitação Produção Civil.

Orientador: Prof. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, Dr.

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Canonica, Gabriel

Análise da influência das práticas do lean management em empresas de desenvolvimento de software / Gabriel Canonica ; orientador, Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, 2021.

106 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Civil, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Civil. 2. Influência do Lean Management no Desenvolvimento Software. 3. Correlação entre práticas do Lean com Fatores Críticos de Sucesso. 4. Práticas do lean indicadas para redução de problemas. I. Silva, Glauco Garcia Martins Pereira da. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Civil. III. Título.

Gabriel Canonica

**Análise da influência das práticas do *Lean Management* em empresas de desenvolvimento de software**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Civil, habilitação Produção Civil” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia de Produção Civil

Florianópolis, 07 de maio de 2021.

---

Prof<sup>a</sup>. Mônica Maria Mendes Luna, Dr<sup>a</sup>.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>a</sup>. Marina Bouzon, Dr<sup>a</sup>.  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Maurício Uriona Maldonado, Dr.  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esse trabalho à minha avó, Nilva, que esteve ao meu lado durante todos os momentos da minha vida e nos deixou há poucos dias! Vó, muito obrigado por tudo! Te amo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me guiado até aqui!

Agradeço aos meus pais, Laureci e Alcergio. Mãe, obrigado por toda luta para me proporcionar a possibilidade de estudar em um colégio particular de Florianópolis, tendo se candidatado a uma vaga de auxiliar de copa, para que assim eu pudesse usufruir de uma bolsa. Além disso, muito obrigado por tudo. Pai, obrigado por tudo que você representa para mim. És meu maior exemplo de luta e inspiração para que eu possa buscar meus objetivos. Aos dois, obrigado por não medirem esforços para proporcionar a mim e a meus irmãos tudo que temos hoje, não apenas materialmente, mas principalmente nos valores, experiências e sabedoria.

Agradeço a minha noiva, Luiza, por estar ao meu lado não apenas durante a construção desse trabalho, mas em todos os momentos dos meus últimos dez anos. Obrigado por seres essa mulher incrível que faz meus dias mais felizes e me faz evoluir a cada dia. Obrigado por compartilhar a vida e suas conquistas comigo, és um exemplo para mim!

Agradeço aos meus irmãos, Giovane e Vanessa, pelos momentos e experiências compartilhadas durante toda vida. Por estar presentes durante todos os momentos, me orientando e torcendo por mim.

Aos meus avós, Nilva, Arlindo, Anita e Estefano, por tudo que vocês fazem e fizeram por mim e toda família, por ter nos guiado para o caminho certo e por terem transmitido todo conhecimento, valores e amor.

Agradeço a toda minha família tanto de sangue, quanto de coração, por todo amor, carinho, apoio e momentos felizes. Em especial a minha sogra, Patrícia, e ao meu sogro, Gerson, por terem me auxiliado na conquista de uma bolsa de estudos em um curso pré-vestibular, que me proporcionou chegar aqui hoje.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte a minha trajetória, sem dúvida são vocês que regem toda a sociedade. Em especial aos professores que me auxiliaram na construção desse trabalho, Guilherme e Glauco.

Agradeço a todas as pessoas, responsáveis pelas empresas, que responderam as pesquisas deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos, Os Tequilas, por todos os momentos compartilhados nos últimos 13 anos. Obrigado pela parceria, pelo ombro amigo, pelas risadas, pelas zoeiras e por estarem sempre juntos.

Agradeço a todos os amigos que conheci durante a faculdade, por compartilharem das mesmas conquistas, dificuldades e aprendizados.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina por todas as oportunidades e aprendizados proporcionados. Agradeço as entidades que participei durante a graduação que me transmitiram os conhecimentos profissionais e pessoais que tenho hoje e carregarei durante toda a minha carreira. Muito obrigado LPMC, EJEPE e GLean e a todas as pessoas que vivenciaram essas experiências ao meu lado e realizaram uma troca de conhecimento inesquecível.

Agradeço a todas as empresas que abriram as portas para que eu pudesse realizar estágios e trabalhos para aprender e aplicar os conhecimentos adquiridos. Muito obrigado Instituto Padre Vilson Groh, IEL, Mondiana, Bosch Rexroth, Delishop e Smarket, especialmente esta última, na qual trabalho ainda hoje! Agradeço também ao Sr. Victor e a Dona Lourdes, por terem aberto a casa de vocês para me acolher durante meu estágio na Bosch Rexroth.

## RESUMO

O desenvolvimento de software é um setor que vem crescendo constantemente no mercado, tanto em geração de emprego quanto de renda. Entretanto, além da concorrência de mercado, o setor ainda sofre muito com os seus processos para garantir entregas de qualidade e dentro do prazo. Para isso, o *Lean Management* (LM) surge como uma alternativa que visa otimizar os processos, reduzir os desperdícios e melhorar o relacionamento com os clientes no desenvolvimento de software. Sobretudo, ainda é precário o conhecimento sobre como e quais práticas podem ser aplicadas para resolução dos problemas de empresas de desenvolvimento de software. Diante disso, o presente estudo visa analisar a influência do LM no desenvolvimento de software e para isso, identificar quais as práticas são mais indicadas para a resolução de cada um dos principais problemas do desenvolvimento de software. Para tal, foram identificadas quais são as principais práticas do LM no desenvolvimento de software e quais são os principais fatores críticos de sucesso (FCS), de acordo com a literatura. Com esses dados, realizou-se uma pesquisa com trinta e uma empresas que desenvolvem software na Grande Florianópolis para identificar a incidência dos FCS em seus processos e o nível de implementação das práticas do LM. Com isso, tornou-se possível realizar uma análise estatística de correlação parcial entre cada FCS com cada prática do LM, com o intuito final de identificar quais são as práticas mais indicadas para a resolução de cada problema, os quais são os complementos dos FCS, no desenvolvimento de software. Diante dos resultados, percebeu-se que a maioria das práticas mostrou uma correlação positiva com os FCS, ou seja, são indicadas para a resolução dos problemas do desenvolvimento de software. Além disso, as práticas que mais obtiveram correlações positivas para a redução dos problemas foram *Codesign*, *Kanban* e *Gestão Visual*. Sobretudo, a prática que mais vezes se apresentou como maior recomendação para resolução dos problemas foi *Engenheiro Chefe*, seguida por *Padronização das Operações*, *Nivelamento do Trabalho* e *Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)*.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento de Software, *Lean Management*, Práticas, Fatores Críticos de Sucesso, Problemas.

## ABSTRACT

Software development is a sector that has been constantly growing on the market, both in the creation of jobs and income. However, besides market competition, this sector still suffers a great deal from its own processes to ensure quality deliveries on time. For that, Lean Management (LM) comes as an alternative that aims to optimize processes, reduce waste and improve the relationship with clients in software development. Above all, the knowledge regarding how and what practices can be applied for the solution of issues in software development companies is still poor. Therefore, this study seeks to analyze the influence from LM in software development and, for that purpose, to identify what practices are the most suitable for solving each one of the major issues as to software development. For this end, it was analyzed what are the main LM practices in software development and what are the main critical success factors (CSF), according to the literature. With those data, a survey was conducted with thirty-one companies that develop softwares in Greater Florianópolis (Metropolitan Florianópolis) to identify the incidence of CSF in its processes and the level of implementation of LM practices. Thereby, it was possible to perform a statistical analysis of partial correlations between each CSF within each practice from LM, with the final intention of identifying which are the most suitable practices for solving each problem issue, which are the complements of CSF, in software development. Given the results, it was noticed that most of the practices showed a positive correlation with the CSF, that is, they are indicated for solving software development issues. Furthermore, the practices that have had the most positive correlations for reducing issues were Codesign, Kanban and Visual Management. Most importantly, the practice that presented itself the most recommended for problem-solving was Chief Engineer, followed by Standardization of Operations, Work Leveling and Value Stream Mapping (VSM).

**Keywords:** Software Development, Lean Management, Practices, Critical Success Factors, Issues.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Modelo em Cascata.....   | 24 |
| Figura 2 – Modelo Incremental .....   | 26 |
| Figura 3 – Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) .....                                 | 30 |
| Figura 4 – Principais práticas do LPD.....  | 33 |
| Figura 5 – Coeficiente de correlação de Pearson .....   | 43 |
| Figura 6 – Coleta das respostas .....   | 46 |
| Figura 7 - Porte das empresas participantes da pesquisa.....  | 47 |
| Figura 8 – Classificação das empresas respondentes quanto ao tipo de software desenvolvido.....         | 49 |
| Figura 9 - Quantidade de clientes das empresas respondentes.....  | 50 |
| Figura 10 – Divisão regional de Santa Catarina.....   | 50 |
| Figura 11 - Localização das empresas participantes de acordo com a região geográfica intermediária..... | 51 |
| Figura 12 – Tamanho da equipe comandada pelos líderes.....  | 52 |
| Figura 13 – Tempo de casa dos líderes .....   | 52 |
| Figura 14 – Índice de Desempenho em LM das empresas.....  | 54 |
| Figura 15 – Ranking das empresas de acordo com o ID na implementação das práticas do LM .....           | 55 |
| Figura 16 – Índice de Desempenho das Práticas do LM nas empresas.....                                   | 55 |
| Figura 17 – Ranking das práticas implementadas nas empresas.....  | 57 |
| Figura 18 – Incidência dos FCS nas empresas .....   | 59 |
| Figura 19 – Resultado das incidências dos problemas nas empresas.....                                   | 61 |
| Figura 20 – Gráfico da incidência dos problemas nas empresas de acordo com o ndprj .....                | 61 |
| Figura 21 – Ranking das empresas de acordo com a incidência dos problemas.....                          | 62 |
| Figura 22 – Resultado da incidência de cada problema nas empresas participantes .                       | 63 |
| Figura 23 – Gráfico da incidência de cada um dos problemas nas empresas de acordo com o ndprj .....     | 63 |
| Figura 24 - Ranking dos problemas no desenvolvimento de software nas empresas participantes.....        | 64 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 25 – Ranking das práticas com relação ao problema PR1 (Cliente não se envolve no processo) .....                                   | 67 |
| Figura 26 - Ranking das práticas com relação ao problema PR2 (Administração executiva não dá suporte) .....                               | 68 |
| Figura 27 - Ranking das práticas com relação ao problema PR3 (Confirmação dos requisitos das solicitações dos clientes não é clara) ..... | 69 |
| Figura 28 - Ranking das práticas com relação ao problema PR4 (Planejamento inadequado) .....  | 70 |
| Figura 29 - Ranking das práticas com relação ao problema PR5 (Expectativas irrealistas) .....   | 71 |
| Figura 30 - Ranking das práticas com relação ao problema PR6 ( <i>Milestones</i> longos) .....  | 72 |
| Figura 31 - Ranking das práticas com relação ao problema PR7 (Equipe incompetente) .....  | 73 |
| Figura 32 - Ranking das práticas com relação ao problema PR8 (Equipe não possui sentimento de dono) .....                                 | 75 |
| Figura 33 - Ranking das práticas com relação ao problema PR9 (Visão e objetivos não são claros) .....                                     | 76 |
| Figura 34 - Ranking das práticas com relação ao problema PR10 (Equipe não é trabalhadora e focada) .....                                  | 77 |
| Figura 35 - Ranking das práticas com relação ao problema PR11 (Tecnologia inconsistente) .....  | 78 |
| Figura 36 - Ranking das práticas com relação ao problema PR12 (Recursos inadequados) .....  | 79 |
| Figura 37 - Ranking das práticas com relação ao problema PR13 (Não cumprimento de prazos) .....   | 80 |
| Figura 38 - Ranking das práticas com relação ao problema PR14 (Não há atualização das tecnologias) .....                                  | 81 |
| Figura 39 – Matriz de Proximidade das Práticas do LM .....  | 82 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 - Fatores críticos de sucesso para o desenvolvimento e implementação de software .....  | 22 |
| Quadro 2 – Macroetapas do desenvolvimento de software.....   | 23 |
| Quadro 3 – Princípios do <i>Lean Product Development</i> (LPD) .....   | 31 |
| Quadro 4 – Fontes dos Desperdícios.....  | 32 |
| Quadro 5 – Princípios do LM em desenvolvimento de software .....   | 35 |
| Quadro 6 – Desperdícios do LM em TI .....  | 36 |
| Quadro 7 - Diferenças de perspectiva entre uma empresa de desenvolvimento de software com LM implementado e uma empresa de desenvolvimento de software tradicional ..... | 37 |
| Quadro 8 – Etapas da Metodologia de Pesquisa .....   | 39 |
| Quadro 9 – Numeração das Práticas do LM.....   | 53 |
| Quadro 10 – Numeração dos Fatores Críticos de Sucesso.....   | 58 |
| Quadro 11 – Numeração dos problemas no desenvolvimento de software .....   | 60 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Escala e pesos para implementação das práticas do LM.....                            | 41 |
| Tabela 2 - Definição do porte de empresas de acordo com o número de colaboradores<br>.....      | 47 |
| Tabela 3 – Gênero dos respondentes.....   | 51 |
| Tabela 4 – Correlações entre as práticas do LM e os FCS do desenvolvimento de<br>software ..... | 65 |
| Tabela 5 – Agrupamento das Práticas do LM .....   | 83 |
| Tabela 6 – Prática mais indicada para cada problema.....  | 88 |
| Tabela 7 – Percentual de indicação das práticas para a redução dos problemas.....               | 89 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Acate - Associação Catarinense de Tecnologia

Brasscom - Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação

FCS – Fatores Críticos de Sucesso

FO – Aplicação Forte

FR – Aplicação Fraca

LPD - *Lean Product Development*

LM – *Lean Management*

MFO – Aplicação Muito Forte

MFR – Aplicação Muito Fraca

MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor

NA – Não se Aplica

NE – Não Existe

ID – Índice de Desempenho

MRR - *Monthly Recurring Revenue*

P - Prática

PDP - Processo de Desenvolvimento de Produto

PIB - Produto Interno Bruto

PR – Problema

RUP – *Rational Unified Process*

SAC – Serviço de Atendimento ao Cliente

TI – Tecnologia da Informação

## SUMÁRIO

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>15</b> |
| 1.1          | CONTEXTUALIZAÇÃO .....   | 15        |
| 1.2          | OBJETIVOS .....  | 16        |
| <b>1.2.1</b> | <b>Objetivo Geral.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>1.2.2</b> | <b>Objetivos Específicos .....</b>   | <b>16</b> |
| 1.3          | JUSTIFICATIVA DO TEMA .....  | 17        |
| 1.4          | CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....   | 19        |
| 1.5          | ESTRUTURA DO TRABALHO .....  | 19        |
| 1.6          | DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....  | 20        |
| <b>2</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>   | <b>21</b> |
| 2.1          | DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE .....  | 21        |
| <b>2.1.1</b> | <b>Modelo em Cascata.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>2.1.2</b> | <b>Rational Unified Process (RUP) .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>2.1.3</b> | <b>Desenvolvimento Incremental .....</b>   | <b>25</b> |
| 2.2          | <i>LEAN</i> EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E SERVIÇOS.....   | 29        |
| 2.3          | <i>LEAN MANAGEMENT</i> EM EMPRESAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE.....                                     | 33        |
| <b>2.3.1</b> | <b>Barreiras do LM no Desenvolvimento de Software .....</b>  | <b>37</b> |
| <b>3</b>     | <b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>  | <b>39</b> |
| 3.1          | DEFINIÇÃO E SELEÇÃO DA AMOSTRA .....   | 39        |
| 3.2          | ELABORAÇÃO DO ROTEIRO DOS QUESTIONÁRIOS .....  | 40        |
| 3.3          | APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS .....  | 42        |
| 3.4          | ANÁLISE DO ÍNDICE DE DESEMPENHO NO LM E IDENTIFICAÇÃO DAS INCIDÊNCIAS DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO..... | 42        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.5      | ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE OS FCS E AS PRÁTICAS DO LM....  | 43        |
| 3.6      | IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS DO LM MAIS INDICADAS PARA CADA UM DOS PROBLEMAS DAS EMPRESAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE                      | 44        |
| 3.7      | ANÁLISE de agrupamento das práticas do lm.....  | 44        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>   | <b>46</b> |
| 4.1      | APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS .....   | 46        |
| 4.2      | ANÁLISE DO ÍNDICE DE DESEMPENHO NA IMPLEMENTAÇÃO DO LM NAS EMPRESAS .....   | 53        |
| 4.3      | IDENTIFICAÇÃO DAS INCIDÊNCIAS DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO E DOS PROBLEMAS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DAS EMPRESAS ..... | 57        |
| 4.4      | ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PRÁTICAS DO LM E OS FCS DAS EMPRESAS .....   | 64        |
| 4.5      | ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS PRÁTICAS DO LM MAIS INDICADAS PARA A REDUÇÃO DOS PROBLEMAS NAS EMPRESAS .....                                       | 66        |
| 4.5.1    | <b>PR1 -Cliente não se envolve no processo .....</b>  | <b>66</b> |
| 4.5.2    | <b>PR2 – Administração executiva não dá suporte .....</b>   | <b>67</b> |
| 4.5.3    | <b>PR3 – Confirmação dos requisitos das solicitações dos clientes não é clara ..</b>  | <b>68</b> |
| 4.5.4    | <b>PR4 – Planejamento inadequado .....</b>  | <b>70</b> |
| 4.5.5    | <b>PR5 – Expectativas irrealistas .....</b>   | <b>71</b> |
| 4.5.6    | <b>PR6 – <i>Millestones</i> longos .....</b>  | <b>72</b> |
| 4.5.7    | <b>PR7 – Equipe incompetente.....</b>   | <b>73</b> |
| 4.5.8    | <b>PR8 – Equipe não possui sentimento de dono.....</b>  | <b>74</b> |
| 4.5.9    | <b>PR9 – Visão e objetivos não são claros .....</b>   | <b>75</b> |
| 4.5.10   | <b>PR10 – Equipe não é trabalhadora e focada .....</b>  | <b>76</b> |
| 4.5.11   | <b>PR11 – Tecnologia inconsistente .....</b>  | <b>77</b> |
| 4.5.12   | <b>PR12 – Recurso inadequados .....</b>   | <b>78</b> |
| 4.5.13   | <b>PR13 – Não cumprimento de prazos.....</b>  | <b>79</b> |

|               |   |           |
|---------------|---|-----------|
| <b>4.5.14</b> | <b>PR14 – Não há atualização das tecnologias.....</b> | <b>80</b> |
| 4.6           | ANÁLISE de agrupamento das práticas do Im.....        | 81        |
| 4.7           | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                            | 84        |
| <b>5</b>      | <b>CONCLUSÃO.....</b>                                 | <b>90</b> |
| <b>6</b>      | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                               | <b>93</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O *Lean Management* (LM) ou Gerenciamento Enxuto é uma filosofia de gestão advinda do Sistema Toyota de Produção que objetiva a redução de desperdícios de tempo e material por todo fluxo produtivo, desde a matéria-prima até os produtos acabados (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005; OHNO, 1997; WAN; CHEN, 2008). O LM surgiu da necessidade de implementação de processos flexíveis e eficientes para entregar aos clientes o que eles desejam no momento certo (LIKER, 2016). Para isso, é necessário especificar o que é valor para os clientes e definir a melhor sequência de atividades, fluindo de maneira ininterrupta sempre que solicitado, com cada vez menos recursos, tempo e espaço (JONES; WOMACK, 2004).

A crescente necessidade de reduzir o custo das operações torna-se determinante para que as organizações busquem a implementação do LM em áreas que antes não eram vistas como o local de origem de valor para o cliente. Neste cenário, podemos citar o gerenciamento de projetos, desenvolvimento de softwares e tecnologia da informação (TI) (WIELKI; KOZIOŁ, 2018). Especificamente no setor de TI, o LM está cada vez mais em evidência na aplicação de desenvolvimento de software (HIBBS et al., 2009). A aplicação do LM nessa área já foi evidenciada por trabalhos anteriores, tais como Benefield (2009), Fortes (2010), Poppendieck e Poppendieck (2011) e Bosnic e Misaghi (2013), os quais relatam o aumento da flexibilidade, produtividade e qualidade nos serviços gerados por empresas de TI que implementam o LM.

De acordo com Poppendieck e Poppendieck (2011) a aplicação do LM no desenvolvimento de software se relaciona fortemente com o desenvolvimento ágil de software. O desenvolvimento ágil de software compreende princípios que visam à eliminação da burocracia gerada por documentações excessivas, bem como maior comunicação e interação entre as pessoas envolvidas nas atividades que agregam valor ao software, lhes propiciando maior qualidade (BECK, et al., 2001). Apesar da forte relação entre LM e os métodos ágeis, o LM apresenta uma forma mais abrangente de tratar os problemas relacionados ao desenvolvimento de software (ALVES, 2010).

Contudo, o desenvolvimento de software possui algumas dificuldades, tais como: alto nível de customização, mudanças rápidas, alto nível de participação do cliente, entre outros

(DOS SANTOS SOARES, 2004; BENEFIELD, 2009; MARTINS, 2010). Para contornar essas dificuldades, as empresas desenvolvedoras de softwares precisam de ciclos curtos e rápidos de experimentação, testes e correção de soluções que não ficaram perfeitas na primeira vez (POPPENDIECK; POPPENDIECK, 2011). Este fato faz com que as empresas precisem continuar o acompanhamento do software durante todo o seu ciclo de vida, não apenas até a sua entrega (BENEFIELD, 2009). Neste sentido, a aplicação do LM pode corroborar para o maior entendimento das reais necessidades dos clientes não só durante o desenvolvimento de software, mas também durante o seu acompanhamento (BOSNIC; MISAGHI, 2013).

Sendo assim este trabalho visa responder a seguinte questão de pesquisa: “qual o impacto do *Lean Management* para o desenvolvimento de software para empresas de Tecnologia da Informação?”. Este trabalho tem como escopo estudar como a implementação do LM ocorre em empresas de TI e a melhoria que proporciona no desempenho do processo de desenvolvimento de software, bem como o acompanhamento durante todo seu ciclo de vida.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a influência das principais práticas do LM, aplicadas no desenvolvimento de software, para a resolução dos principais problemas das empresas desse setor.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar este objetivo geral destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Levantar as práticas *lean* mais utilizadas no setor de TI;
- b) Identificar os fatores críticos de sucesso (FCS), benefícios e as barreiras da implementação do *lean* em empresas de desenvolvimento de software;
- c) Propor um método para analisar a influência das práticas do LM na resolução dos principais problemas do desenvolvimento de software.

### 1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA

De acordo com o Statista (2019) houve um investimento global de U\$ 3.716 bilhões em 2018 em TI e estima-se que atinja cerca de U\$ 4.018 bilhões em 2021. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018), o setor de serviços, no qual a TI está inserida, é responsável por 75,8% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Especificamente o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação representa 7% do PIB nacional, segundo pesquisa da Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (Brasscom) de 2018, com uma movimentação de R\$ 479 bilhões e um crescimento de 10,5% em relação ao ano anterior. O setor apresenta crescimento na geração de empregos formais do país alcançando uma taxa de 5,7%, sendo o dobro do crescimento médio dos empregos formais na economia de maneira geral (SOFTEX, 2018). Entretanto, o setor ainda sofre com a falta de mão de obra, e segundo a Brasscom, demandará 420 mil novos empregos entre 2018 e 2024. Em Santa Catarina, segundo estudos da Associação Catarinense de Tecnologia (Acate) de 2018, o setor de TI representa 5,6% do PIB do estado.

Neste sentido, é vital a eficácia no processo de desenvolvimento e acompanhamento do software durante todo seu ciclo de vida para o atendimento das expectativas dos clientes (MÉDINA, 2016). Sobretudo, um grande desafio para as empresas de desenvolvimento de software está relacionado ao atendimento ao cliente. Segundo dados do site Reclame Aqui (2019), 19% das reclamações das empresas de softwares são relacionadas ao mau atendimento do SAC, seja por ele não resolver efetivamente o problema ou por má comunicação com o cliente.

Mediante a isso, as empresas de desenvolvimento de software demonstram a integridade de seus sistemas de acordo com sua capacidade de sanar os problemas evidenciados por seus clientes de maneira ágil e eficaz. Com isso, o principal objetivo das empresas de desenvolvimento de software é transformar às necessidades dos clientes em funcionalidades, portais ou plataformas de software (RIBEIRO et al., 2018). Para isso, os processos de suporte e acompanhamento do cliente precisam estar atentos às demandas que surgem para entender de fato as necessidades dos clientes, sejam elas novas funcionalidades para o sistema ou resolução de *bugs*, e transmiti-las aos desenvolvedores de maneira assertiva para garantir a satisfação dos clientes (POPPENDIECK; POPPENDIECK, 2011). Sobretudo, para garantir de fato uma

relação de confiança entre a empresa e seus clientes, é preciso realizar entregas rápidas (PEREIRA, 2012).

Além disso, devido à alta competitividade do setor de desenvolvimento de software, as empresas estão buscando cada vez mais aumentar a eficiência tanto pela otimização dos processos quanto pelo aumento de produtividade (TENÓRIO et al., 2018). Sobretudo, apesar do LM já possuir uma grande variedade de estudos no desenvolvimento de software, poucos abordam temas que envolvem o relacionamento e acompanhamento do cliente, durante todo o ciclo de vida do produto (KING; BURGESS, 2008). Em contrapartida, o foco do LM no desenvolvimento de software é otimizar todo o ciclo de vida do produto com o intuito de entregar um produto ou serviço que agregue o máximo possível de valor ao cliente (PERUCCI, 2016)

A aplicação das práticas e princípios do LM no desenvolvimento e acompanhamento de software ainda carece de maior entendimento quanto as adaptações necessárias, uma vez que o impacto para seu maior desempenho ainda não é bem compreendido (BENEFIELD, 2009). Além disso, mesmo com bons resultados iniciais em termos de qualidade, datas de entrega e custo, ainda são poucos os casos de sucesso na implementação do LM, dificultando a análise empírica em termos de vantagens e desvantagens para empresas de desenvolvimento de software (DOS SANTOS SOARES, 2004, MACHADO, 2017).

Com isso, a motivação deste trabalho envolve o entendimento da implementação do LM no desenvolvimento de software e acompanhamento do serviço. Para tanto, o uso de práticas e princípios do LM torna-se interessante, proporcionando maior clareza das necessidades de seus clientes e gerando maior flexibilidade e personalização das soluções. De acordo com Rodosek (2002) e De Souza Junior (2018) a mentalidade das empresas de TI vem moldando-se para não apenas entregar um produto aos seus clientes, mas sim um serviço, com o desenvolvimento de protótipos e testes. Deste modo, justifica-se um estudo que investigue a integração do LM em empresas de TI, proporcionando produtos e serviços constantemente adaptáveis de acordo com as dificuldades enfrentadas pelos clientes.

#### 1.4 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho utiliza-se de uma metodologia científica, que pode ser caracterizada de acordo com quatro classificações: (i) natureza, (ii) forma de abordagem, (iii) objetivos e (iv) procedimentos técnicos (GIL, 2008; SILVA; MENEZES, 2005).

Sendo assim, quanto a natureza da pesquisa, ou seja, seu objetivo, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois visa gerar conhecimentos e aplicações práticas relativas ao LM em empresas de desenvolvimento de software. Com relação a forma de abordagem, pode ser classificada como pesquisa qualitativa e quantitativa, tendo em vista que foram utilizados métodos e técnicas estatísticas, bem como o uso de pesquisas descritivas para o seu desenvolvimento. Quanto aos objetivos, a pesquisa é vista como exploratória, pois envolve tanto um levantamento bibliográfico quanto pesquisas com especialistas para gerar maior familiaridade com o problema de pesquisa, o qual ainda carece de estudos na literatura. Por fim, no que se refere aos conhecimentos técnicos, a pesquisa pode ser classificada como um estudo de campo, no qual são realizadas entrevistas e observações em empresas de desenvolvimento de software da grande Florianópolis para identificar a influência do LM nesse setor.

#### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é constituído por cinco capítulos, sendo o primeiro deles este capítulo introdutório. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica, com o intuito de embasar o assunto com estudos realizados anteriormente por pesquisadores, abrangendo os tópicos de *Lean Management*, Desenvolvimento de Software e Aplicação do *Lean Management* em Empresas de Desenvolvimento de Software. O terceiro capítulo descreve o método abordado e proposto para a realização das análises do estudo de campo. Os resultados obtidos no estudo de campo são apresentados no quarto capítulo. Por fim, o quinto e último capítulo aborda a conclusão do trabalho, com suas limitações e sugestões para futuras pesquisas correlatas.

## 1.6 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este capítulo tem como objetivo garantir o caráter científico deste trabalho, por isso, torna-se necessário mencionar quais são as delimitações da metodologia de pesquisa e de trabalho definidas.

Diante disso, no referencial teórico, não tem-se como objetivo estabelecer o estado da arte dos FCS e das práticas do LM encontradas como mais relevantes na literatura para o desenvolvimento de software. Também não é objetivo deste trabalho realizar uma discussão detalhada do porquê as práticas do LM obtiveram correlações positivas com os FCS e conseqüentemente são indicadas para a resolução dos problemas, pois o estudo só realizará a análise estatística e demonstrará seus resultados.

Além disso, não é objetivo da pesquisa analisar a correlação entre os Índice de Desempenho (ID) do LM com as práticas e os FCS, para identificar quais influenciam mais no nível de implementação do LM. Por fim, é importante ressaltar que esta pesquisa foi realizada com empresas da região da Grande Florianópolis, portanto seus resultados não podem ser generalizados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como intuito fundamentar esta pesquisa, explanando os três principais conceitos que a compõe, com estudos e publicações desenvolvidas por pesquisadores. Os tópicos são: (i) desenvolvimento de software; (ii) *Lean* em desenvolvimento de produtos e serviços e (iii) implementação do LM em empresas de desenvolvimento de software.

### 2.1 DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Softwares são estruturas de dados que permitem os programas de computador manipular informações adequadamente e fornecer as funções desejadas pelo cliente (PRESSMAN; MAXIM, 2016). Os softwares estão presentes no cotidiano da sociedade, seja para o gerenciamento de contas bancárias, controlar o fornecimento de água e energia elétrica, lazer ou até para monitorar nossa saúde (BOSNIC; MISAGHI, 2013).

Segundo dados da pesquisa CHAOS, realizada em 2014 pelo The Standish Group, os Estados Unidos gastam U\$ 250 bilhões por ano com o desenvolvimento de softwares. Dos cerca de 175.000 projetos de implementação, grande parte falha e 31,1% deles são cancelados antes mesmo de serem concluídos. O estudo ainda mostra que 52,7% dos projetos alcançam 189% dos custos estimados no início deles. Comumente projetos de desenvolvimento de software excedem o cronograma e o orçamento, não atendendo às necessidades do cliente ou até mesmo sendo cancelados (HIBBS et al., 2009).

Moreira e Mendes (2008) e Tenório et al. (2018) apontaram que as principais dificuldades do setor de TI são: (i) entender os requisitos e transmiti-los para equipe de desenvolvimento; (ii) reduzir os custos; (iii) garantir o alinhamento da TI com a estratégia da empresa; (iv) garantir a segurança das informações e dados; (v) cumprir com os prazos de entrega dos projetos; (vi) ter agilidade para reagir às mudanças necessárias e (vii) facilitar o retorno sobre o investimento.

Para minimizar esses problemas, é imprescindível que o setor de desenvolvimento tenha forte ligação com o setor de melhoria contínua e com o próprio cliente para ter contato e

conhecimento do que acontece no *gemba*<sup>1</sup> e dessa forma, entender melhor os problemas para ter maior assertividade e eficiência em resolvê-los (ORZEN; BELL, 2016). Além disso, o estudo CHAOS (STANDISH GROUP, 2014), apresentou os FCS para garantir um bom desenvolvimento e implementação de Software, como pode ser visto no Quadro 1, enfatizando além do suporte dos executivos, a participação efetiva dos colaboradores e a comunicação com o cliente.

Quadro 1 - Fatores críticos de sucesso para o desenvolvimento e implementação de software

| <b>Fatores Críticos</b>            |
|------------------------------------|
| Envolvimento do cliente            |
| Suporte da administração executiva |
| Confirmação clara dos requisitos   |
| Planejamento adequado              |
| Expectativas realistas             |
| <i>Milestones</i> curtos           |
| Equipe competente                  |
| Posse                              |
| Visão e objetivos claros           |
| Equipe trabalhadora e focada       |
| Tecnologia consistente             |
| Recursos adequados                 |
| Cumprimento de prazos              |
| Atualização das tecnologias        |

Fonte: Adaptado de CHAOS – The Standish Group Report (2014)

Uma metodologia de desenvolvimento de software é um conjunto de atividades e resultados que auxiliam na produção de um software (DOS SANTOS SOARES, 2004). Sommerville (2011) afirma que existem quatro macroetapas que são fundamentais para todos os processos de desenvolvimento de software, as quais podem ser vistas no Quadro 2.

A literatura apresenta diversas metodologias para o desenvolvimento de software (BOSNIC; MISAGHI, 2013) e algumas delas serão elucidadas nas subseções seguintes.

---

<sup>1</sup> *Gemba* é o “local real” ou “local onde as coisas acontecem”, ou seja, é o local onde ocorrem de fato os processos ou procedimentos são realizados para desenvolver um produto, projeto ou serviço.

Quadro 2 – Macroetapas do desenvolvimento de software

| <b>Etapa</b>  | <b>Descrição</b>   |
|---------------|--|
| Especificação | Definição das funcionalidades e dos requisitos que o software precisará atender, bem como as restrições de sua operação. Costuma ser a fase que os desenvolvedores entram em contato com o cliente para definição das características do software desejado (DOS SANTOS SOARES, 2004) |
| Implementação | Desenvolvimento do software de acordo com as especificações do cliente. Nesta fase os desenvolvedores transformam diagramas em funcionalidades desejadas pelo cliente através de alguma linguagem de programação (DOS SANTOS SOARES, 2003);  |
| Validação     | Verificação para garantir que o software irá desenvolver o que o cliente deseja  |
| Evolução      | Melhoria do software para adequar-se as mudanças transmitidas pelo cliente ou pelo mercado e assim continuar agregando valor.  |

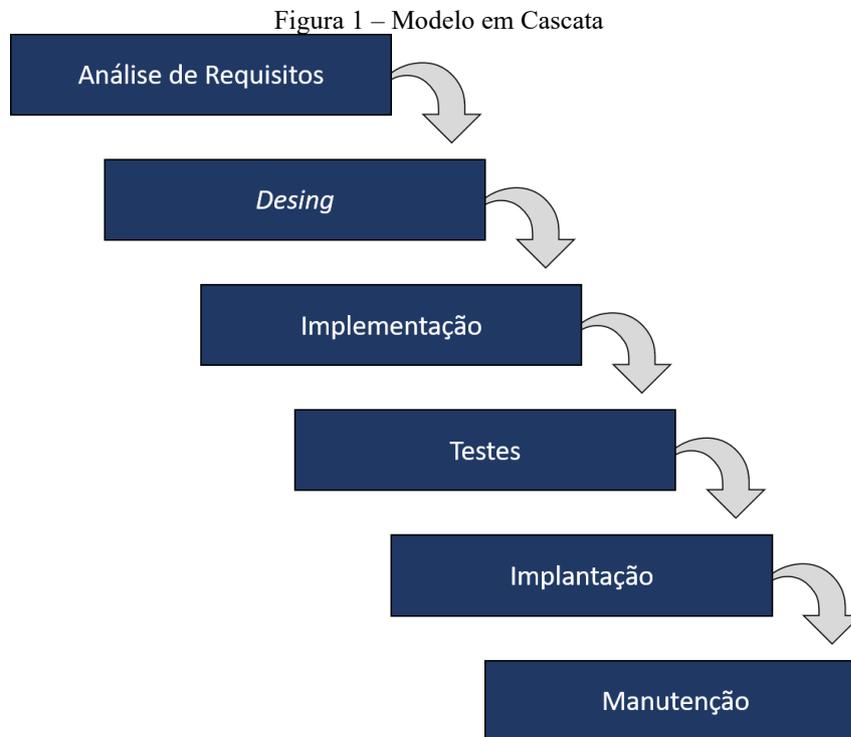
Fonte: Adaptado de Sommerville (2011)

### 2.1.1 Modelo em Cascata

O modelo em cascata, também conhecido como modelo clássico ou sequencial, foi o primeiro processo de desenvolvimento de software a ser publicado (SOMMERVILLE, 2011). Esse modelo é um exemplo de um processo dirigido a planos, ou seja, deve-se planejar minuciosamente todas as atividades antes de começar a executá-las. Com isso, o modelo cascata é um processo sequencial, no qual cada etapa possui uma documentação que precisa ser preenchida para que ela seja finalizada e a seguinte possa iniciar (DOS SANTOS SOARES, 2004). Hibbs et al. (2009) afirmam que esse modelo se baseia em seis fases simples, sendo elas: análise de requisitos, design, desenvolvimento, testes, implantação e manutenção. As etapas do modelo citado podem ser observadas na Figura 1.

O modelo em cascata pode ser bastante usual para casos em que os requisitos do projeto do software são bem definidos e as atividades fluem linearmente (SOMMERVILLE, 2011). Entretanto, casos com essas características são excepcionais, pois o processo de desenvolvimento de software não é um modelo linear, uma vez que depende de interações e feedbacks entre suas fases (ALVES, 2010). Além disso, é muito difícil o entendimento completo de todos os requisitos do cliente logo no início do projeto (BROOKS, 1987). Clientes esses que precisam ter paciência, pois terão contato com o software apenas quando ele estiver finalizado (PRESSMAN; MAXIM, 2016). Com isso, o único feedback do cliente acontece na entrega final do software, o que pode ocasionar em retrabalhos enormes caso alguma falha seja detectada. Dessa forma, a utilização do modelo cascata é uma das principais causas dos índices

elevados de insucesso dos projetos de desenvolvimento de software (DOS SANTOS SOARES, 2003; HIBBS et al., 2009).



Fonte: Adaptado de Hibbs et al. (2009).

### 2.1.2 Rational Unified Process (RUP)

O RUP é um modelo de desenvolvimento de software híbrido, pois envolve práticas tanto do modelo tradicional quanto do modelo incremental (SOMMERVILLE, 2011). Para tal, ele é dividido em quatro fases (AKED, 2003; KROLL; KRUTCHEN, 2003), sendo elas:

- a) **Concepção:** Identificação dos agentes envolvidos no projeto e suas interações. Com isso, deve-se analisar a contribuição do projeto a ser desenvolvido para o negócio. Dessa forma, o projeto pode ser cancelado na próxima fase, caso tenha baixa contribuição para o negócio;
- b) **Elaboração:** Entendimento do problema para estabelecer uma solução, desenvolver um plano para o projeto e identificar seus riscos;
- c) **Construção:** Desenvolvimento do projeto, programação e testes. Ao fim dessa fase, deve-se ter o software funcionando, bem como a sua documentação de uso pronta para ser entregue aos clientes;

- d) Transição: Transferência do software do ambiente de desenvolvimento para o ambiente de execução, pronto para o cliente.

Para execução de cada uma das suas fases e atividades, o RUP possui responsáveis muito bem definidos que sabem exatamente o que precisam fazer e em que momento (KROLL; KRUTCHEN, 2003). Com o intuito de garantir uma boa execução dos projetos utilizando o RUP, Sommerville (2011) traz seis boas práticas recomendadas para o desenvolvimento de software, as quais são:

- a) Desenvolver softwares iterativamente: Desenvolver incrementos que visem atingir as prioridades dos clientes;
- b) Gerenciar requisitos: Documentar todos os requisitos dos clientes e acompanhar suas mudanças, as quais devem ser analisadas criticamente antes de serem aceitas;
- c) Usar arquiteturas baseadas em componentes: Estruturar a arquitetura do sistema em componentes;
- d) Modelar o software visualmente: Usar gráficos e ferramentas visuais para apresentar as visões estáticas e dinâmicas do software;
- e) Verificar a qualidade do software: Garantir que o software atenderá as necessidades dos clientes;
- f) Controlar as mudanças do software: Utilizar métodos formais para o gerenciamento de mudanças do software.

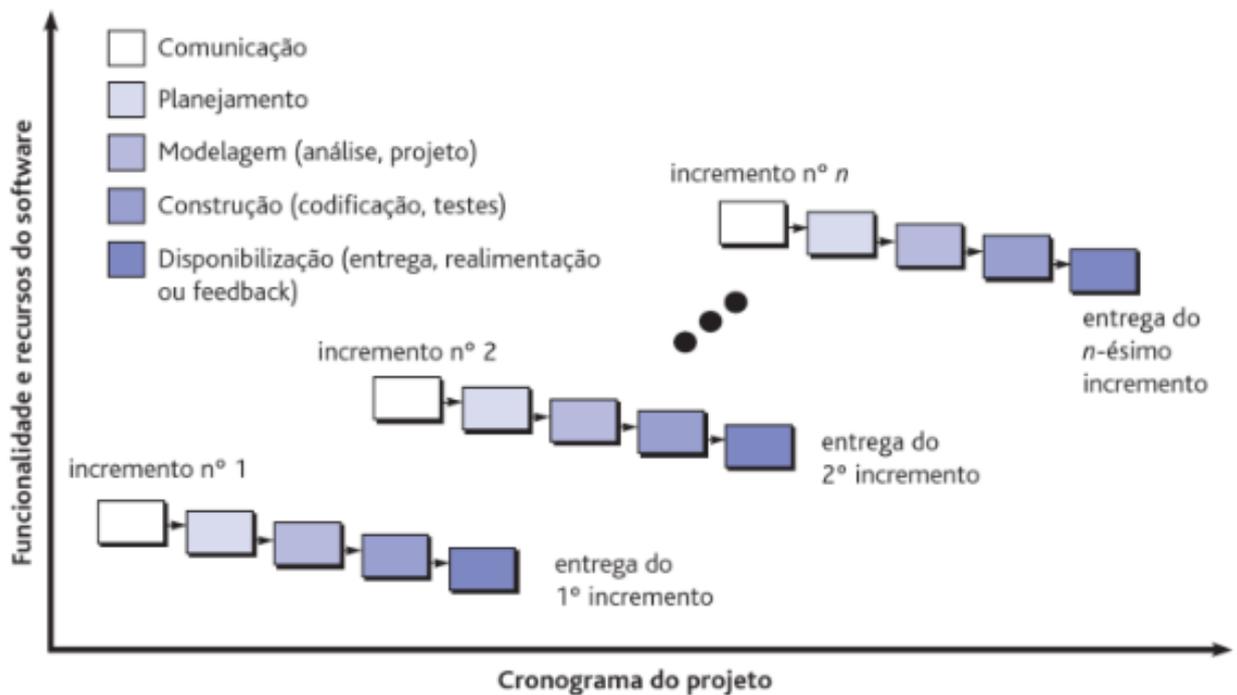
Entretanto, apesar de ter trazidos grandes avanços para o desenvolvimento de software combinando diferentes modelos, o RUP não se adequa para todos os tipos de desenvolvimento (SOMMERVILLE, 2011). Além disso, por não acompanhar efetivamente algumas áreas dos projetos, como custo, investimentos e recursos humanos, esse modelo de desenvolvimento pode interferir no sucesso dos projetos (MATSUSHITA, 2010).

### **2.1.3 Desenvolvimento Incremental**

O desenvolvimento incremental é baseado no desenvolvimento de várias versões que são validadas pelos clientes para que possam seguir sendo desenvolvidas de acordo com os

requisitos necessários (SOMMERVILLE, 2011). Dessa forma, faz-se o planejamento para desenvolver um primeiro incremento que será entregue ao cliente para ser avaliado (PRESSMAN; MAXIM, 2016). Seu feedback servirá como base para o planejamento do próximo incremento, garantindo entregas rápidas, agregação de funcionalidades gradualmente e contato constante com o cliente. A Figura 2 elucida o modelo incremental.

Figura 2 – Modelo Incremental



Fonte: Pressman e Maxim (2016).

De acordo com Sommerville (2011), o modelo incremental possui três principais vantagens. A primeira delas é a redução dos custos para adequar-se as mudanças de requisitos dos clientes. Além disso, a burocracia necessária para refazer uma atividade é muito menor quando comparada ao modelo cascata. A segunda envolve o maior contato com o cliente no decorrer do projeto, o que proporciona maior quantidade de feedbacks e adequação aos requisitos. A redução da documentação facilita o entendimento do projeto pelo cliente. Por fim, a terceira principal vantagem do modelo incremental são as entregas constantes e úteis aos clientes, mesmo que todas as funcionalidades não tenham sido executadas. Com isso, os clientes podem aproveitar o software desde o início.

Em contrapartida, o modelo incremental possui dois problemas, sendo eles: (i) a necessidade de entregas constantes para mensurar o projeto, pois o processo não é visível e (ii) a estrutura do sistema tende-se a degradar de acordo com a inserção de novos incrementos. Essa abordagem pode ser utilizada tanto em modelos de desenvolvimento de software dirigido a planos, quanto em metodologias ágeis ou até uma mescla entre ambos (SOMMERVILLE, 2011).

### 2.1.3.1 Desenvolvimento Ágil de Software

A grande dificuldade de finalizar projetos de desenvolvimento de software e a insatisfação dos clientes no início do século, motivaram o surgimento das metodologias ágeis com o foco de entregar valor aos clientes constantemente (HIBBS et al., 2009). Afinal, a dinamicidade e complexidade dos sistemas computacionais, fazem com que os requisitos e necessidades do cliente mudem constantemente. Com isso, torna-se impossível o desenvolvimento de software de maneira desorganizada e seguindo as metodologias tradicionais (SIQUEIRA, 2003).

Diante disso, Beck et al. (2001) escreveram o “Manifesto para Desenvolvimento Ágil de Software” para relatar os valores que trazem os maiores benefícios para o desenvolvimento de software (SMITH; SIDKY, 2009; BOSNIC; MISAGHI, 2013), os quais são: (i) indivíduos e interações mais do que processos e ferramentas; (ii) software em funcionamento mais do que a documentação abrangente; (iii) colaboração com o cliente mais que a negociação de contratos; e (iv) responder a mudanças mais que seguir um plano.

Sobretudo, o manifesto ágil não descarta o uso de ferramentas, processos, documentações, contratos ou planejamento. Ele apenas afirma que estes devem ficar em segundo plano em detrimento das funções de cada um da equipe e da comunicação com os clientes (DOS SANTOS SOARES, 2003). Assim, para aderir tais valores, Beck et al. (2001) ressaltam os princípios ágeis, sendo eles:

1. A maior prioridade é satisfazer os clientes por meio de entregas constantes e adiantadas de software com valor agregado;
2. Deve-se aceitar e aproveitar mudanças de requisitos dos clientes, mesmo que tardiamente, para entregar o verdadeiro valor a eles. As mudanças devem ser vistas e usadas como uma vantagem competitiva para os clientes;

3. Entregar frequentemente o software funcionando, mesmo que esse ainda não contemple todas as funcionalidades necessárias, visando sempre usar intervalos curtos entre as entregas;
4. As equipes de negócio, venda, acompanhamento do cliente e de desenvolvimento devem trabalhar em conjunto durante todo o projeto;
5. Deve-se desenvolver os projetos em torno de pessoas motivadas, dando-as o ambiente e suporte adequado confinando que eles executarão seu trabalho corretamente;
6. Primar pelo contato face-a-face para comunicação entre os envolvidos no projeto, pois esse é o método mais eficiente e eficaz;
7. O software deve estar sempre funcionando, essa é a essência do negócio e a garantia do progresso;
8. Os processos ágeis promovem o desenvolvimento sustentável. Para isso, todos envolvidos, desenvolvedores, patrocinadores e clientes devem manter um ritmo constante indefinidamente;
9. Atentar-se continuamente a excelência técnica e ao design, pois eles aumentam a agilidade;
10. Visar sempre na simplicidade nas soluções e na realização da atividade é essencial;
11. Buscar desenvolver equipes auto organizáveis, pois elas proporcionam as melhores arquiteturas, requisitos e designs;
12. Incentivar encontros frequentes das equipes para que elas reflitam sobre seu desempenho e como podem aumentar seu rendimento.

Diante desses princípios, as metodologias ágeis têm sido muito bem-sucedidas para o desenvolvimento de softwares pequenos ou médios para venda e para o desenvolvimento de sistemas personalizados que necessitam do envolvimento com os clientes (SOMMERVILLE, 2011). Entretanto, nem todas as empresas dão o mesmo grau de importância para os doze princípios ágeis em seu cotidiano e algumas até ignoram alguns deles (PRESSMAN, MAXIM, 2016).

Além disso, Sommerville (2011) coloca que devido as metodologias ágeis serem focadas para pequenas equipes e bem integradas, elas apresentam dificuldades para serem

implementadas em empresas de larga escala. As metodologias ágeis também apresentam problemas após a entrega do software, durante a sua manutenção e acompanhamento, devido a informalidade de registro dos requisitos e necessidades do cliente que acabam se perdendo no decorrer do processo. Outro problema bastante recorrente surge quando as equipes de desenvolvimento são alteradas, devido à falta de documentação e padronização dos processos de desenvolvimento, o que dificulta o entendimento do sistema para novos integrantes.

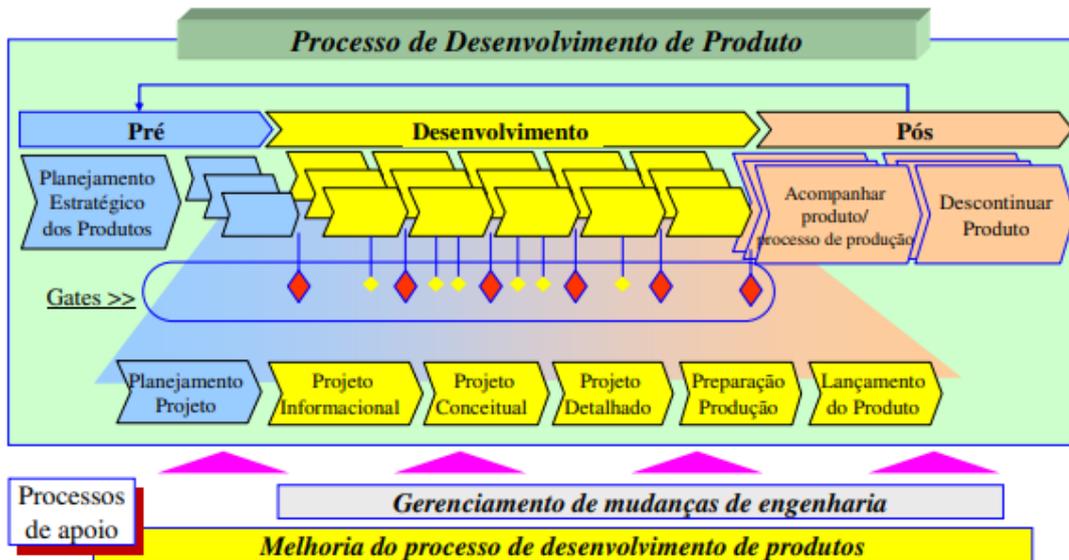
Dessa forma, mesmo alcançando maior produtividade e qualidade ao produto, as metodologias ágeis não são suficientes por si só, pois elas não congregam todos os processos que envolvem uma empresa de TI (ALVES, 2010). Demarco e Boehm (2002) destacam que o ideal é a integração entre diferentes metodologias, adaptando-as para a realidade da empresa.

## 2.2 *LEAN* EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E SERVIÇOS

Ward (2007) afirma que o LM não garante à empresa um diferencial competitivo se for implementado apenas na manufatura, caso não sejam produzidos os produtos desejados pelos clientes. O Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) é considerado cada vez mais um processo crítico nas organizações, pois o mercado solicita constantes renovações dos produtos e redução dos custos e prazos de desenvolvimento (DE TOLEDO et al., 2008; TYAGI, 2015; MORO; JUNIOR, 2016). No Brasil, isso também é bastante evidente analisando os investimentos destinados a programas de incentivo à inovação (DAL FORNO et al., 2008). A Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP, 2008) destinou R\$ 450 milhões para inovação e pesquisa científica e tecnológica em empresas e universidades em 2007.

O PDP envolve o conjunto de atividades que convertem ideias e tecnologias para atender os requisitos e necessidades do cliente de acordo com a estratégia da empresa (BAUCH, 2004; ULRICH; EPPINGER, 2012; CALLEFI; OIKO, 2016) Além disso, o PDP deve planejar o funcionamento do processo produtivo e suas especificações, bem como o lançamento do produto e sua descontinuidade no mercado (ROZENFELD et al., 2006; MORO; JUNIOR, 2016). O PDP, de acordo com Rozenfeld et al. (2006) pode ser dividido em três macrofases, as quais contemplam suas etapas, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP)



Fonte: Rozenfeld (2006)

Kennedy (2003) e Torres Junior (2017) afirmam que o Desenvolvimento de Produtos *Lean* ou *Lean Product Development* (LPD) visa a busca constante da identificação do que é valor para o cliente para criar soluções que deem resultado. Ao contrário da manufatura, na qual o principal fluxo é o de materiais, no PDP é o de informações. Dessa forma, o LPD tem como objetivo fazer com que as informações fluam somente nas atividades que agregam valor para transformar dados e ideias em soluções que atendam as expectativas do cliente (DAL FORNO et al., 2008; MARODIN et al., 2018). Assim, para alcançar tais objetivos, Morgan e Liker (2008) listaram os treze princípios do LPD, os quais podem ser visualizados no Quadro 3 e foram agrupados em três elementos principais, sendo eles: (i) pessoas capacitadas, (ii) processos, e (iii) ferramentas e tecnologias (ver Quadro 3).

Empresas que utilizam os modelos tradicionais de PDP possuem dificuldade em visualizar os responsáveis por cada etapa do processo, devido a distribuição funcional das funções. No LPD a responsabilidade é muito bem definida através da figura do engenheiro-chefe, o qual tem a função de integrar todos envolvidos no projeto do início ao fim (LIKER, 2016). As empresas de nível mundial estão movendo-se rapidamente para implementar o LDP, entretanto existem conflitos internos nas organizações entre adotar práticas do LM ou modelos tradicionais (RAO; BARGERSTOCK, 2011).

Quadro 3 – Princípios do *Lean Product Development* (LPD)

| Elemento                  | Princípio | Definição   |
|---------------------------|-----------|---|
| Processos                 | 1         | Identifique o valor definido pelo cliente para separar o que é valor agregado de desperdício.   |
|                           | 2         | Concentre esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para explorar integralmente soluções alternativas enquanto existe máxima flexibilidade de projeto. |
|                           | 3         | Crie um nivelamento de fluxo do processo de desenvolvimento de produto.   |
|                           | 4         | Utilize padronização rigorosa para reduzir variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis.   |
| Pessoas Capacitadas       | 5         | Desenvolva um sistema de engenheiro-chefe para integrar o desenvolvimento de produto do início ao fim.  |
|                           | 6         | Organize para balancear a competência funcional com a integração multifuncional.  |
|                           | 7         | Desenvolva competência técnica superior em todos os engenheiros.  |
|                           | 8         | Integre plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto.  |
|                           | 9         | Consolide o aprendizado e a melhoria contínua.  |
|                           | 10        | Construa uma cultura de suporte à experiência e à melhoria ininterrupta.  |
| Ferramentas e Tecnologias | 11        | Adapte a tecnologia ao pessoal e ao processo.   |
|                           | 12        | Alinhe a organização mediante a comunicação simples e visual.   |
|                           | 13        | Use ferramentas poderosas para padronização e aprendizado organizacional.   |

Fonte: Adaptado de Morgan e Liker (2008)

Após atingir um certo nível de maturidade do LPD, as empresas começam a perceber os benefícios desse modelo de desenvolvimento de produto. Para atingir esse patamar, Ward (2007) identificou três principais desperdícios que devem ser eliminados no PDP. O primeiro é a dispersão, o qual envolve a ausência de padrão e a mudança constante nos processos e atividades. Com isso, a empresa não consegue armazenar o know-how necessário, pois os colaboradores sempre precisam estar aprendendo e/ou desenvolvendo novas atividades. O segundo desperdício, a transparência, é decorrente da separação entre conhecimento, responsabilidade e autonomia dos colaboradores. Isso acontece quando as empresas buscam fragmentar as atividades ao máximo e os colaboradores não participam efetivamente de todos os processos que os envolvem. Por fim, o terceiro e último desperdício são as informações empíricas, as quais ocorrem devido a decisões tomadas de maneira precipitada, sem o embasamento necessário, envolvimento de diferentes especializações e dados adequados. Ele propicia retrabalhos ou até mesmo à não execução dos projetos, pois muitas vezes ao fim do processo verifica-se que os requisitos não foram atingidos por falhas de entendimento no início.

Diante disso, Lovro (2008), cita as dez principais fontes dos desperdícios do LPD, conforme pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4 – Fontes dos Desperdícios

| <b>Desperdício</b>    | <b>Fonte</b>  |
|-----------------------|---|
| Dispersão             | Interrupções constantes e ambiente de trabalho caótico, sem disciplina;         |
| Informações empíricas | Falta de recursos disponíveis, bem como gargalo de recursos;                    |
| Transparência         | Falta de priorização de projetos e tarefas;                                     |
|                       | Comunicação ruim através das barreiras multifuncionais;                         |
| Informações empíricas | Requisitos do produto e escopo do projeto mal definidos;                        |
| Informações empíricas | Modificações inesperadas e complexas nos requisitos do produto;                 |
| Informações empíricas | Falta de análise prévia sobre a manufaturabilidade dos produtos;                |
| Informações empíricas | Superdimensionamento dos desenhos;  |
| Dispersão             | Muitas reuniões desnecessárias e “choques” de horários entre as agendas;        |
| Dispersão             | Excesso de e-mails, ou seja, muitas informações desnecessárias e/ou duplicadas. |

Fonte: Adaptado de Lovro (2008)

Para reduzir esses desperdícios, precisa-se garantir que a informação e o conhecimento fluam entre as etapas de maneira constante e cadenciada (*takt time*), de maneira contínua, e de acordo com a demanda do cliente, no momento que ele desejar (Just-in-Time) (MCMANUS, 2005). Além disso, Morgan e Liker (2008) e Dal Forno (2016) ressaltam a importância da aplicação do conceito de Set-based Concurrent Engineering ou Engenharia Simultânea baseada em conjuntos, a qual garante a redução do lead time de entrega e otimização do produto. Outras práticas muito citadas na literatura para garantir a implementação e sucesso do LPD são a utilização de equipes multifuncionais e trabalho padronizado, conforme pode ser visto na Figura 4. Pode-se notar também, a importância da participação dos clientes durante o PDP, integrando-o ao desenvolvimento, prática essa que pode ser denominada de *codesign* (GONZÁLEZ; DE TOLEDO, 2012). Para Gassmann et al. (2006) e Rauch et al. (2016), o envolvimento dos clientes garante a aprendizagem organizacional e melhora a competitividade da empresa, haja vista que se torna mais fácil o entendimento de suas reais necessidades.

Figura 4 – Principais práticas do LPD

| Práticas/ Autores              | Takt Time | Fluxo contínuo | Just-in-Time | Engenharia Simultânea | Equipes Multifuncionais | Trabalho Padronizado | Nivelamento | MFV       | Codesign | Compartilhamento de conhecimento | Kanban   | Gestão Visual | Kaizen    | Engenheiro Chefe |
|--------------------------------|-----------|----------------|--------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------|-----------|----------|----------------------------------|----------|---------------|-----------|------------------|
| Dal Forno <i>et al.</i> (2008) | X         | X              | X            | X                     | X                       | X                    | X           | X         |          |                                  |          |               | X         | X                |
| Ward <i>et al.</i> (2015)      |           |                | X            | X                     |                         |                      |             |           |          |                                  |          |               | X         | X                |
| De Toledo <i>et al.</i> (2008) |           |                |              | X                     | X                       |                      |             |           | X        |                                  |          |               |           |                  |
| González e Toledo (2010)       |           |                |              |                       |                         |                      |             |           | X        |                                  |          |               |           |                  |
| Oppenheim (2004)               | X         | X              | X            |                       |                         |                      |             | X         | X        | X                                | X        | X             |           | X                |
| Kennedy (2003)                 |           |                |              | X                     | X                       | X                    | X           |           |          |                                  |          |               |           | X                |
| Reis <i>et al.</i> (2013)      |           |                |              | X                     | X                       | X                    | X           |           |          |                                  |          |               |           | X                |
| Morgan; Likier (2008)          |           |                |              | X                     | X                       | X                    | X           |           | X        | X                                | X        | X             | X         | X                |
| Nishida (2006)                 |           | X              | X            | X                     | X                       | X                    |             | X         |          |                                  |          |               | X         | X                |
| Hindix (2006)                  |           |                |              | X                     |                         | X                    |             | X         | X        |                                  |          | X             | X         |                  |
| Navarre (2016)                 | X         | X              | X            | X                     | X                       | X                    | X           | X         | X        | X                                | X        | X             | X         | X                |
| Heppmann <i>et al.</i> (2015)  |           | X              | X            | X                     | X                       | X                    | X           | X         | X        | X                                |          |               | X         | X                |
| Khan <i>et al.</i> (2013)      |           | X              | X            | X                     | X                       | X                    | X           | X         |          |                                  |          |               | X         |                  |
| Leon; Farris (2011)            |           | X              | X            | X                     | X                       | X                    |             | X         |          |                                  |          |               | X         |                  |
| Bargerstock; Manjunth (2011)   | X         | X              | X            |                       | X                       | X                    |             |           |          |                                  |          | X             | X         | X                |
| Clark <i>et al.</i> 1987       |           | X              | X            |                       | X                       |                      |             |           |          |                                  |          |               |           | X                |
| Karlsson; Ahlstrom (1996)      |           |                |              | X                     |                         |                      | X           |           |          |                                  |          |               | X         | X                |
| Womack <i>et al.</i> 2007      | X         | X              | X            | X                     | X                       | X                    | X           | X         |          |                                  |          |               | X         | X                |
| Schuh <i>et al.</i> (2008)     | X         |                |              | X                     |                         | X                    | X           | X         |          | X                                |          |               | X         | X                |
| Brown (2007)                   |           |                |              | X                     |                         | X                    | X           | X         |          |                                  |          |               | X         | X                |
| Hines <i>et al.</i> (2006)     |           | X              |              | X                     |                         | X                    | X           | X         |          |                                  | X        | X             | X         | X                |
| <b>Total</b>                   | <b>6</b>  | <b>11</b>      | <b>12</b>    | <b>17</b>             | <b>13</b>               | <b>14</b>            | <b>11</b>   | <b>10</b> | <b>7</b> | <b>7</b>                         | <b>4</b> | <b>8</b>      | <b>11</b> | <b>11</b>        |

Fonte: O próprio autor

### 2.3 LEAN MANAGEMENT EM EMPRESAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

O LM tornou-se reconhecido por proporcionar o aumento de produtividade e a agregação máxima de valor aos seus clientes e se difundiu para diversos setores (SHAH; WARD, 2003; WOMACK; JONES, 2007; LIKER; MORGAN, 2008; HIBBS et al., 2009;

SILVA et al., 2010), entre eles: desenvolvimento de produto (KENNEDY, 2003), serviços (BICHENO, 2008), tecnologia da informação (ORZEN; BELL, 2016), saúde (GRABAN, 2016), entre outros. Nesse viés, independente de setor ou ramo do mercado, a implementação do LM necessita um esforço conjunto de toda a organização para a obtenção dos benefícios que as práticas que a envolvem podem proporcionar (RODRIGUES, 2012). Pois, o envolvimento dos colaboradores com o LM propicia a participação deles na resolução de problemas e consequentemente os motiva com as soluções alcançadas (RODRIGUES, 2012).

Especificamente em empresas de TI, algumas evidências chamam a atenção. Selby e Cusumano (1995), por exemplo, ressaltaram a semelhança entre a filosofia da Microsoft, a qual os engenheiros têm que parar e corrigir os *bugs* que surgem diariamente, com o Sistema Toyota de Produção (STP), em que os operadores têm a autonomia de parar a linha de produção sempre que surgem problemas, para solucioná-los imediatamente. Com isso, anos depois, o LM foi incorporado a empresas de TI, para adicionar um gerenciamento holístico que visa reduzir os desperdícios, a variabilidade dos processos e aumentar o valor e a flexibilidade em todos os processos da organização (KOBUS, 2016).

Segundo Fortes (2010) o volume de casos práticos apresentados na literatura sobre a implementação do LM em empresas de TI ainda é bastante escasso, porém aos poucos estão surgindo. Afinal, a implementação do LM no desenvolvimento e acompanhamento de software pode gerar ganhos de até 40% de produtividade e redução de custos em um curto espaço de tempo (KINDLER et al., 2007). Com relação as publicações que envolvem o LM no setor de TI, o desenvolvimento de software é a área que possui a maior quantidade de estudos publicados (CANTANHEDE, 2014).

Cantanhede (2014) cita que uma empresa de TI pode se envolver com diferentes atividades, tais como: desenvolvimento de software, desenvolvimento de hardware, utilização de software e/ou hardware, manutenção preventiva e corretiva de software e/ou hardware, suporte ao usuário, implantação e evolução (acompanhamento e melhoria) no software e/ou hardware. Em especial para empresas que desenvolvem software, o foco do LM não deve ser no processo em si, mas sim como fornecer um produto ou serviço que agregue valor ao cliente (POPPENDIECK; CUSUMANO, 2012).

O LM em empresas de software tem sua origem na manufatura e no *lean* desenvolvimento de produto (SHORE; WARDEN, 2008). Afinal, o desenvolvimento de software é uma forma de desenvolvimento de produto (POPPENDIECK; POPPENDIECK,

2011). Comumente pode-se notar LM em empresas de desenvolvimento de software é bastante interligado com as metodologias ágeis (BOSNIC; MISAGHI, 2013). De fato, ambos têm uma ligação bastante forte, afinal compartilham de princípios semelhantes, sobretudo, o LM é mais abrangente e engloba toda a empresa, enquanto as metodologias ágeis focam mais no projeto de desenvolvimento (CAWLEY et al., 2010; GUSTAVSSON, 2011). Dessa forma, para fazer as adaptações necessárias do LM às empresas que desenvolvem software, foram desenvolvidos sete princípios (HIBBS et al., 2009; BALLÉ, 2010; ALVES, 2010; POPPENDIECK; CUSUMANO, 2012; CANTANHEDE, 2014), que podem ser vistos no Quadro 5.

Quadro 5 – Princípios do LM em desenvolvimento de software

| Princípios               | Definição  |
|--------------------------|--|
| Otimizar o todo          | Compreender a real funcionalidade do software mediante ao seu cliente final. Identificar a necessidade do cliente para toda e qualquer atividade que o software desempenhará, analisar o que de fato agrega valor ao cliente de acordo com o seu objetivo.   |
| Eliminar desperdício     | Identificar os desperdícios no decorrer de todo fluxo de valor. A maioria dos desperdícios no desenvolvimento de software são funções ou atividades desnecessárias, retrabalhos por não compreender os requisitos do cliente, perda de conhecimento e trabalho executado parcialmente.                               |
| Qualidade na construção  | Princípio baseado no <i>jidoka</i> , com o intuito de evitar que os erros sejam passados a frente, sendo identificados e corrigidos o mais rápido possível.  |
| Aprendizagem constante   | Utilizar a comunicação entre os membros para trocar experiências e gerar conhecimento para toda equipe. Além disso, utilizar-se do <i>feedback</i> do cliente para auxiliar na tomada de decisão sobre o produto final.  |
| Entregar rápido          | Realizar entregas constantes ao cliente para obter <i>feedbacks</i> sobre caminho que está sendo seguido para desenvolver a solução. Assim é possível evitar retrabalhos gerados por grandes entregas que não atendem os requisitos do cliente. Isso faz com que o cliente se sinta mais próximo do desenvolvimento. |
| Engajar todas as pessoas | Dar valor as pessoas para que elas se sintam motivadas a evoluir e realizar seu papel. Deve-se dar maior importância a elas do que aos processos, pois são elas que realizarão os processos e possivelmente proporão melhorias a eles.   |
| Adiar compromentimentos  | Tomar decisões embasadas, levando o maior tempo e coletando a maior quantidade de informações possíveis para tomar as melhores decisões e posteriormente executá-las rapidamente.  |

Fonte: Adaptado de Poppendieck e Poppendieck (2011), Hibbs et al. (2009), Ballé (2010), Alves (2010), Poppendieck e Cumumano, (2012), e Cantanhede (2014).

Com o intuito de aproximar-se cada vez mais dos princípios do LM, as empresas que desenvolvem software devem buscar constantemente a eliminação dos sete desperdícios do LM

em TI (WATERHOUSE, 2008; POPPENDIEK; POPPENDIECK, 2011; CANTANHEDE, 2014; TENÓRIO et al., 2018), assim como Ohno (1997) propôs para a manufatura, conforme pode ser vista a comparação no Quadro 4. As principais fases geradoras de desperdício são as que possuem contato com o cliente, definição dos requisitos e prioridades e testes (KINDLE et al., (2007).

Desperdícios esses que podem ser vistos no Quadro 6, os quais são os mesmos do LM da manufatura, entretanto adaptados para as aplicações de empresas de desenvolvimento de software.

Quadro 6 – Desperdícios do LM em TI

| Desperdício  | Cuidados  |
|--|---|
| Defeitos   | Toda base de códigos necessita de teste à prova de falhas ( <i>poka-yoke</i> ). Toda vez que um defeito é encontrado, precisa-se garantir de alguma forma que ele nunca mais se repita.       |
| Trabalho inacabado                                   | Esta é a forma de geração de estoque no desenvolvimento de software. Para combatê-lo deve-se dividir o trabalho em pequenos lotes e iterações.  |
| Atrasos  | Envolve a espera pelo desenvolvimento de pessoas de outras áreas. Equipes integradas, compartilhando a mesma sala e trocando <i>feedbacks</i> podem reduzir drasticamente os atrasos.         |
| Reaprendizagem                                       | Precisa-se desenvolver padrões de atividades e gerenciar o conhecimento dos colaboradores para evitar que eles precisem redescobrir algo que sabiam, porém esqueceram.                        |
| Transferência de controle                            | O conhecimento tácito, adquirido através da prática, é muito difícil de ser transmitido e absorvido por documentação, o que gera perda de conhecimento durante as transferências de controle. |
| Funcionalidades extras                               | Adicionar funcionalidades que não são necessárias para realizar o trabalho que o cliente deseja.  |
| Troca de tarefas                                     | A transmissão de tarefas diferentes pode causar distração, consumir tempo para absorção e reiniciar a mente para a nova tarefa.   |
| Não aproveitamento do conhecimento dos colaboradores | Incapacidade de captar ideias; dificuldade de retenção de conhecimento e experiências; uso inadequado do talento em tarefas repetitivas ou cotidianas   |

Fonte: Adaptado Waterhouse (2008), de Poppendiek e Poppendieck (2011), Cantanhede (2014) e Tenório et al.

(2018)

Diante disso, existem diferenças fundamentais entre uma empresa de desenvolvimento de software com o LM implementado e uma empresa de desenvolvimento de software tradicional (ORZEN; BELL, 2016), conforme pode ser visto no Quadro 7. Empresas de desenvolvimento de software tradicionais são mais cautelosas e demoram mais para realizar mudanças para manter a estabilidade dos processos. Em contrapartida as empresas de desenvolvimento de software *lean* são mais ágeis para resolver problemas e mudar de acordo com as necessidades do mercado, além de focarem mais esforços na geração de conhecimento aos colaboradores (CANTENHEDE, 2014).

Quadro 7 - Diferenças de perspectiva entre uma empresa de desenvolvimento de software com LM implementado e uma empresa de desenvolvimento de software tradicional

|                        | <i>Lean</i>  | <b>Tradicional</b>                               |
|------------------------|--|--|
| Gestão na mudança      | Orgânica, incremental e contínua   | Grandes eventos planejados                       |
| Organização            | Equipe multifuncional  | Controles e comando central                      |
| Métricas               | Métricas ligadas ao resultado de cima para baixo e de baixo para cima, conectando iniciativas de melhoria com objetivos estratégicos | Contenção de custos e <i>uptime</i> <sup>2</sup> |
| Gestão do Conhecimento | Generalização  | Especialização                                   |
| Educação               | Foco no processo   | Foco na tarefa                                   |
| Definição de Sucesso   | Velocidade e agilidade   | Estabilidade                                     |

Fonte: Orzen e Bell (2016)

### 2.3.1 Barreiras do LM no Desenvolvimento de Software

Orzen e Bell (2016) inferem que uma das maiores barreiras do LM em empresas que desenvolvem software é o conflito entre a melhoria contínua dos processos de gestão e a ineficiência dos setores de desenvolvimento. Isto se dá porque muitas melhorias surgem nas organizações com intuito de aumentar a eficiência de algum processo ou atender alguma necessidade do cliente, porém esbarram em problemas de solução tecnológica. Nessas empresas os setores administrativos não se envolvem com a operação, onde é agregado o valor ao produto e ao serviço, não conseguindo transmitir as necessidades dos clientes finais para a operação (LIKER, 2016). Além disso, a maior parte das empresas que desenvolvem software falham na tentativa de implementação do LM, pois buscam a aplicação de ferramentas isoladas, tais como 5S e just-in-time, para resolver problemas pontuais sem compreender sua implicação sistêmica.

Ao contrário da indústria, as operações de empresas que desenvolvem software são pouco repetitivas, o que dificulta no desenvolvimento dos projetos, os quais sempre são diferentes entre si. Além disso, na indústria a definição dos requisitos e necessidades dos clientes é muito mais clara quando comparada a empresas que desenvolvem software, pois o entendimento do que o software deve fazer pode apresentar muitas divergências entre os usuários. Por fim, a terceira e talvez mais importante diferença é que em empresas de desenvolvimento de software o trabalho é quase invisível, ao contrário da indústria em que tudo é físico e possível de ser visualizado. Isso dificulta muito na descoberta dos problemas e desperdícios nas empresas de TI (BALLÉ, 2010; ALVES, 2010; TENÓRIO et al., 2018).

<sup>2</sup> Tempo de disponibilidade ou tempo de uso de uma funcionalidade, site, serviço, etc.

Além das diferenças de aplicações quando comparada a indústria, a implementação do LM em empresas que desenvolvem software ainda é bastante emergente e são poucas as referências de aplicação até então (WATERHOUSE, 2008). Até mesmo pequenas empresas possuem dificuldades na implantação do LM no desenvolvimento de software, devido à dificuldade que elas têm em destinar os esforços necessários em melhoria contínua, testes e mudanças rápidas (NERUR et al., 2005).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de atingir os objetivos propostos à esta pesquisa, dividiu-se o método em duas macroetapas, sendo elas: (i) coleta de dados e análise do índice de desempenho na implementação do LM e (ii) identificação da influência do LM nas empresas analisadas. Diante dessas duas macroetapas dividem-se as seis etapas que compõem o método de pesquisa, conforme mostra o Quadro 8.

Quadro 8 – Etapas da Metodologia de Pesquisa

| Macroetapas                                  | Fases   | Ferramentas   |
|--|---|---|
| Coleta de dados e índice de desempenho no LM | 1. Definição e seleção da amostra   | -   |
|  | 2. Elaboração do roteiro dos questionários  | Roteiro dos questionários;<br>Tabela de práticas do LM a serem avaliadas;<br>e<br>Fatores Críticos de Sucesso |
|  | 3. Aplicação dos questionários  | Escala Likert; e<br>Entrevista Semiestruturada  |
|  | 4. Análise do índice de desempenho no LM e identificação das incidências dos fatores críticos de sucesso                  | Equação de Saurin e Ferreira (2008);<br>Ferramentas de Análise.   |
| Identificação da influência do LM            | 5. Análise de correlação entre os FCS e as práticas do LM   | Análise de Significância de Levene<br>Coeficiente de correlação de Pearson                                    |
|  | 6. Identificação das práticas do LM mais indicadas para cada um dos problemas das empresas de desenvolvimento de software | Ferramentas de análise  |
|  | 7. Análise de Agrupamento das Práticas do LM  | Análise de clusters pelo método de Ward   |

Fonte: O próprio autor

#### 3.1 DEFINIÇÃO E SELEÇÃO DA AMOSTRA

A primeira etapa consistiu na definição da amostra participante da pesquisa, ou seja, a escolha das empresas de desenvolvimento de software que serão analisadas para o desenvolvimento do método de análise de influência do LM nesse setor. Para tal, a escolha do

plano amostral foi do tipo não probabilístico (CAUCHICK et al., 2011). As empresas selecionadas deveriam ser do ramo tecnológico e desenvolver um ou mais softwares.

Para a seleção das empresas participantes da pesquisa, optou-se por restringir a amostra com empresas, que desenvolvem software e implementam o LM, localizadas no estado de Santa Catarina. O principal fator que motivou essa decisão deve-se a influência que as características culturais e outros fatores externos geram na aplicação de práticas do LM (KULL, et al., 2014, TORTORELLA; FETTERMANN, 2017).

Diante desse critério as empresas foram selecionadas por meio de uma pesquisa entre as empresas associadas a ACATE. Com isso, foram selecionadas 136 empresas que se encaixavam no perfil de desenvolvimento de software. Dentre elas, 135 possuem sede em Santa Catarina e apenas 1 está sediada no Rio Grande do Sul.

Com o intuito de selecionar os respondentes adequados para a pesquisa, levou-se em conta dois critérios. O primeiro visa abordar respondentes que tenham o conhecimento adequado para fundamentar a pesquisa. Por isso, os respondentes deveriam ser líderes no processo de desenvolvimento de software, tendo assim uma visão sistêmica de todo o processo. Critério esse que é de suma importância para sanar as limitações dos métodos qualitativos de pesquisa, dentre as quais envolve a possibilidade da amostra não representar completamente a visão da população (AAKER, et al., 1999). O segundo critério trata-se do tempo de casa do líder, ou seja, o tempo em que ele está trabalhando na empresa. Com isso, optou-se por líderes que possuíam pelo menos 1 ano de casa, tendo assim um tempo considerável de experiência, o que proporciona maior conhecimento tácito e garante maior assertividade para a pesquisa (PASARIBU, 2015; CANONICA, et al., 2016).

### 3.2 ELABORAÇÃO DO ROTEIRO DOS QUESTIONÁRIOS

A segunda etapa constitui-se do desenvolvimento do roteiro dos questionários. Para isso, levou-se em conta as práticas listadas na Figura 4, para então avaliar-se o ID em LM das empresas. Dessa forma, para mensurar o nível de implementação de cada uma das práticas foram utilizados a escala e os pesos elucidados na Tabela 1 (SAURIN; FERREIRA, 2008; ROSA, 2018). Além disso, também serviram de base para a criação do roteiro, os FCS do desenvolvimento de software listados no Quadro 1, os quais são avaliados em uma escala likert

de 1 a 6, onde 1 designa que o fator nunca ocorre na empresa e 6 significa que a situação sempre ocorre (TORTORELLA, 2012).

Tabela 1 – Escala e pesos para implementação das práticas do LM

| <b>Escala</b>               | <b>Peso</b> |
|-----------------------------|-------------|
| Não se aplica (NA)          | -           |
| Não existe (NE)             | 0,0         |
| Aplicação muito fraca (MFR) | 2,5         |
| Aplicação fraca (FR)        | 5,0         |
| Aplicação forte (FO)        | 7,5         |
| Aplicação muito forte (MFO) | 10,0        |

Fonte: Adaptado de Saurin e Ferreira (2008).

Sendo assim, o roteiro dos questionários foi elaborado e dividido em três seções: (i) Perfil do líder e da empresa, (ii) Índice de Desempenho na aplicação das práticas do LM e (iii) incidência dos FCS na empresa.

Na primeira seção foram levantadas questões para analisar e caracterizar o respondente. Dentre as perguntas analisou-se tanto o perfil do líder, abrangendo tempo de casa, sexo, cargo e número de subordinados, como também perguntas relacionadas ao perfil da empresa, como número de colaboradores, número de clientes, estado e cidade.

A segunda seção do questionário visou analisar o índice de desempenho na aplicação das práticas do LM nas empresas respondentes. Para isso, foram analisadas as 14 práticas elucidadas na Figura 4. Dessa forma, foi definido o grau de aplicação de cada prática diante de uma escala Likert de 1 a 6, de acordo com escala pré-determinada na Tabela 1. Além disso, foi adicionada uma questão aberta opcional para que os líderes pudessem acrescentar comentários relativos a aplicação das práticas na sua empresa.

Por fim, a terceira e última seção do questionário objetivou-se coletar a incidência dos 14 FCS levantados no Quadro 1. Assim, como na segunda seção, na terceira foram acrescentadas tanto as perguntas objetivas para que os líderes pudessem definir o grau de incidência de cada FCS, como também uma pergunta aberta para que ele pudesse colocar comentários.

### 3.3 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Após o desenvolvimento do roteiro, na terceira etapa realizam-se de fato as aplicações dos questionários com executivos das empresas selecionadas na primeira etapa. Os entrevistados deveriam possuir no mínimo um ano de trabalho na empresa e ocupar um cargo de liderança no processo de desenvolvimento de software, garantindo assim uma visão ampla e estratégica do processo.

A aplicação do questionário foi realizada virtualmente, tanto pela pandemia de Covid-19 que estava acontecendo durante a aplicação dele, quanto para ganhar mais escalabilidade e agilidade nas respostas e, também, garantir anonimidade dos respondentes, caso desejassem. Para tal, os questionários foram enviados em duas principais fontes de contato: (i) e-mail e (ii) rede social LinkedIn, por meio do aplicativo Google Forms.

### 3.4 ANÁLISE DO ÍNDICE DE DESEMPENHO NO LM E IDENTIFICAÇÃO DAS INCIDÊNCIAS DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO

Com base nas respostas dos questionários, analisou-se na etapa quatro o ID da empresa na implementação do LM de acordo com a Equação 1, com o intuito de verificar o nível de implementação das práticas definidas no questionário nas empresas respondentes.

$$ID = \frac{\text{Equação 1 – Índice de Desempenho}}{A} = \frac{(B * 2,5) + (C * 5,0) + (D * 7,5) + (E * 10,0)}{A}$$

Fonte: Adaptado de Saurin e Ferreira (2008).

Onde,

A = número de práticas aplicáveis;

B = número de práticas com aplicação muito fraca;

C = número de práticas com aplicação fraca;

D = número de práticas com aplicação forte;

E = número de práticas com aplicação muito forte.

Ainda na etapa quatro analisou-se a incidência dos FCS nas empresas selecionadas de acordo com a perspectiva dos respondentes. Com isso, foram identificados os principais problemas no desenvolvimento de software, definidos como o complemento dos FCS. Dessa forma, a frequência dos problemas PR<sub>j</sub> são identificadas de acordo com a Equação 2.

Equação 2 – Frequência dos problemas

$$PR_j = 1 - FCS_j$$

Fonte: Tortorella (2012).

Com isso, verificou-se quais são os problemas que mais ocorrem nas empresas analisadas. Para tal é gerado um ranking por meio do número de desvios padrão ndpr<sub>j</sub> de cada prática sob a amostra, o qual mede-se de acordo com a equação 3.

Equação 3 – Número de desvios padrões

$$ndpr_j = (x_j - X) / DP$$

Onde,

x<sub>j</sub> = média das avaliações p<sub>j</sub> dos entrevistados;

X = média dos valores x<sub>j</sub>;

DP = Desvio padrão dos valores x<sub>j</sub>.

### 3.5 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE OS FCS E AS PRÁTICAS DO LM

Diante disso, a quinta etapa teve como objetivo identificar e analisar a correlação entre a incidência dos FCS nas empresas de desenvolvimento de software e as práticas do LM que elas implementam. Para isso, realizou-se a correlação entre esses fatores através do coeficiente de correlação de Pearson (vide Figura 5), onde x e y são os fatores que estão sendo analisados.

Figura 5 – Coeficiente de correlação de Pearson

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}}$$

Fonte: Salles (2018).

A análise de correlação entre as práticas do LM e os FCS foi realizada por meio de correlação parcial, com o intuito de fazer uma análise pareada entre uma prática e um problema controlando o efeito causado pelas demais variáveis (BABA *et al.*, 2004). A correlação parcial é essencialmente recomendável para casos em que as relações pareadas podem ser afetadas pelo seu relacionamento com outras variáveis (LEGENDRE; LEGENDRE, 2012; TORTORELLA *et al.*, 2020).

Todas as correlações foram realizadas no software IBM® SPSS® Statistics Subscription. Para análise dos resultados, os valores positivos de “r” demonstram que as variáveis são diretamente proporcionais e em contrapartida, valores negativos manifestam que à medida que uma variável aumenta a outra diminui.

### 3.6 IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS DO LM MAIS INDICADAS PARA CADA UM DOS PROBLEMAS DAS EMPRESAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Com isso, na etapa 6, tornou-se possível identificar quais as práticas mais adequadas para solucionar os principais problemas das empresas de desenvolvimento de software. Visto que, os problemas são os complementos dos FCS, como pôde-se evidenciar na Equação 2. Com isso, valores positivos de “r” obtidos nas correlações entre as práticas e os FCS, evidenciam que a prática em questão é indicada para a resolução do problema relativo ao FCS em questão. Logo, quanto maior o nível de implementação da prática, maior será a propensão do FCS correlacionado e menor será a incidência do problema relativo a esse FCS.

Em contrapartida, valores negativos de “r” demonstram que a prática analisada não é indicada para o problema que está sendo correlacionado. Dessa maneira, tornou-se possível analisar o impacto do LM em empresas de desenvolvimento de software.

### 3.7 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS PRÁTICAS DO LM

Devido ao número de respostas da pesquisa não ser tão grande, buscou-se realizar a análise de agrupamento ou clusters das práticas do LM para identificar, de uma forma mais abrangente, quais práticas em conjunto são indicadas para a redução dos problemas. A análise de agrupamento é uma técnica multivariado clusteriza elementos de uma amostra com base nas similaridades entre eles. Com isso, os elementos classificados em um mesmo grupo são mais

parecidos entre si do que com os elementos dos outros grupos (TOMAZ, 2017). Sendo assim, o objetivo da análise de agrupamentos é maximizar a homogeneidade dentro dos grupos (HAIR et al., 2009)

Para tal, foi realizada a análise de agrupamento, por meio do software IBM® SPSS® Statistics Subscription, pelo método de Ward, também chamado de “Mínima Variância”, com a medida de dissimilaridade da distância euclidiana quadrática. Neste método a formação de grupos é realizada pela maximização da homogeneidade dentro dos grupos, por meio da soma de quadrados dentro dos grupos. Sendo assim, o método de Ward visa minimizar a soma dos quadrados dentro dos grupos (TOMAZ, 2017). Para a realização do agrupamento, foram utilizados os resultados do índice de desempenho de cada uma das práticas do LM em cada empresa respondente.

A análise de agrupamento separou as práticas em quatro clusters. Diante dos clusters, visou-se identificar quais eram os problemas mais passíveis de redução por meio da aplicação das práticas pertencentes a cada cluster, com base na análise de correlação entre as práticas do cluster com os FCS.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

A aplicação do questionário foi realizada virtualmente, com o auxílio da ferramenta do Google Forms. Os questionários foram enviados tanto por e-mail quanto pela rede social LinkedIn entre os meses de março e abril de 2020.

O primeiro meio de contato com líderes das empresas selecionadas para a pesquisa foi o e-mail. Diante disso, foram enviados e-mails para 94% das 136 empresas, destes apenas 52% abriram ou leram o e-mail, entretanto apenas 14 líderes responderam o questionário, atingindo uma taxa de conversão de 11%. O segundo meio de contato com os respondentes foi pela rede social LinkedIn. Por este meio foi possível entrar em contato com 51% das empresas selecionadas, dos quais 52% deram algum retorno a mensagem e 25% responderam ao questionário. A Figura 6 apresenta a taxa de conversão do contato tanto via e-mail quanto via LinkedIn. Com isso, foi visível que a rede social foi mais eficaz para a coleta de dados deste estudo, visto que 55% das 31 respostas foram advindas deste meio. Entretanto, 9 respondentes, ou seja, 29% do total de respostas, tiveram contatos tanto por e-mail quanto por LinkedIn.

Figura 6 – Coleta das respostas



Fonte: O próprio autor

A primeira esfera do questionário tem como objetivo caracterizar os líderes respondentes da pesquisa, bem como a empresa que trabalham. Diante disso, foi possível analisar o porte das empresas respondentes com base na classificação do SEBRAE (2013) para o setor de comércio e serviços, a qual leva em consideração o número de funcionários da empresa, como mostra a Tabela 2.

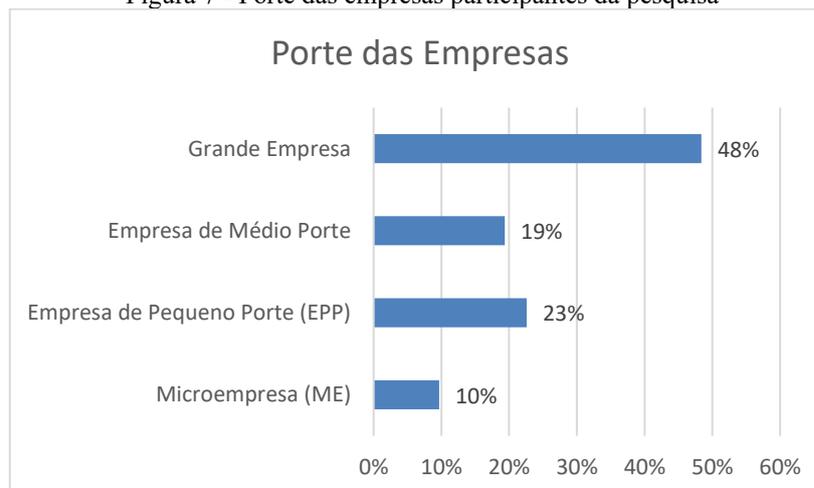
Tabela 2 - Definição do porte de empresas de acordo com o número de colaboradores

| <b>Porte</b>                   | <b>Quantidade de colaboradores</b> |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Microempresa (ME)              | Até 9                              |
| Empresa de Pequeno Porte (EPP) | De 10 a 49                         |
| Empresa de Médio Porte         | De 50 a 99                         |
| Grande Empresa                 | 100 ou mais                        |

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2013).

Com base nesta classificação, identificou-se que 48% das empresas participantes deste estudo estão enquadradas como grande empresa. Da parcela restante, 19% das empresas são de médio porte, 23% de pequeno porte e 10% são microempresas, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 - Porte das empresas participantes da pesquisa



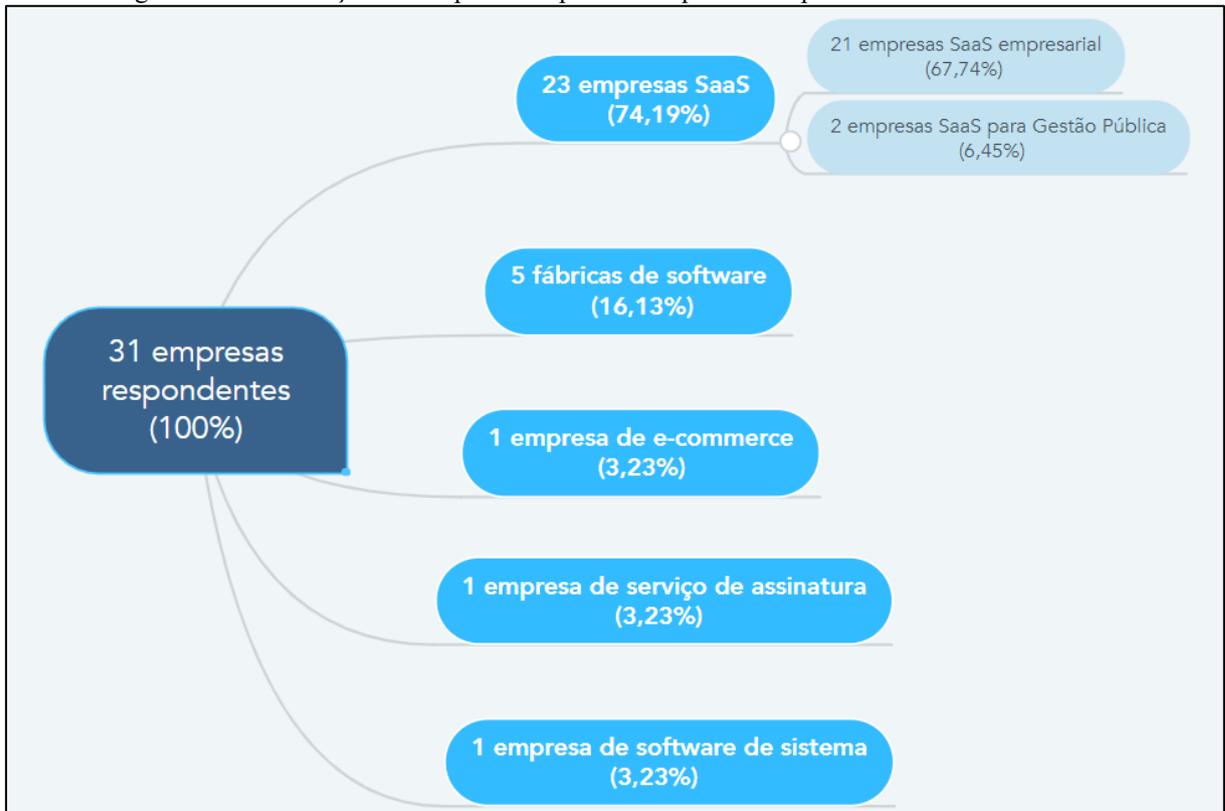
Fonte: O próprio autor

Para obter-se uma análise mais detalhada das empresas respondentes da pesquisa, buscou-se identificar o tipo de software desenvolvido por elas. Com isso, identificou-se que se obteve empresas de 5 classificações, de acordo com o tipo de software desenvolvido por elas:

- a) SaaS: *Software as a Service* ou Software como um Serviço são empresas que desenvolvem um software que não uma aquisição de licença vitalícia, mas sim um serviço que é adquirido e usufruído através de mensalidades ou anuidades pelo tempo que o usuário desejar. Normalmente são softwares que estão em constante desenvolvimento, com o objetivo de entregar ao usuário cada vez mais valor. Para essa classificação, foram obtidas duas subclassificações:
  - a. SaaS empresarial: Softwares oferecidos para empresas gerenciarem seus processos;
  - b. SaaS para gestão Pública: Softwares oferecidos para órgãos públicos gerenciarem seus processos;
- b) Fábricas de Software: São empresas que desenvolvem produtos ou serviços de softwares personalizados, sob demanda para atender as necessidades especificadas pelo cliente;
- c) E-commerce: São empresas com plataformas ou sites para comércio virtual de produtos e/ou serviços;
- d) Serviço por assinatura: São empresas que oferecem softwares no conceito B2C para atender alguma necessidade do usuário por meio de serviços de assinatura, ou seja, sob cobrança de mensalidades ou anuidades.
- e) Software de sistema: Softwares responsáveis por realizar a comunicação, normalmente, entre hardware e usuário, para que este possa usufruir dos dados, informações e análises do hardware.

Diante disso, como pode-se ver na Figura 8, a grande maioria das empresas são SaaS empresariais, sendo 67,74% da amostra. As fábricas de software obtiveram a segunda maior parcela, diante das empresas respondentes, sendo 16,13%. Duas empresas respondentes são SaaS para Gestão Pública. Por fim, uma empresa é de e-commerce, uma de serviço de assinatura e uma de software de sistema.

Figura 8 – Classificação das empresas respondentes quanto ao tipo de software desenvolvido

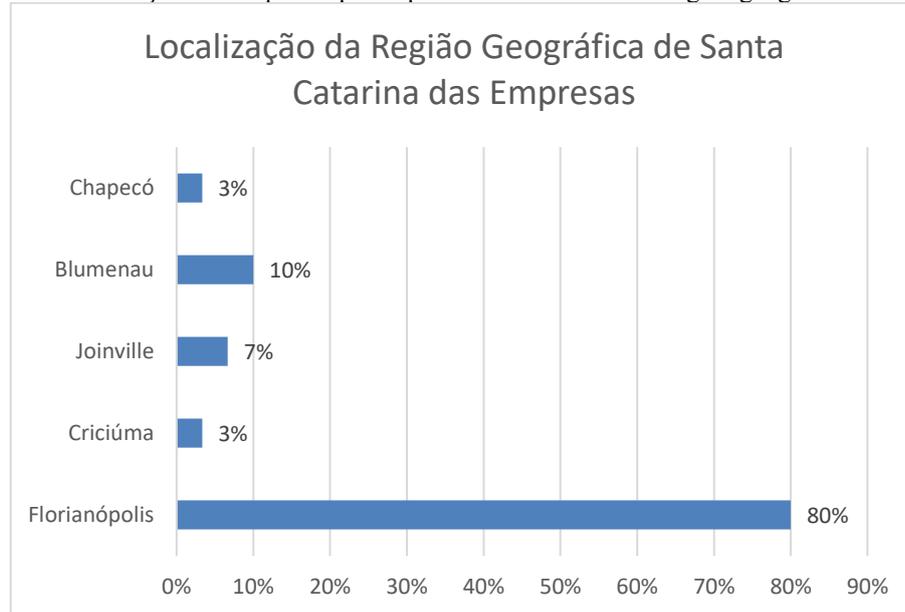


Fonte: O próprio autor

Outro fator analisado na primeira esfera do questionário, com intuito de caracterizar as empresas respondentes é o número de clientes. Com isso, percebeu-se uma amostra bastante homogênea em relação a quantidade de clientes. A faixa que mais se destacou foi entre 100 e 499 clientes, a qual representa 26% da amostra, como pode ser visto na Figura 9).



Figura 11 - Localização das empresas participantes de acordo com a região geográfica intermediária



Fonte: O próprio autor

A primeira esfera do questionário, além de caracterizar as empresas participantes da pesquisa, tem como intuito caracterizar os líderes do setor de desenvolvimento dessas empresas. Dessa maneira, um dos fatores analisados foi o gênero dos respondentes. Diante das respostas, identificou-se que 87% são homens e 13% são mulheres, conforme pode ser visto na Tabela 3.

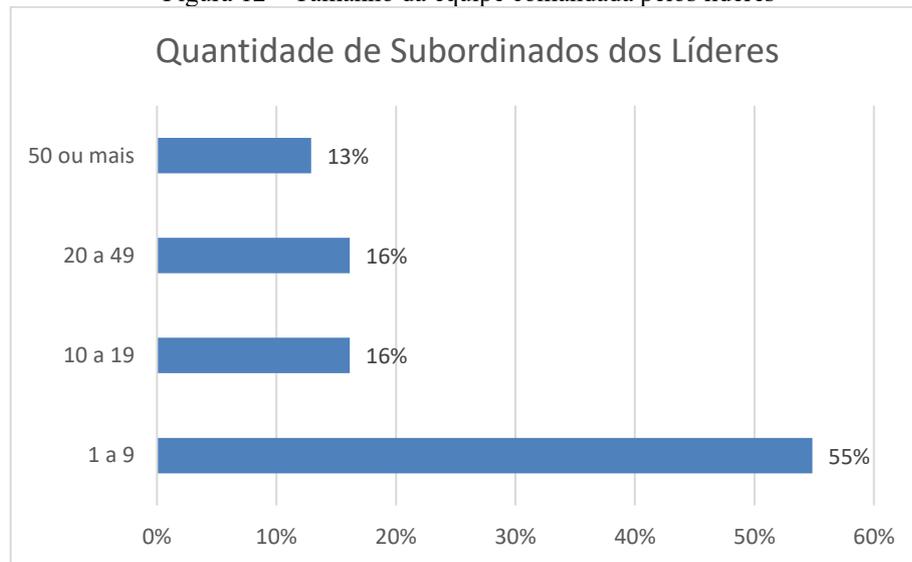
Tabela 3 – Gênero dos respondentes

| <b>Sexo</b> | <b>Quantidade de Respondentes</b> | <b>Percentual da Amostra</b> |
|-------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Masculino   | 27                                | 87%                          |
| Feminino    | 4                                 | 13%                          |

Fonte: O próprio autor

Além disso, analisando o tamanho da equipe liderada pelos líderes respondentes, percebeu-se que a maioria deles possuem entre 1 e 9 subordinados, com uma parcela de 55% em relação a amostra. Os dados relacionados ao tamanho das equipes comandadas pelos líderes podem ser visualizados na Figura 12.

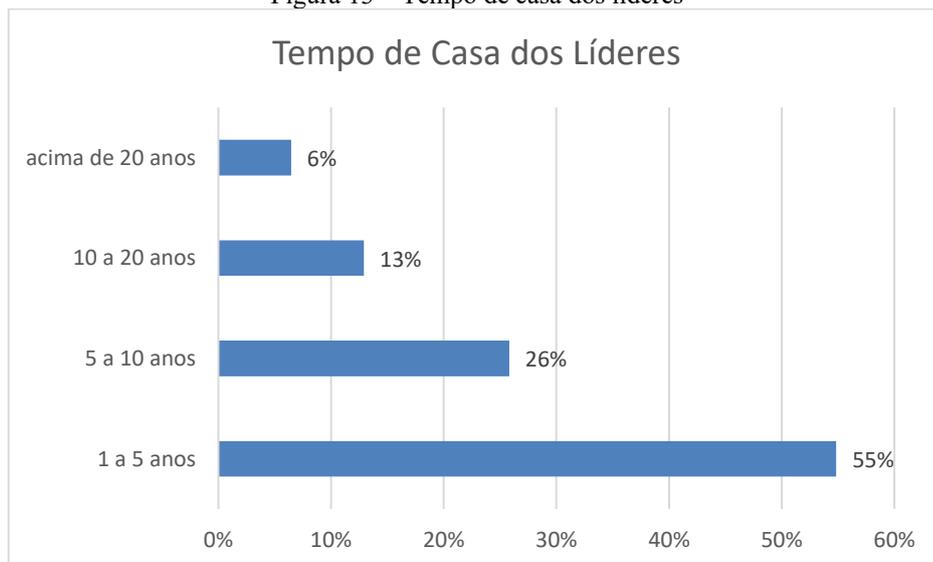
Figura 12 – Tamanho da equipe comandada pelos líderes



Fonte: O próprio autor

Por fim, analisou-se também o tempo de casa dos líderes respondentes do questionário. Dessa forma, evidenciou-se que a maioria dos líderes no momento das respostas estavam trabalhando nas empresas de 1 a 5 anos, representando 55% da amostra. Os dados relacionados ao tempo de casa dos líderes que participarem da pesquisa podem ser evidenciados na Figura 13.

Figura 13 – Tempo de casa dos líderes



Fonte: O próprio autor

## 4.2 ANÁLISE DO ÍNDICE DE DESEMPENHO NA IMPLEMENTAÇÃO DO LM NAS EMPRESAS

Após a aplicação dos questionários, tornou-se possível analisar o Índice de Desempenho (ID) em LM das empresas participantes da pesquisa de acordo com as respostas da seção 2 do questionário. Para tal, as práticas (P<sub>j</sub>) foram numeradas de acordo com o Quadro 9.

Quadro 9 – Numeração das Práticas do LM

| <b>Prática</b>                     | <b>Numeração</b> |
|------------------------------------|------------------|
| <i>Takt Time</i>                   | P1               |
| Fluxo Contínuo                     | P2               |
| <i>Just in Time</i>                | P3               |
| Engenharia Simultânea              | P4               |
| Equipes Multifuncionais            | P5               |
| Padronização das Operações         | P6               |
| Nivelamento do Trabalho            | P7               |
| Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) | P8               |
| <i>Codesign</i>                    | P9               |
| Compartilhamento de Conhecimento   | P10              |
| <i>Kanban</i>                      | P11              |
| Gestão Visual                      | P12              |
| <i>Kaizen</i>                      | P13              |
| Engenheiro Chefe                   | P14              |

Fonte: O próprio autor

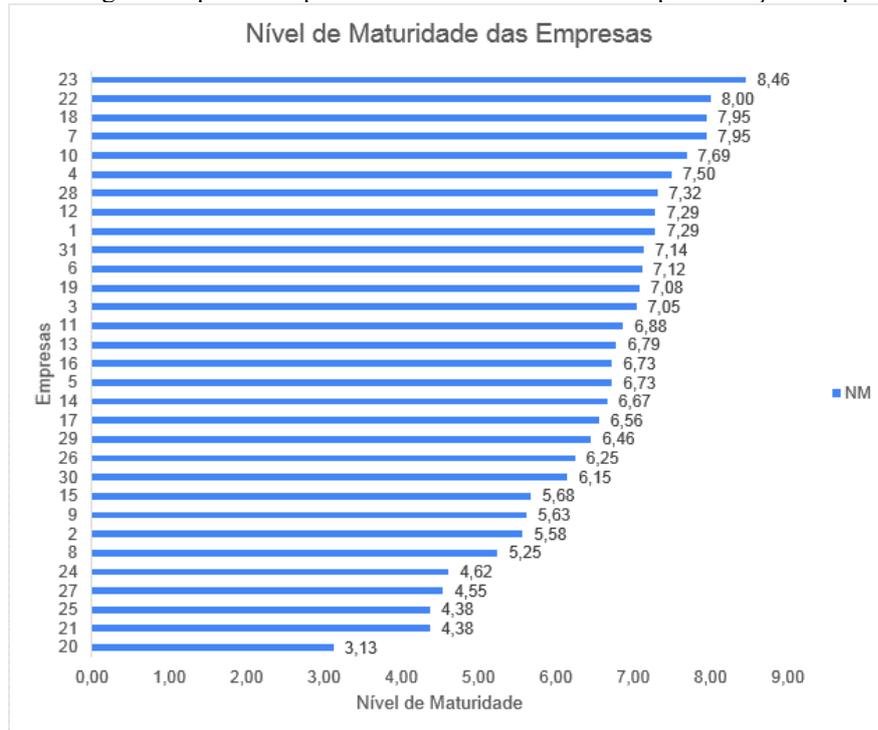
Dessa forma, com base no método proposto por Saurin e Ferreira (2008) foi possível identificar que as empresas participantes possuem uma média de ID de 6,46, sendo que a empresa que possui o maior resultado atingiu um ID de 8,5 e a empresa com o menor ID atingiu 3,1. Sendo assim, de acordo com a classificação de Saurin e Ferreira (2008), 19% das empresas tiveram um ID considerado Muito Forte (valores iguais ou acima de 7,5), 65% Forte (valores entre 5,01 e 7,5), 16% Fraco (valores entre 2,51 e 5) e nenhuma teve o ID classificado como Muito Fraco (valores abaixo de 2,5). Os resultados de cada empresa podem ser evidenciados na Figura 14 e na Figura 15 é possível ver o ranking do ID das empresas.

Figura 14 – Índice de Desempenho em LM das empresas

| Empresa      | Número de Práticas NA | Número de Práticas NE | Número de Práticas B | Número de Práticas C | Número de Práticas D | Número de Práticas E | Número de Práticas A | NM   |
|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|
| 1            | 0                     | 2                     | 1                    | 3                    | 4                    | 4                    | 12                   | 7,29 |
| 2            | 1                     | 0                     | 4                    | 4                    | 3                    | 2                    | 13                   | 5,58 |
| 3            | 2                     | 1                     | 1                    | 3                    | 4                    | 3                    | 11                   | 7,05 |
| 4            | 4                     | 0                     | 0                    | 2                    | 6                    | 2                    | 10                   | 7,50 |
| 5            | 0                     | 1                     | 2                    | 4                    | 3                    | 4                    | 13                   | 6,73 |
| 6            | 0                     | 1                     | 1                    | 2                    | 8                    | 2                    | 13                   | 7,12 |
| 7            | 1                     | 2                     | 0                    | 3                    | 3                    | 5                    | 11                   | 7,95 |
| 8            | 2                     | 2                     | 3                    | 4                    | 2                    | 1                    | 10                   | 5,25 |
| 9            | 0                     | 2                     | 3                    | 3                    | 6                    | 0                    | 12                   | 5,63 |
| 10           | 1                     | 0                     | 2                    | 2                    | 2                    | 7                    | 13                   | 7,69 |
| 11           | 0                     | 2                     | 3                    | 2                    | 2                    | 5                    | 12                   | 6,88 |
| 12           | 1                     | 1                     | 1                    | 2                    | 6                    | 3                    | 12                   | 7,29 |
| 13           | 0                     | 0                     | 0                    | 5                    | 8                    | 1                    | 14                   | 6,79 |
| 14           | 1                     | 1                     | 2                    | 3                    | 4                    | 3                    | 12                   | 6,67 |
| 15           | 1                     | 2                     | 3                    | 3                    | 4                    | 1                    | 11                   | 5,68 |
| 16           | 0                     | 1                     | 1                    | 4                    | 6                    | 2                    | 13                   | 6,73 |
| 17           | 2                     | 4                     | 2                    | 2                    | 1                    | 3                    | 8                    | 6,56 |
| 18           | 3                     | 0                     | 1                    | 1                    | 4                    | 5                    | 11                   | 7,95 |
| 19           | 2                     | 0                     | 2                    | 3                    | 2                    | 5                    | 12                   | 7,08 |
| 20           | 0                     | 6                     | 6                    | 2                    | 0                    | 0                    | 8                    | 3,13 |
| 21           | 1                     | 1                     | 7                    | 1                    | 4                    | 0                    | 12                   | 4,38 |
| 22           | 3                     | 1                     | 0                    | 2                    | 4                    | 4                    | 10                   | 8,00 |
| 23           | 1                     | 0                     | 0                    | 1                    | 6                    | 6                    | 13                   | 8,46 |
| 24           | 0                     | 1                     | 7                    | 3                    | 1                    | 2                    | 13                   | 4,62 |
| 25           | 4                     | 2                     | 5                    | 1                    | 1                    | 1                    | 8                    | 4,38 |
| 26           | 0                     | 2                     | 3                    | 2                    | 5                    | 2                    | 12                   | 6,25 |
| 27           | 0                     | 3                     | 5                    | 3                    | 3                    | 0                    | 11                   | 4,55 |
| 28           | 0                     | 0                     | 0                    | 4                    | 7                    | 3                    | 14                   | 7,32 |
| 29           | 1                     | 1                     | 4                    | 2                    | 1                    | 5                    | 12                   | 6,46 |
| 30           | 0                     | 1                     | 4                    | 3                    | 2                    | 4                    | 13                   | 6,15 |
| 31           | 0                     | 0                     | 1                    | 4                    | 5                    | 4                    | 14                   | 7,14 |
| <b>Média</b> |                       |                       |                      |                      |                      |                      |                      | 6,46 |

Fonte: O próprio autor

Figura 15 – Ranking das empresas de acordo com o ID na implementação das práticas do LM



Fonte: O próprio autor

Além disso, tornou-se possível realizar a análise do ID de cada prática do LM nas empresas participantes da pesquisa, seguindo a mesma fórmula proposta por Saurin e Ferreira (2008). Com isso, evidenciou-se quais são as práticas mais implementadas e quais são as mais carentes no desenvolvimento de software dessas empresas, conforme pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 – Índice de Desempenho das Práticas do LM nas empresas

| Prática | Número de Práticas NA | Número de Práticas NE | Número de Práticas B | Número de Práticas C | Número de Práticas D | Número de Práticas E | Número de Práticas A | NM   |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|
| P1      | 5                     | 5                     | 8                    | 6                    | 6                    | 1                    | 21                   | 5,00 |
| P2      | 1                     | 1                     | 4                    | 8                    | 13                   | 4                    | 29                   | 6,47 |
| P3      | 4                     | 6                     | 4                    | 4                    | 10                   | 3                    | 21                   | 6,43 |
| P4      | 3                     | 2                     | 4                    | 8                    | 8                    | 6                    | 26                   | 6,54 |
| P5      | 1                     | 2                     | 3                    | 7                    | 10                   | 8                    | 28                   | 7,05 |
| P6      | 1                     | 0                     | 8                    | 9                    | 7                    | 6                    | 30                   | 5,92 |
| P7      | 0                     | 0                     | 8                    | 12                   | 7                    | 4                    | 31                   | 5,56 |
| P8      | 6                     | 10                    | 5                    | 3                    | 4                    | 3                    | 15                   | 5,83 |
| P9      | 2                     | 2                     | 9                    | 7                    | 6                    | 5                    | 27                   | 5,65 |
| P10     | 1                     | 0                     | 2                    | 5                    | 11                   | 12                   | 30                   | 7,75 |
| P11     | 1                     | 2                     | 1                    | 2                    | 7                    | 18                   | 28                   | 8,75 |
| P12     | 1                     | 4                     | 3                    | 4                    | 12                   | 7                    | 26                   | 7,21 |
| P13     | 4                     | 4                     | 10                   | 7                    | 3                    | 3                    | 23                   | 4,89 |
| P14     | 1                     | 2                     | 5                    | 1                    | 13                   | 9                    | 28                   | 7,32 |

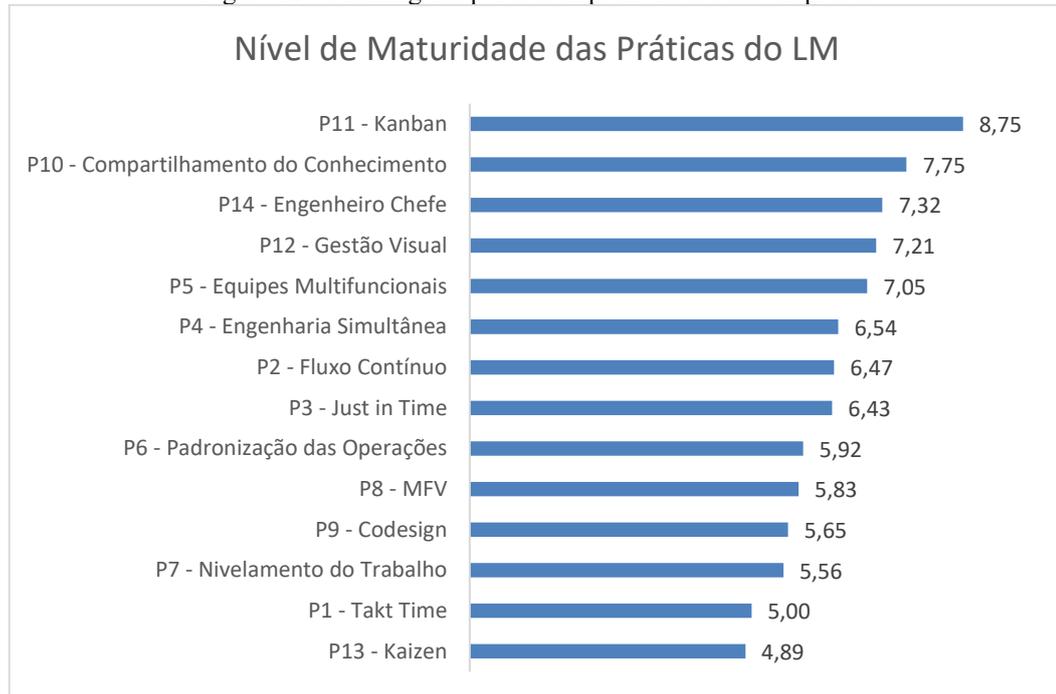
Fonte: O próprio autor

Com isso, percebe-se que a prática com maior ID nas empresas participantes da pesquisa é a P11 (*Kanban*) que atingiu um valor de 8,75. O alto ID da P11 vai de acordo com a pesquisa realizada por White *et al.* (1999). Após uma investigação com 280 empresas de grande porte e 174 de pequeno porte, os autores identificaram que três práticas estão altamente relacionadas com a implementação do LM, dentre elas, o *kanban*. Além da P11, a prática P10 (Compartilhamento de Conhecimento) atingiu um grau de aplicação muito forte (nota igual ou maior do que 7,5) de acordo com a classificação de Saurin e Ferreira (2008), atingindo uma nota de 7,75.

Destacaram-se também as práticas P14 (Engenheiro Chefe), P12 (Gestão Visual) e P5 (Equipes Multifuncionais), com um ID de 7,32, 7,21 e 7,05, respectivamente. A P5 também se encontrou entre as três principais práticas do estudo de White *et al.* (1999). Notou-se que a grande maioria das práticas atingiu um nível de aplicação Alto, visto que 10 das 14 práticas analisadas tiveram notas entre 5,01 e 7,5. No estudo de Saurin e Ferreira (2008) as práticas Gestão Visual, *Just in Time*, Fluxo Contínuo e Mapeamento do Fluxo de Valor, atingiram ID Muito Forte, enfatizando como essas práticas possuem grande importância, tanto na manufatura, quanto no desenvolvimento de software, visto que elas atingiram ID Forte nesta pesquisa. A prática de Padronização das Operações mostrou um ID Forte, atingindo um valor de 5,92, assemelhando-se muito ao resultado da pesquisa de Saurin e Ferreira (2008), na qual atingiu um ID de 6. A pesquisa de Nogueira (2007) ressalta um ID razoável para a Padronização das Operações e em contrapartida, mostra uma importância extremamente alta dessa prática para a implementação do LM.

Em contrapartida, apenas duas práticas alcançaram um valor de ID classificado como Fraco por Saurin e Ferreira (2008) (notas entre 2,51 e 5), sendo elas P13 (*Kaizen*) e P1 (*Takt Time*), com ID de 4,89 e 5,00, respectivamente. Ao contrário do que foi evidenciado com os resultados desta pesquisa, Saurin e Ferreira (2008), em sua pesquisa identificaram um ID Muito Forte para a prática P13 (*Kaizen*). Fato esse que pode evidenciar que no desenvolvimento de software a P13 ainda é bastante incipiente, enquanto na manufatura é vista como de alta importância para a implementação do LM (NOGUEIRA, 2007). Nenhuma prática foi identificada com ID Muito Fraco (notas entre 2,5 e 5). Diante dos resultados, constatou-se que a grande maioria das práticas do LM obtiveram um ID alto nas empresas participantes da pesquisa. O ranking do ID na implementação das práticas do LM nas empresas pode ser visto na Figura 17.

Figura 17 – Ranking das práticas implementadas nas empresas



Fonte: O próprio autor

#### 4.3 IDENTIFICAÇÃO DAS INCIDÊNCIAS DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO E DOS PROBLEMAS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DAS EMPRESAS

Por meio das respostas da seção 2 do questionário, tornou-se possível analisar a incidências dos FCS do desenvolvimento de software nas empresas. Para isso, numerou-se os FCS de acordo com a Quadro 10.

Quadro 10 – Numeração dos Fatores Críticos de Sucesso

| <b>FCS</b>   | <b>Numeração</b> |
|--|------------------|
| Envolvimento do Cliente  | FCS1             |
| Suporte da administração executiva                             | FCS2             |
| Confirmação clara dos requisitos das solicitações dos clientes | FCS3             |
| Planejamento adequado  | FCS4             |
| Expectativas realistas   | FCS5             |
| <i>Milestones</i> curtos                                       | FCS6             |
| Equipe competente  | FCS7             |
| Equipe possui sentimento de dono                               | FCS8             |
| Visão e objetivos claros                                       | FCS9             |
| Equipe trabalhadora e focada                                   | FCS10            |
| Tecnologia consistente   | FCS11            |
| Recursos adequados   | FCS12            |
| Cumprimento dos prazos   | FCS13            |
| Atualização das tecnologias                                    | FCS14            |

Fonte: O próprio autor

Diante disso, pode-se perceber que a empresa que obteve uma maior média de incidência dos FCS obteve um valor de 5,5, sendo que a escala máxima é 6. Por outro lado, a empresa que obteve a pior média na incidência dos FCS, atingiu um valor de 2,78. Além disso, tornou-se possível identificar as médias de cada FCS, ou seja, qual é a incidência de cada FCS nas empresas analisadas. Com isso, a maior média obtida foi do FCS7 (Equipe competente), seguido pelo FCS10 (Equipe trabalhadora e focada) e FCS11 (Tecnologia consistente), com valores de 5,16, 4,97 e 4,94, respectivamente. Em contrapartida, os FCS com menor médio foram FCS4 (Planejamento adequado), FCS5 (Expectativas realistas) e FCS2 (Suporte da administração executiva), com as médias 3,97, 4,00 e 4,10, respectivamente. O estudo CHAOS (2014), identificou que os principais Fatores Críticos de Sucesso para projetos de TI são o Envolvimento do Usuário (FCS1), Suporte da Administração Executiva (FCS2) e Confirmação Clara dos Requisitos das Solicitações dos Clientes (FCS3). O que demonstra que as maiores incidências dos FCS nas empresas analisadas na pesquisa não se dão nos FCS de maior importância para os resultados delas, de acordo com CHAOS (2014). Os resultados das incidências dos FCS do desenvolvimento de software nas empresas participantes da pesquisa podem ser vistos na Figura 18.

Figura 18 – Incidência dos FCS nas empresas

| Empresa | FCS1 | FCS2 | FCS3 | FCS4 | FCS5 | FCS6 | FCS7 | FCS8 | FCS9 | FCS10 | FCS11 | FCS12 | FCS13 | FCS14 | Média |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1       | 5    | 2    | 2    | 2    | 5    | 4    | 6    | 2    | 2    | 5     | 5     | 3     | 4     | 5     | 3,71  |
| 2       | 4    | 4    | 4    | 4    | 5    | 6    | 5    | 3    | 4    | 5     | 5     | 5     | 3     | 5     | 4,43  |
| 3       | 5    | 6    | 5    | 5    | 5    | 6    | 5    | 5    | 4    | 5     | 4     | 5     | 6     | 4     | 5,00  |
| 4       | 6    | 4    | 6    | 6    | 5    | 4    | 6    | 5    | 4    | 3     | 4     | 6     | 4     | 4     | 4,79  |
| 5       | 6    | 3    | 1    | 3    | 2    | 5    | 5    | 3    | 4    | 4     | 3     | 3     | 4     | 2     | 3,43  |
| 6       | 5    | 5    | 5    | 5    | 4    | 5    | 6    | 5    | 5    | 5     | 6     | 6     | 5     | 6     | 5,21  |
| 7       | 2    | 4    | 4    | 6    | 6    | 4    | 5    | 5    | 6    | 5     | 5     | 6     | 4     | 4     | 4,71  |
| 8       | 5    | 3    | 3    | 3    | 2    | 5    | 4    | 5    | 4    | 4     | 3     | 2     | 1     | 3     | 3,36  |
| 9       | 2    | 1    | 2    | 2    | 3    | 4    | 5    | 3    | 3    | 5     | 3     | 5     | 6     | 3     | 3,36  |
| 10      | 6    | 4    | 4    | 5    | 6    | 5    | 6    | 4    | 5    | 6     | 6     | 6     | 6     | 4     | 5,21  |
| 11      | 6    | 2    | 6    | 6    | 4    | 6    | 6    | 6    | 4    | 5     | 6     | 4     | 5     | 6     | 5,14  |
| 12      | 3    | 5    | 5    | 4    | 5    | 6    | 6    | 5    | 4    | 6     | 6     | 6     | 5     | 6     | 5,14  |
| 13      | 5    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 5    | 4    | 5    | 4     | 5     | 4     | 5     | 4     | 4,36  |
| 14      | 5    | 4    | 5    | 4    | 5    | 5    | 4    | 4    | 5    | 4     | 4     | 4     | 5     | 4     | 4,43  |
| 15      | 5    | 5    | 6    | 5    | 4    | 3    | 4    | 5    | 6    | 4     | 4     | 4     | 2     | 2     | 4,21  |
| 16      | 4    | 3    | 5    | 5    | 6    | 4    | 5    | 6    | 6    | 6     | 6     | 4     | 5     | 6     | 5,07  |
| 17      | 6    | 4    | 6    | 2    | 5    | 5    | 5    | 4    | 4    | 5     | 5     | 5     | 5     | 4     | 4,64  |
| 18      | 5    | 6    | 6    | 4    | 6    | 5    | 6    | 5    | 5    | 6     | 6     | 5     | 5     | 4     | 5,29  |
| 19      | 5    | 3    | 5    | 4    | 2    | 5    | 5    | 4    | 5    | 4     | 5     | 5     | 4     | 3     | 4,21  |
| 20      | 5    | 4    | 3    | 2    | 3    | 4    | 4    | 3    | 2    | 4     | 5     | 5     | 3     | 4     | 3,64  |
| 21      | 6    | 4    | 4    | 4    | 3    | 3    | 5    | 3    | 3    | 5     | 5     | 4     | 4     | 4     | 4,07  |
| 22      | 5    | 6    | 6    | 5    | 5    | 5    | 6    | 6    | 5    | 6     | 6     | 6     | 5     | 5     | 5,50  |
| 23      | 5    | 5    | 4    | 4    | 4    | 4    | 5    | 4    | 4    | 6     | 6     | 6     | 5     | 6     | 4,86  |
| 24      | 3    | 4    | 3    | 3    | 3    | 5    | 4    | 4    | 4    | 6     | 4     | 4     | 4     | 4     | 3,93  |
| 25      | 4    | 4    | 3    | 3    | 4    | 3    | 4    | 2    | 3    | 5     | 5     | 6     | 5     | 4     | 3,93  |
| 26      | 5    | 6    | 4    | 4    | 4    | 5    | 6    | 5    | 5    | 6     | 6     | 6     | 4     | 5     | 5,07  |
| 27      | 3    | 3    | 3    | 3    | 2    | 3    | 4    | 3    | 3    | 3     | 3     | 2     | 2     | 2     | 2,79  |
| 28      | 5    | 5    | 5    | 4    | 4    | 5    | 6    | 5    | 4    | 5     | 6     | 4     | 5     | 3     | 4,71  |
| 29      | 5    | 6    | 5    | 4    | 2    | 3    | 6    | 6    | 5    | 6     | 6     | 5     | 4     | 4     | 4,79  |
| 30      | 4    | 5    | 4    | 5    | 4    | 3    | 6    | 4    | 5    | 6     | 5     | 5     | 5     | 5     | 4,71  |
| 31      | 5    | 3    | 2    | 3    | 2    | 5    | 5    | 1    | 4    | 5     | 5     | 5     | 3     | 3     | 3,64  |
| Média   | 4,68 | 4,10 | 4,19 | 3,97 | 4,00 | 4,48 | 5,16 | 4,16 | 4,26 | 4,97  | 4,94  | 4,71  | 4,29  | 4,13  |       |

Fonte: O próprio autor

Com isso, normalizou-se os resultados das incidências dos FCS e obteve-se o complemento desse valor para encontrar os problemas das empresas que desenvolvem software participantes. Para facilitar a análise os problemas, foram definidos e numerados de acordo com o Quadro 11.

Quadro 11 – Numeração dos problemas no desenvolvimento de software

| FCS  | Problemas  | Numeração |
|--|--|-----------|
| Envolvimento do cliente  | Cliente não se envolve no processo                                   | PR1       |
| Suporte da administração executiva                             | Administração executiva não dá suporte                               | PR2       |
| Confirmação clara dos requisitos das solicitações dos clientes | Confirmação dos requisitos das solicitações dos clientes não é clara | PR3       |
| Planejamento adequado  | Planejamento inadequado  | PR4       |
| Expectativas realistas   | Expectativas irrealistas   | PR5       |
| <i>Milestones</i> curtos                                       | <i>Milestones</i> longos   | PR6       |
| Equipe competente  | Equipe incompetente  | PR7       |
| Equipe possui sentimento de dono                               | Equipe não possui sentimento de dono                                 | PR8       |
| Visão e objetivos claros                                       | Visão e objetivos não são claros                                     | PR9       |
| Equipe trabalhadora e focada                                   | Equipe não é trabalhadora e focada                                   | PR10      |
| Tecnologia consistente   | Tecnologia inconsistente   | PR11      |
| Recursos adequados   | Recursos inadequados   | PR12      |
| Cumprimento dos prazos   | Não cumprimento de prazos  | PR13      |
| Atualização das tecnologias                                    | Não há atualização das tecnologias                                   | PR14      |

Fonte: O próprio autor

Sendo assim, pode-se identificar quais as empresas que possuem maior incidências dos problemas listados na pesquisa. Para isso, utilizou-se o número de desvios padrões, por meio da divisão entre a diferença da média da incidência dos problemas de cada empresa com a média da amostra pelo desvio padrão da amostra. Por conseguinte, definiu-se que empresas valores de  $ndpr_j$  maiores do que 1 possuem alta incidência de problemas no desenvolvimento de software. Por outro lado, empresas com valores de  $ndpr_j$  menores do que 1 possuem baixa incidência dos de problemas (CANONICA; TORTORELLA, 2016; CANONICA *et al.* 2019).

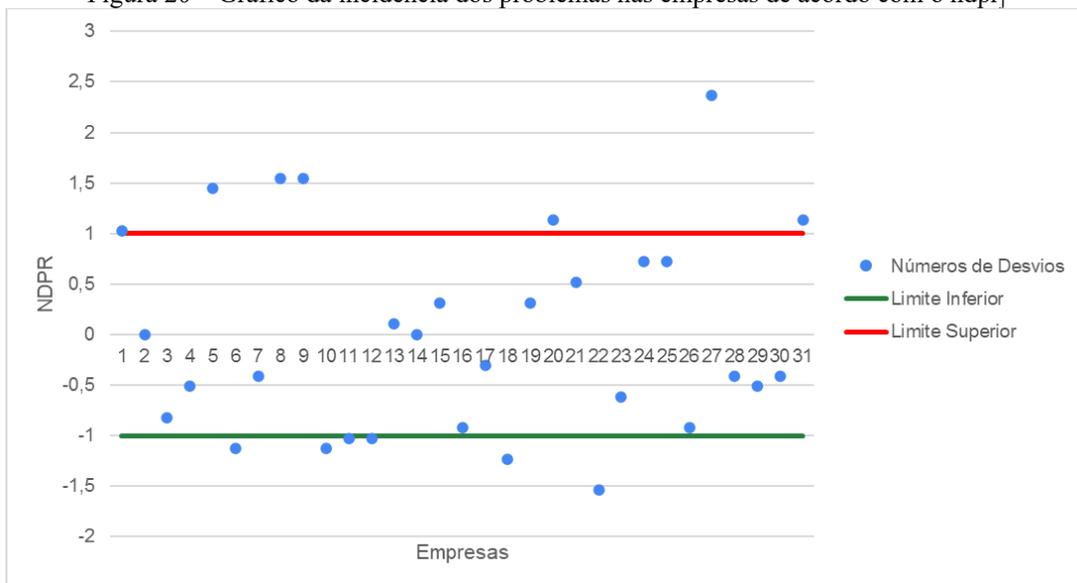
Dessa forma, pode-se perceber que 23% das empresas possuem alta incidência de problemas, sendo que a com maior incidência atingiu um valor de  $ndpr_j$  de 2,37. Em contrapartida, 19% das empresas apresentam baixa incidência dos problemas, tendo como valor mais baixo de  $ndpr_j$  de -1,54. As demais 58% das empresas mostraram dentro da média. Os resultados podem ser vistos nas Figuras 19 e 20. O ranking das empresas com maiores incidências pode ser evidenciado na Figura 21.

Figura 19 – Resultado das incidências dos problemas nas empresas

| Empresas             | PR1  | PR2  | PR3  | PR4  | PR5  | PR6  | PR7  | PR8  | PR9  | PR10 | PR11 | PR12 | PR13 | PR14 | Soma | ndpr  |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1                    | 0,17 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,17 | 0,33 | 0,00 | 0,67 | 0,67 | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,33 | 0,17 | 5,33 | 1,03  |
| 2                    | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,50 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,17 | 3,67 | 0,00  |
| 3                    | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,33 | 2,33 | -0,82 |
| 4                    | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,33 | 0,00 | 0,17 | 0,33 | 0,50 | 0,33 | 0,00 | 0,33 | 0,33 | 2,83 | -0,51 |
| 5                    | 0,00 | 0,50 | 0,83 | 0,50 | 0,67 | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,33 | 0,33 | 0,50 | 0,50 | 0,33 | 0,67 | 6,00 | 1,44  |
| 6                    | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 1,83 | -1,13 |
| 7                    | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,33 | 0,33 | 3,00 | -0,41 |
| 8                    | 0,17 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,67 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,50 | 0,67 | 0,83 | 0,50 | 6,17 | 1,55  |
| 9                    | 0,67 | 0,83 | 0,67 | 0,67 | 0,50 | 0,33 | 0,17 | 0,50 | 0,50 | 0,17 | 0,50 | 0,17 | 0,00 | 0,50 | 6,17 | 1,55  |
| 10                   | 0,00 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 1,83 | -1,13 |
| 11                   | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 2,00 | -1,02 |
| 12                   | 0,50 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 2,00 | -1,02 |
| 13                   | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 3,83 | 0,11  |
| 14                   | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 3,67 | 0,00  |
| 15                   | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,33 | 0,50 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0,67 | 4,17 | 0,31  |
| 16                   | 0,33 | 0,50 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 2,17 | -0,92 |
| 17                   | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,67 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 3,17 | -0,31 |
| 18                   | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 1,67 | -1,23 |
| 19                   | 0,17 | 0,50 | 0,17 | 0,33 | 0,67 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,50 | 4,17 | 0,31  |
| 20                   | 0,17 | 0,33 | 0,50 | 0,67 | 0,50 | 0,33 | 0,33 | 0,50 | 0,67 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,33 | 5,50 | 1,13  |
| 21                   | 0,00 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,50 | 0,50 | 0,17 | 0,50 | 0,50 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 4,50 | 0,52  |
| 22                   | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 1,17 | -1,54 |
| 23                   | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 2,67 | -0,61 |
| 24                   | 0,50 | 0,33 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,00 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 4,83 | 0,72  |
| 25                   | 0,33 | 0,33 | 0,50 | 0,50 | 0,33 | 0,50 | 0,33 | 0,67 | 0,50 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,33 | 4,83 | 0,72  |
| 26                   | 0,17 | 0,00 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,17 | 2,17 | -0,92 |
| 27                   | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,67 | 0,50 | 0,33 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 7,50 | 2,37  |
| 28                   | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,33 | 0,17 | 0,50 | 3,00 | -0,41 |
| 29                   | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,33 | 0,67 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 2,83 | -0,51 |
| 30                   | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,50 | 0,00 | 0,33 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 3,00 | -0,41 |
| 31                   | 0,17 | 0,50 | 0,67 | 0,50 | 0,67 | 0,17 | 0,17 | 0,83 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,50 | 5,50 | 1,13  |
| <b>Média</b>         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 3,66 |       |
| <b>Desvio padrão</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1,62 |       |

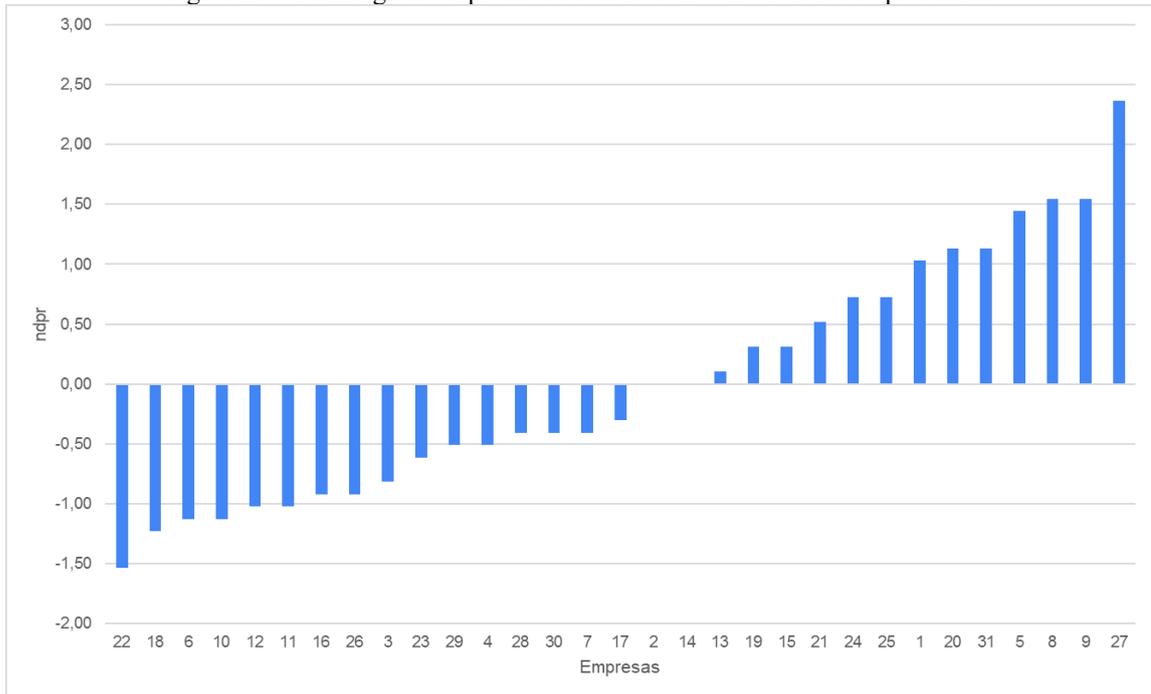
Fonte: O próprio autor

Figura 20 – Gráfico da incidência dos problemas nas empresas de acordo com o ndpr;



Fonte: O próprio autor

Figura 21 – Ranking das empresas de acordo com a incidência dos problemas



Fonte: O próprio autor

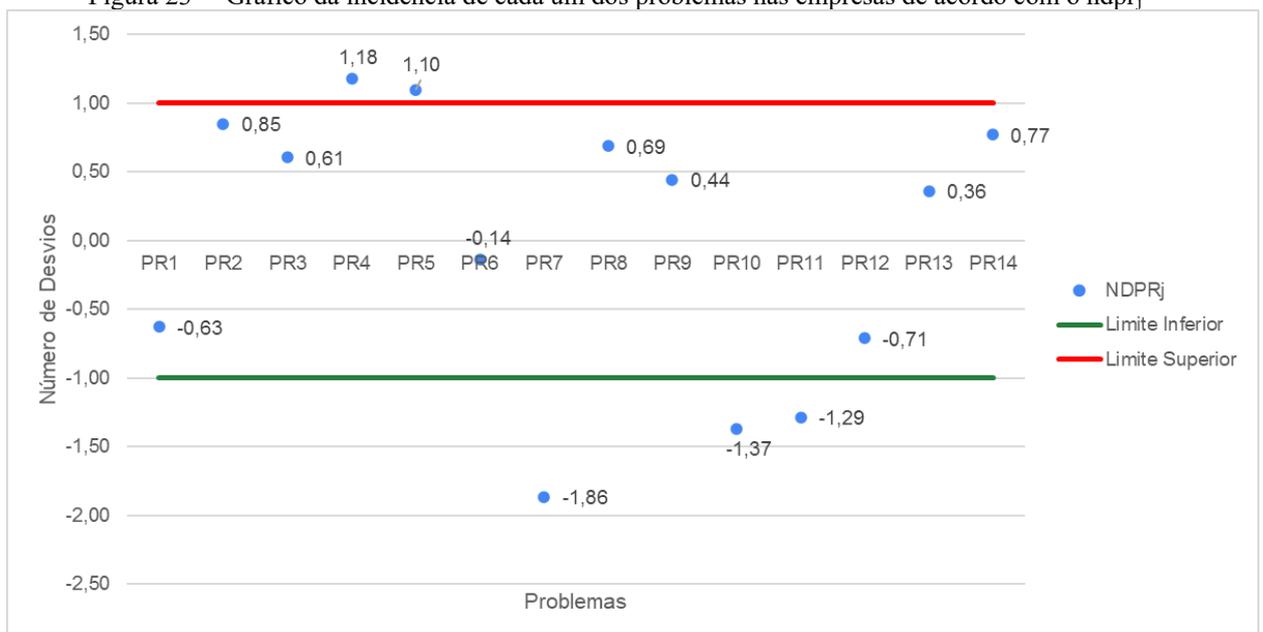
Outra análise bastante pertinente, envolve a incidência de cada problema (PR<sub>j</sub>) nas empresas participantes da pesquisa. Para isso, utilizou-se o mesmo método elucidado para analisar a incidência de todos os problemas nas empresas e gerar o ranking das empresas. Sendo assim, conforme mostra a Figura 22, identificou-se que dois problemas atingiram um alto índice de incidência, sendo elas: PR4 (Planejamento inadequado) e PR5 (Expectativas irrealistas) com valores de ndpr<sub>j</sub> de 1,18 e 1,10, respectivamente. Por outro lado, três práticas mostraram uma baixa incidência nas empresas participantes, sendo elas: PR7 (Equipe incompetente), PR10 (Equipe não é focada e trabalhadora) e PR11 (Tecnologia inconsistente), com valores de ndpr<sub>j</sub> -1,86, -1,37 e -1,29. O estudo CHAOS (2014) evidencia que os maiores problemas em projetos de TI é Cliente não se Envolva no Processo (PR1), Confirmação dos requisitos das solicitações dos clientes não é clara (PR3) e Administração executiva não dá suporte (PR2). Fato que evidencia que os principais problemas encontrados nas empresas participantes da pesquisa, não são os de maior criticidade para CHAOS (2014). Os demais problemas mostraram-se dentro dos limites inferior e superior, como pode ser visto na Figura 23. Na Figura 24 é possível visualizar o ranking de incidência de cada problema nas empresas participantes.

Figura 22 – Resultado da incidência de cada problema nas empresas participantes

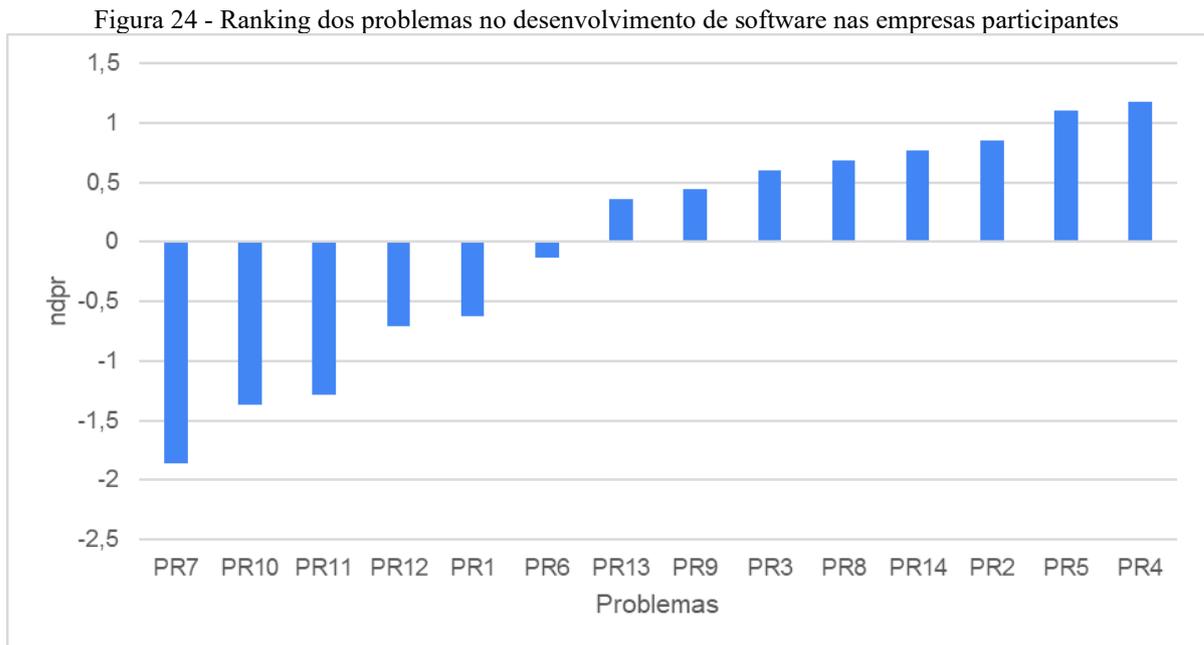
| Empresas    | PR1          | PR2         | PR3         | PR4          | PR5          | PR6          | PR7          | PR8         | PR9         | PR10         | PR11         | PR12         | PR13        | PR14        |             |             |
|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1           | 0,17         | 0,67        | 0,67        | 0,67         | 0,17         | 0,33         | 0,00         | 0,67        | 0,67        | 0,17         | 0,17         | 0,50         | 0,33        | 0,17        |             |             |
| 2           | 0,33         | 0,33        | 0,33        | 0,33         | 0,17         | 0,00         | 0,17         | 0,50        | 0,33        | 0,17         | 0,17         | 0,17         | 0,50        | 0,17        |             |             |
| 3           | 0,17         | 0,00        | 0,17        | 0,17         | 0,17         | 0,00         | 0,17         | 0,17        | 0,33        | 0,17         | 0,33         | 0,17         | 0,00        | 0,33        |             |             |
| 4           | 0,00         | 0,33        | 0,00        | 0,00         | 0,17         | 0,33         | 0,00         | 0,17        | 0,33        | 0,50         | 0,33         | 0,00         | 0,33        | 0,33        |             |             |
| 5           | 0,00         | 0,50        | 0,83        | 0,50         | 0,67         | 0,17         | 0,17         | 0,50        | 0,33        | 0,33         | 0,50         | 0,50         | 0,33        | 0,67        |             |             |
| 6           | 0,17         | 0,17        | 0,17        | 0,17         | 0,33         | 0,17         | 0,00         | 0,17        | 0,17        | 0,17         | 0,00         | 0,00         | 0,17        | 0,00        |             |             |
| 7           | 0,67         | 0,33        | 0,33        | 0,00         | 0,00         | 0,33         | 0,17         | 0,17        | 0,00        | 0,17         | 0,17         | 0,00         | 0,33        | 0,33        |             |             |
| 8           | 0,17         | 0,50        | 0,50        | 0,50         | 0,67         | 0,17         | 0,33         | 0,17        | 0,33        | 0,33         | 0,50         | 0,67         | 0,83        | 0,50        |             |             |
| 9           | 0,67         | 0,83        | 0,67        | 0,67         | 0,50         | 0,33         | 0,17         | 0,50        | 0,50        | 0,17         | 0,50         | 0,17         | 0,00        | 0,50        |             |             |
| 10          | 0,00         | 0,33        | 0,33        | 0,17         | 0,00         | 0,17         | 0,00         | 0,33        | 0,17        | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,33        |             |             |
| 11          | 0,00         | 0,67        | 0,00        | 0,00         | 0,33         | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,33        | 0,17         | 0,00         | 0,33         | 0,17        | 0,00        |             |             |
| 12          | 0,50         | 0,17        | 0,17        | 0,33         | 0,17         | 0,00         | 0,00         | 0,17        | 0,33        | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,17        | 0,00        |             |             |
| 13          | 0,17         | 0,33        | 0,33        | 0,33         | 0,33         | 0,33         | 0,17         | 0,33        | 0,17        | 0,33         | 0,17         | 0,33         | 0,17        | 0,33        |             |             |
| 14          | 0,17         | 0,33        | 0,17        | 0,33         | 0,17         | 0,17         | 0,33         | 0,33        | 0,17        | 0,33         | 0,33         | 0,33         | 0,17        | 0,33        |             |             |
| 15          | 0,17         | 0,17        | 0,00        | 0,17         | 0,33         | 0,50         | 0,33         | 0,17        | 0,00        | 0,33         | 0,33         | 0,33         | 0,67        | 0,67        |             |             |
| 16          | 0,33         | 0,50        | 0,17        | 0,17         | 0,00         | 0,33         | 0,17         | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 0,00         | 0,33         | 0,17        | 0,00        |             |             |
| 17          | 0,00         | 0,33        | 0,00        | 0,67         | 0,17         | 0,17         | 0,17         | 0,33        | 0,33        | 0,17         | 0,17         | 0,17         | 0,17        | 0,33        |             |             |
| 18          | 0,17         | 0,00        | 0,00        | 0,33         | 0,00         | 0,17         | 0,00         | 0,17        | 0,17        | 0,00         | 0,00         | 0,17         | 0,17        | 0,33        |             |             |
| 19          | 0,17         | 0,50        | 0,17        | 0,33         | 0,67         | 0,17         | 0,17         | 0,33        | 0,17        | 0,33         | 0,17         | 0,17         | 0,33        | 0,50        |             |             |
| 20          | 0,17         | 0,33        | 0,50        | 0,67         | 0,50         | 0,33         | 0,33         | 0,50        | 0,67        | 0,33         | 0,17         | 0,17         | 0,50        | 0,33        |             |             |
| 21          | 0,00         | 0,33        | 0,33        | 0,33         | 0,50         | 0,50         | 0,17         | 0,50        | 0,50        | 0,17         | 0,17         | 0,33         | 0,33        | 0,33        |             |             |
| 22          | 0,17         | 0,00        | 0,00        | 0,17         | 0,17         | 0,17         | 0,00         | 0,00        | 0,17        | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,17        | 0,17        |             |             |
| 23          | 0,17         | 0,17        | 0,33        | 0,33         | 0,33         | 0,33         | 0,17         | 0,33        | 0,33        | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,17        | 0,00        |             |             |
| 24          | 0,50         | 0,33        | 0,50        | 0,50         | 0,50         | 0,17         | 0,33         | 0,33        | 0,33        | 0,00         | 0,33         | 0,33         | 0,33        | 0,33        |             |             |
| 25          | 0,33         | 0,33        | 0,50        | 0,50         | 0,33         | 0,50         | 0,33         | 0,67        | 0,50        | 0,17         | 0,17         | 0,00         | 0,17        | 0,33        |             |             |
| 26          | 0,17         | 0,00        | 0,33        | 0,33         | 0,33         | 0,17         | 0,00         | 0,17        | 0,17        | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,33        | 0,17        |             |             |
| 27          | 0,50         | 0,50        | 0,50        | 0,50         | 0,67         | 0,50         | 0,33         | 0,50        | 0,50        | 0,50         | 0,50         | 0,67         | 0,67        | 0,67        |             |             |
| 28          | 0,17         | 0,17        | 0,17        | 0,33         | 0,33         | 0,17         | 0,00         | 0,17        | 0,33        | 0,17         | 0,00         | 0,33         | 0,17        | 0,50        |             |             |
| 29          | 0,17         | 0,00        | 0,17        | 0,33         | 0,67         | 0,50         | 0,00         | 0,00        | 0,17        | 0,00         | 0,00         | 0,17         | 0,33        | 0,33        |             |             |
| 30          | 0,33         | 0,17        | 0,33        | 0,17         | 0,33         | 0,50         | 0,00         | 0,33        | 0,17        | 0,00         | 0,17         | 0,17         | 0,17        | 0,17        |             |             |
| 31          | 0,17         | 0,50        | 0,67        | 0,50         | 0,67         | 0,17         | 0,17         | 0,83        | 0,33        | 0,17         | 0,17         | 0,17         | 0,50        | 0,50        |             |             |
| <b>Soma</b> | <b>6,83</b>  | <b>9,83</b> | <b>9,33</b> | <b>10,50</b> | <b>10,33</b> | <b>7,83</b>  | <b>4,33</b>  | <b>9,50</b> | <b>9,00</b> | <b>5,33</b>  | <b>5,50</b>  | <b>6,67</b>  | <b>8,83</b> | <b>9,67</b> |             |             |
| <b>ndpr</b> | <b>-0,63</b> | <b>0,85</b> | <b>0,61</b> | <b>1,18</b>  | <b>1,10</b>  | <b>-0,14</b> | <b>-1,86</b> | <b>0,69</b> | <b>0,44</b> | <b>-1,37</b> | <b>-1,29</b> | <b>-0,71</b> | <b>0,36</b> | <b>0,77</b> | <b>8,11</b> | <b>2,03</b> |

Fonte: O próprio autor

Figura 23 – Gráfico da incidência de cada um dos problemas nas empresas de acordo com o ndprj



Fonte: O próprio autor



Fonte: O próprio autor

#### 4.4 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PRÁTICAS DO LM E OS FCS DAS EMPRESAS

Com isso, foram realizadas correlações parciais entre as 14 práticas do LM no desenvolvimento de software com os 14 FCS do desenvolvimento de software, resultando em 196 análises. Diante disso, pode-se perceber que 160 das 196 correlações, ou seja 82%, possuem diferença significativa entre as médias, ou seja, suas variâncias são homogêneas ( $p > 0,05$ ), análise essa que foi obtida por meio do teste Levene.

Além disso, pode-se notar pela Tabela 4 que que 109, ou seja 56% das correlações são positivas e assim, a implementação das práticas do LM influenciam positivamente para o atingimento dos fatores FCS. Por outro lado, 85 correlações atingiram valores negativos, ou seja, a aplicação das práticas impacta negativamente para a busca dos FCS. Pode-se perceber também que houve duas correlações que tiveram o valor zero, ou seja, a correlação entre os fatores é nula.

Tabela 4 – Correlações entre as práticas do LM e os FCS do desenvolvimento de software

| Práticas | FCS1    | FCS2    | FCS3    | FCS4    | FCS5    | FCS6    | FCS7    | FCS8    | FCS9    | FCS10   | FCS11   | FCS12   | FCS13   | FCS14   | NCPS |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| P1       | -0,254* | -0,058* | -0,497* | 0,208*  | -0,426* | -0,053* | 0,506   | -0,230* | 0,095*  | -0,325* | 0,180*  | -0,616* | 0,330*  | 0,456*  | 13   |
| P2       | 0,172*  | -0,045* | 0,333*  | -0,075* | 0,480*  | -0,427* | -0,176* | 0,000*  | 0,045*  | 0,053*  | -0,184* | 0,294*  | -0,150* | -0,295* | 14   |
| P3       | -0,279  | 0,107*  | -0,504* | 0,166   | -0,539  | 0,273*  | 0,465*  | -0,270* | 0,064   | -0,255  | 0,268   | -0,468  | 0,250*  | 0,535*  | 7    |
| P4       | -0,383  | 0,000*  | 0,116*  | -0,111* | -0,639* | 0,450*  | 0,452*  | -0,300* | 0,236*  | 0,092*  | 0,056   | -0,624* | 0,246*  | 0,372   | 11   |
| P5       | -0,346  | -0,135* | -0,523* | 0,157*  | -0,236* | 0,170*  | -0,133* | -0,099* | 0,363   | -0,165* | 0,522*  | -0,220* | 0,500*  | 0,036*  | 12   |
| P6       | 0,359*  | 0,055   | -0,384* | 0,580*  | 0,371*  | -0,464* | 0,011*  | -0,075* | -0,516* | 0,087*  | -0,130* | 0,01*   | -0,035* | 0,088   | 12   |
| P7       | 0,314   | 0,019*  | 0,090   | 0,024*  | 0,338*  | -0,408* | -0,078* | 0,401*  | -0,137* | -0,048* | -0,419* | 0,429*  | 0,127*  | -0,213* | 12   |
| P8       | 0,006*  | -0,188* | 0,038*  | 0,053*  | 0,492*  | -0,058* | -0,485* | -0,405  | 0,253   | 0,327*  | 0,402*  | 0,114*  | -0,264* | -0,468* | 12   |
| P9       | -0,141* | 0,158*  | 0,079   | -0,328* | 0,157*  | 0,173*  | 0,041   | -0,124* | 0,404*  | -0,274* | 0,093   | 0,210*  | -0,328* | 0,090*  | 11   |
| P10      | -0,346* | 0,254   | -0,295* | 0,455   | -0,527  | 0,350   | 0,274*  | -0,460* | -0,069* | 0,205*  | 0,225*  | -0,622  | 0,534*  | 0,297*  | 9    |
| P11      | -0,157* | -0,199* | -0,156  | 0,187*  | 0,099   | 0,011*  | 0,006*  | -0,509* | 0,212*  | 0,313*  | 0,117*  | -0,218* | 0,065*  | 0,080   | 11   |
| P12      | -0,191* | 0,190*  | 0,080*  | -0,331* | -0,302* | 0,298*  | 0,105*  | 0,327*  | 0,350*  | -0,482  | 0,076*  | 0,056*  | 0,190*  | -0,005* | 13   |
| P13      | 0,062*  | -0,023* | -0,230* | 0,365*  | -0,394* | 0,024*  | -0,005* | 0,054*  | -0,324* | 0,037*  | 0,223*  | -0,359* | 0,269   | 0,025*  | 13   |
| P14      | -0,072* | 0,269*  | 0,581   | -0,662  | -0,078* | 0,579*  | 0,285*  | 0,359   | 0,189*  | -0,094* | -0,430  | 0,244*  | -0,259* | 0,031*  | 10   |
| NCPS     | 10      | 12      | 10      | 11      | 11      | 13      | 12      | 12      | 11      | 12      | 10      | 12      | 13      | 11      |      |

Nota<sup>1</sup>: \* Significativo a 5%Nota<sup>2</sup>: NCPS - Número de Correlações Parciais Significativas

Fonte: O próprio autor

#### 4.5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS PRÁTICAS DO LM MAIS INDICADAS PARA A REDUÇÃO DOS PROBLEMAS NAS EMPRESAS

Diante das correlações parciais entre as práticas do LM e os FCS do desenvolvimento de software, tornou-se possível realizar análises para identificar quais são as práticas mais indicadas para amenizar cada um dos problemas do desenvolvimento de software analisados na pesquisa. Para isso, como os problemas são os complementos dos FCS, quanto mais positivo os valores de “r” na correlação entre a prática com o FCS, mais indicada é essa prática para resolução do problema. Em contrapartida, quanto mais negativos os valores de “r” nas correlações entre a prática e o FCS, menos indicada é a prática para resolução do problema.

##### 4.5.1 PR1 -Cliente não se envolve no processo

Dessa forma, para o PR1 (Cliente não se envolve no processo), pode-se identificar pela Figura 25 que a prática mais indicada é a P6 (Padronização dos processos), com um valor de “r” de 0,36. Destacaram-se também as práticas P7 (Nivelamento do trabalho) e P2 (Fluxo contínuo), cujas obtiveram “r” iguais a 0,31 e 0,17, respectivamente. Por outro lado, as práticas menos recomendadas para esse problema são P4 (Engenharia simultânea), P5 (Equipes multifuncionais) e P10 (Compartilhamento do conhecimento), com valores de “r” de -0,38, -0,35 e -0,35, respectivamente. Ainda com relação ao PR1, pode-se notar que 64,3% das práticas apresentaram correlação negativa para redução dele.

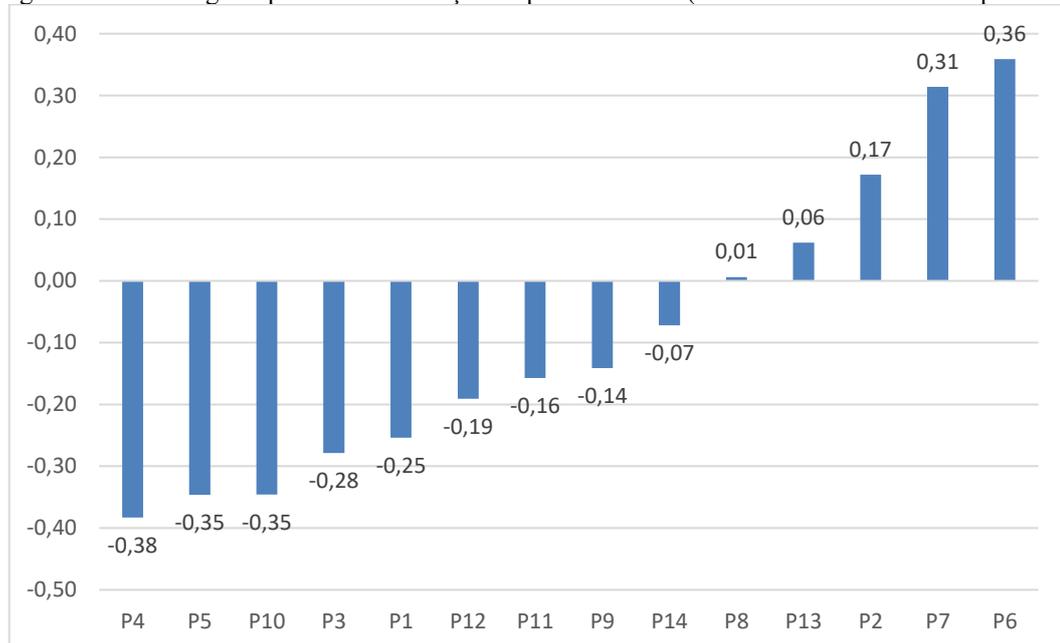
A P9 (*Codesign*), mostrou-se pouco recomendada para a resolução do PR1, pois obteve um valor de “r” negativo, contrapondo-se ao estudo de Ximenes *et al.* (2008), que menciona que a participação dos clientes no *design* do projeto é bastante relevante para o envolvimento dos mesmos e conseqüentemente para evitar possíveis problemas futuros que a falta de atendimento aos requisitos desejados.

Sobretudo, o estudo de Cesar Reis de Oliveira (2009) confirma a importância da P6, que foi a prática mais recomendada para a resolução do PR1, pois autor afirma que a falta de documentação e padronização dos processos pode prejudicar as interações informais entre a equipe de desenvolvimento e os clientes, pois pode-se perder as informações que forem discutidas e decididas nelas. Batista (2016) também destaca a importância da padronização dos processos para uma efetiva participação dos clientes, para que haja um canal de comunicação

bem definido e garantir os momentos corretos para as interações deles, visando bloquear as elevadas intervenções que podem impactar na produção da equipe de desenvolvimento.

Batista (2016) afirma que líderes, quando assumem muitas responsabilidades, promovem mais liberdade para sua equipe trabalhar e podem transformar-se em barreiras para a participação efetivas dos clientes nos processos. Fato este que vai de encontro com o resultado da pesquisa, o qual apontou que a P14 (Engenheiro chefe) não é recomendada para a redução do PR1 (Cliente não se envolve no processo).

Figura 25 – Ranking das práticas com relação ao problema PR1 (Cliente não se envolve no processo)



Fonte: O próprio autor

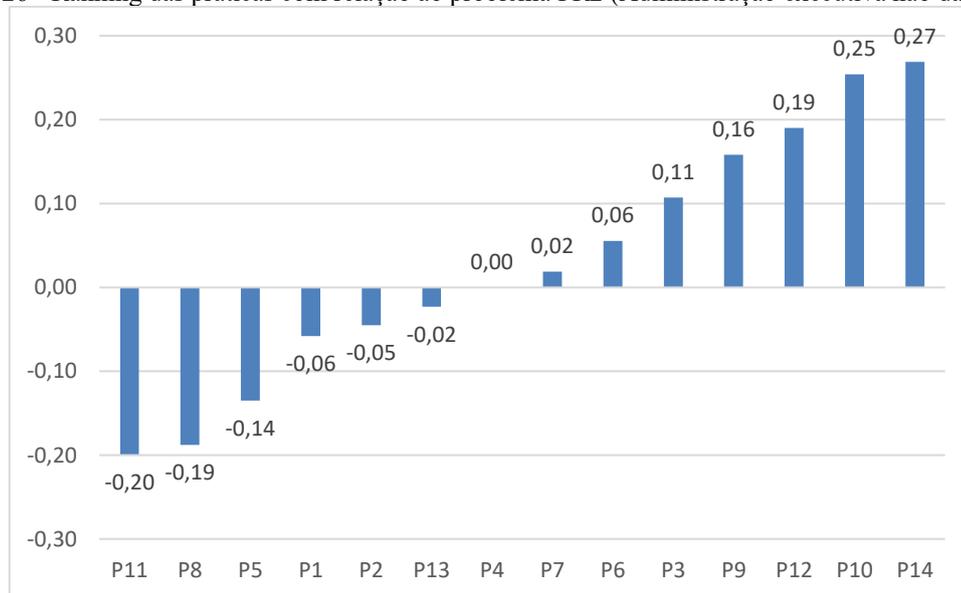
#### 4.5.2 PR2 – Administração executiva não dá suporte

Para o PR2 (Administração executiva não dá suporte), conforme mostra a Figura 26, identificou-se que as práticas mais recomendadas são P14 (Engenheiro chefe), P10 (Compartilhamento de conhecimento), P12 (Gestão visual) e P9 (*Codesign*), com um valor de “r” igual a 0,27, 0,25, 0,19 e 0,16 respectivamente. Por outro lado, as práticas menos recomendadas foram P11 (*Kanban*), P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)) e P5 (Equipes multifuncionais), com valores de “r” igual a -0,20, -0,19 e -0,14, respectivamente.

Rezende (2020) destaca que para a garantia de suporte e preocupação da administração com as equipes dos projetos de desenvolvimento de software é essencial a presença de um

gerente bastante qualificado, indo de encontro com o resultado da pesquisa, a qual aponta que a principal prática recomendada para a redução do PR2 é a P14 (Engenheiro chefe). A presença de um líder preparado e capacitado garante não apenas melhores resultados para a empresa, mas também consegue extrair o melhor desempenho dos membros de sua equipe para executarem suas atividades (HERSEY; BLANCHARD, 1986; TORRES, 2011). Além disso, o autor afirma que outras boas práticas para melhorar o suporte da gestão são o frequente uso de *feedbacks* e realização de treinamentos para a equipe, reforçando assim, também outra prática que apresentou bons resultados na pesquisa para a redução do PR2, a P10 (Compartilhamento de conhecimento).

Figura 26 - Ranking das práticas com relação ao problema PR2 (Administração executiva não dá suporte)



Fonte: O próprio autor

#### 4.5.3 PR3 – Confirmação dos requisitos das solicitações dos clientes não é clara

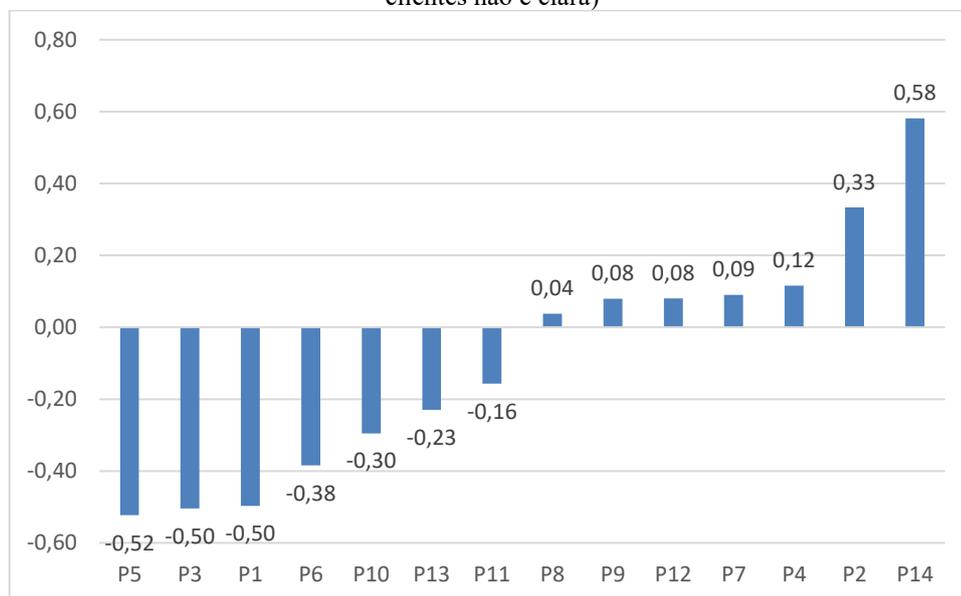
Recomenda-se fortemente a implementação das práticas P14 (Engenheiro Chefe) e P2 (Fluxo contínuo) para a resolução do PR3 (Confirmação dos requisitos e das solicitações dos clientes não é clara, pois elas obtiveram um valor de “r” igual a 0,58 e 0,33, respectivamente, como pode ser visto na Figura 27. Além dessas, as práticas P4 (Engenharia Simultânea), P7 (Nivelamento do trabalho), P12 (Gestão visual), P9 (*Codesign*) e P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)), obtiveram correlações positivas para a redução desse problema. Em

contrapartida, as práticas P5 (Equipes multifuncionais), P3 (*Just in Time*), P1 (*Takt Time*) e P6 (Padronização das Operações) são pouco recomendadas para a resolução do PR3.

Gupta e Wilemon (1996) ressaltaram a importância do gestor de pesquisa e desenvolvimento ou então engenheiro chefe para uma efetiva captação dos requisitos dos clientes, mostrando-se de acordo com o resultado dessa pesquisa, a qual identificou que a P14 (Engenheiro chefe) é a prática mais recomendada para a resolução do PR3. Cesar Reis de Oliveira (2009) destaca que o *codesign* possibilita um melhor desenvolvimento dos projetos, pois a participação dos clientes no desenho do projeto garante o melhor cumprimento dos seus requisitos. Fato esse que complementa o resultado dessa pesquisa, que identificou que a P9 (*Codesign*) é uma prática indicada para redução do PR3.

Por outro lado, Gupta e Wilemon (1996) afirmam que a formação de equipes multifuncionais também é uma prática importante para a redução do PR3, contrapondo o resultado dessa pesquisa que identificou a P5 (Equipes multifuncionais) como uma prática pouco recomendada para redução do PR3.

Figura 27 - Ranking das práticas com relação ao problema PR3 (Confirmação dos requisitos das solicitações dos clientes não é clara)



Fonte: O próprio autor

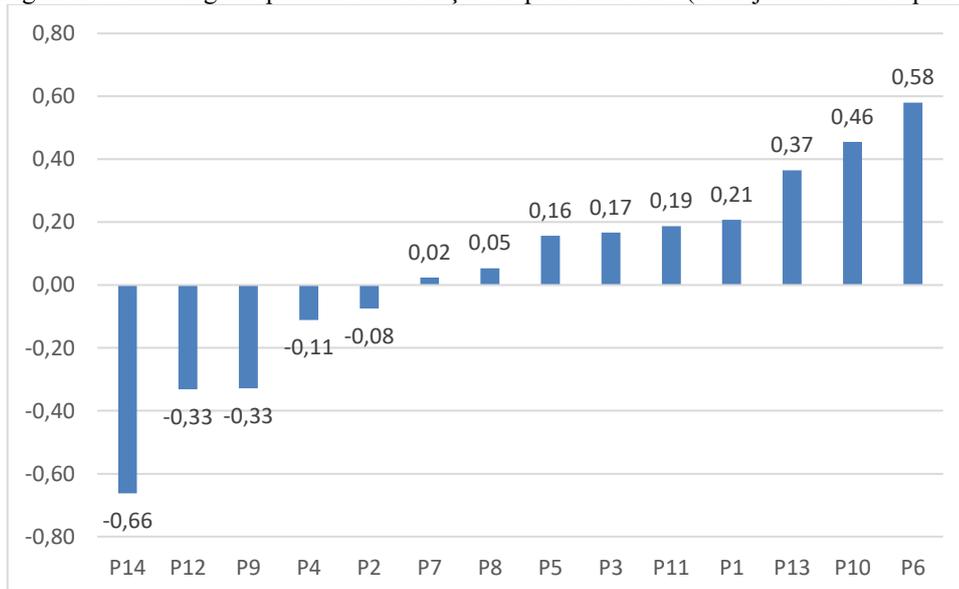
#### 4.5.4 PR4 – Planejamento inadequado

Para a redução do PR4 (Planejamento inadequado) constatou-se que as práticas as práticas P6 (Padronização das operações), P10 (Compartilhamento do conhecimento) e P13 (*Kaizen*) são altamente recomendadas, pois atingiram valores de “r” iguais a 0,58, 0,46 e 0,37, respectivamente. Como pode ser elucidado na Figura 28, as práticas P14 (Engenheiro chefe), P12 (Gestão visual) e P9 (*codesign*) são as menos recomendadas para a redução do PR4.

Dos Santos Soares (2004) afirma que empresas que trabalham com o modelo Cascata de desenvolvimento de software, o qual é focado em documentações detalhadas, acabam por limitar seus desenvolvedores e prejudicar o planejamento de seus projetos. Sobretudo, o autor também afirma que empresas que buscam a contramão desse método e optam por não ter nenhuma padronização de seus processos, sofrem com grandes problemas de qualidade de seus softwares. Dessa forma, pode-se perceber que, de fato a P6 é uma prática importante para a redução do PR4, sobretudo, deve-se ter cautela para não burocratizar demais os processos.

Além disso, Dos Santos Soares (2004) enfatiza os conceitos do manifesto ágil, entre eles estão “Indivíduos e interações ao invés de processos e ferramentas” que leva em conta a P10 e “Respostas rápidas a mudanças ao invés de seguir planos” que pode ser relacionada com a P13. Dessa forma, pode-se perceber que os resultados da pesquisa mostram-se condizentes tanto com o manifesto ágil quanto com a pesquisa desse autor.

Figura 28 - Ranking das práticas com relação ao problema PR4 (Planejamento inadequado)



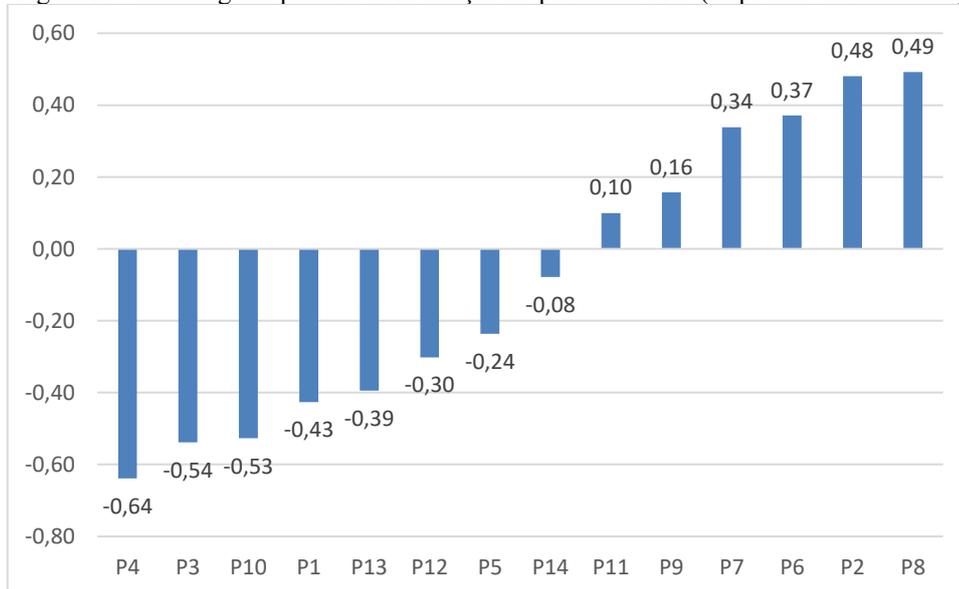
Fonte: O próprio autor

#### 4.5.5 PR5 – Expectativas irrealistas

A Figura 29 nos mostra que a maioria das práticas (57,1%) se mostraram pouco recomendadas para a resolução do PR5 (Expectativas irrealistas), pois obtiveram correlações parciais negativas. Diante disso, as práticas P4 (Engenharia simultânea), P3 (*Just in Time*), P10 (Compartilhamento de conhecimento), P1 (*Takt Time*) e P13 (*Kaizen*), foram as práticas que demonstraram os valores de “r” mais negativos, ou seja, são as menos recomendadas para a resolução desse problema. Por outro lado, as práticas P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)), P2 (Fluxo contínuo), P6 (Padronização das operações) e P7 (Nivelamento do trabalho), mostraram-se como as mais recomendadas para a resolução do PR5.

Para evitar expectativas irrealistas é importante a identificação de todas as partes interessadas (*stakeholders*), a definição de técnicas de levantamento de requisitos a serem utilizadas para cada parte interessada e o levantamento dos requisitos deve ser realizado com base em técnicas previamente estabelecidas (BARROS, 2018). Sendo assim, percebe-se o quão importante é a P6 para a redução do PR5.

Figura 29 - Ranking das práticas com relação ao problema PR5 (Expectativas irrealistas)



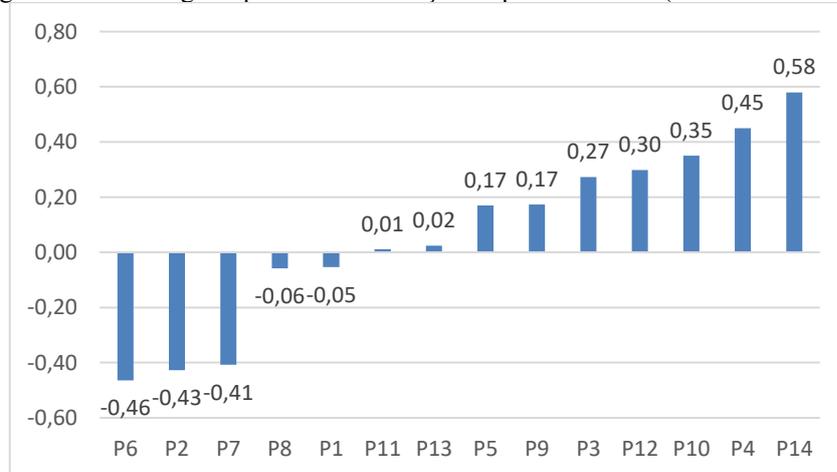
Fonte: O próprio autor

#### 4.5.6 PR6 – *Milestones* longos

Para o PR6 (*Milestones* longos), conforme mostra a Figura 30, pode-se verificar que a maioria das práticas se mostrou recomendável para a redução dele, pois 64,2% das práticas apresentaram correlação parcial positiva para redução desse problema. Sendo assim, as práticas com maior recomendação são P14 (Engenheiro chefe), P4 (Engenharia simultânea), P10 (Compartilhamento de conhecimento), P12 (Gestão visual) e P3 (*Just in Time*). Já as práticas que obtiveram os menores valores de recomendação para esse problema são P6 (Padronização das operações), P2 (Fluxo contínuo) e P7 (Nivelamento do trabalho).

A limitação da quantidade de trabalho, visando reduzir os prazos de entregas um melhor desempenho da equipe de desenvolvimento de software, pois faz com que ela não fique sobrecarregada. Para isso, é importante implementar um sistema JIT com base na demanda dos clientes e com o auxílio de *Kanbans*, garantindo assim, um fluxo contínuo de trabalho (VACARI, 2015). Com isso, pode-se perceber que as práticas P11 (*Kanban*) e P3 (*Just in Time*), mostraram-se de acordo com a análise de Vacari (2015), pois apresentaram valores positivos de “r” e assim, mostraram-se recomendadas para a redução do PR6 (*Milestones* longos), apesar do baixo valor de “r” na correlação entre o FCS complementar a esse problema e a P11. Além disso,, Vacari (2015), menciona que a definição do tamanho dos *milestones* devem ser tomadas em total consenso entre todos os *stakeholders* e com o engenheiro chefe, fortalecendo o resultado dessa pesquisa, que conclui que a prática mais recomendada para a resolução do PR6 é a P14 (Engenheiro chefe).

Figura 30 - Ranking das práticas com relação ao problema PR6 (*Milestones* longos)



Fonte: O próprio autor

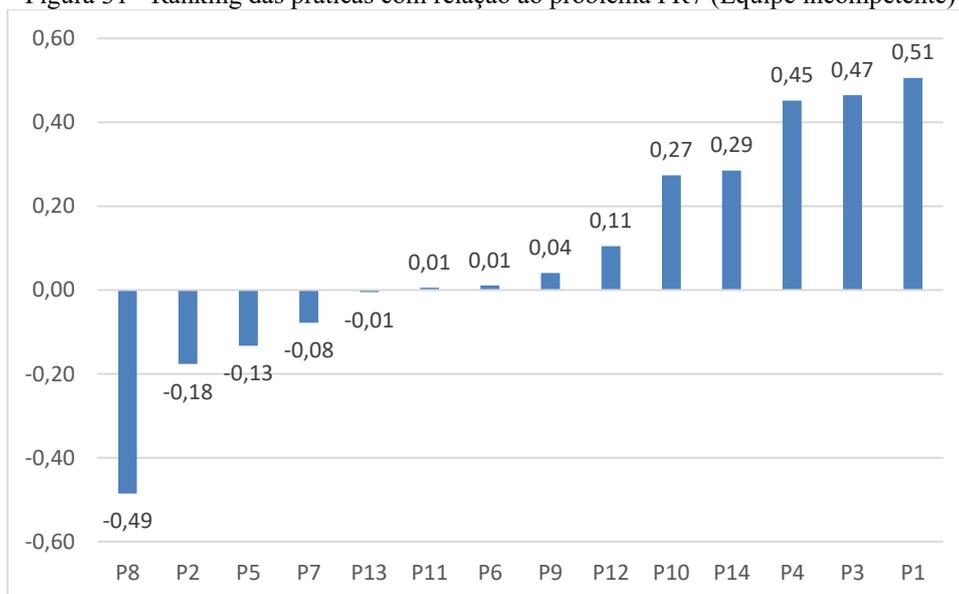
#### 4.5.7 PR7 – Equipe incompetente

O PR7 (Equipe incompetente) possui como maiores recomendações para sua redução os problemas P1 (*Takt Time*), P3 (*Just Time*), P4 (Engenharia simultânea), P10 (Compartilhamento de conhecimento) e P12 (Gestão visual), de acordo com a Figura 31, com valores de “r” iguais a 0,51, 0,47, 0,45, 0,29 e 0,27, respectivamente. Por outro lado, possui como práticas menos recomendadas, as práticas P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) e P2 (Fluxo contínuo), com valores de “r” iguais a -0,49 e -0,18, respectivamente.

Bassi Filho (2011) afirmam que pelo fato de a equipe de desenvolvimento ser a responsável pela confecção do produto solicitado pelo cliente, ela precisa ter o conhecimento técnico adequado para tomar decisões assertivas. Para isso, Franco (2007) menciona que a equipe precisa ter um engenheiro chefe ou líder qualificado que os guie, confirmando o resultado dessa pesquisa que identificou que a P14 (Engenheiro chefe) é uma prática recomendada para a redução do PR7, com um valor de “r” igual a 0,27.

Fadel e Silveira (2010) elucidam que o JIT (P3), o *Takt Time* (P1) e a Gestão visual (P12) proporcionam mecanismos de sinalizações que permitem a equipe uma melhor identificação do trabalho que deve ser executado. Fato esse que comprova o resultado da pesquisa que classificou ambas as práticas (P3, P1 e P12) como recomendadas para a redução do PR7.

Figura 31 - Ranking das práticas com relação ao problema PR7 (Equipe incompetente)



Fonte: O próprio autor

#### 4.5.8 PR8 – Equipe não possui sentimento de dono

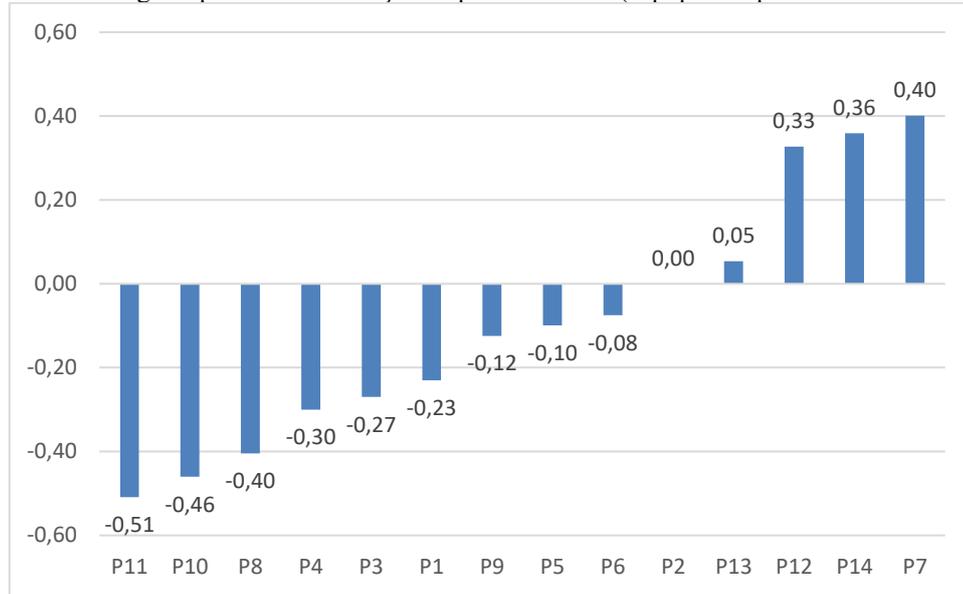
Analisando-se o PR8 (Equipe não possui sentimento de dono) por meio da Figura 32, visualiza-se que a maioria das práticas se mostraram não recomendadas para a redução dele, pois 64,2% das práticas obtiveram valores negativos de “r” para as correlações parciais com o PR8. Além disso, pode-se observar que a prática P2 (Fluxo contínuo) atingiu um valor de “r” igual a 0, ou seja a correlação parcial dela com o PR8 é nula.

Identificou-se que as práticas P7 (Nivelamento do trabalho), P14 (Engenheiro chefe) e P12 (Gestão visual) são as mais recomendadas para a redução do PR8. Em contrapartida, as práticas P11 (*Kanban*), P10 (Compartilhamento de conhecimento), P3 (*Just in Time*) e P4 (Engenharia simultânea) são as práticas menos recomendadas para a redução desse problema.

Franco (2007) destaca que para construir um software com integridade é preciso que se tenha conhecimento profundo em diversas áreas, o que contrapõe de certa forma, o resultado dessa pesquisa, que afirma que a prática P10 não é recomendada para redução do PR8. Além disso, a equipe deve se envolver nas tomadas de decisões técnicas para a obtenção de bons resultados e para isso precisam da orientação de um líder qualificado (FRANCO, 2007). Com isso, confirma-se conclusão dessa pesquisa, que mostra a P14 como uma prática indicada para a redução do PR8.

Fadel e Silveira (2010) mencionam a importância da gestão visual, a qual auxilia no nivelamento do trabalho, garantindo assim, uma melhor noção para a equipe do trabalho que devem executar. Fato esse que enfatiza o resultado da pesquisa que destacou as práticas P7 (Nivelamento do trabalho) e P12 (Gestão Visual) como recomendadas para a redução do PR8. Sobretudo, a opinião dos autores com relação ao *Kanban*, o qual segundo eles, também auxilia no nivelamento do trabalho, diverge do resultado dessa pesquisa, que destaca o *Kanban* (P11) como uma prática não recomendada para a redução do PR8.

Figura 32 - Ranking das práticas com relação ao problema PR8 (Equipe não possui sentimento de dono)



Fonte: O próprio autor

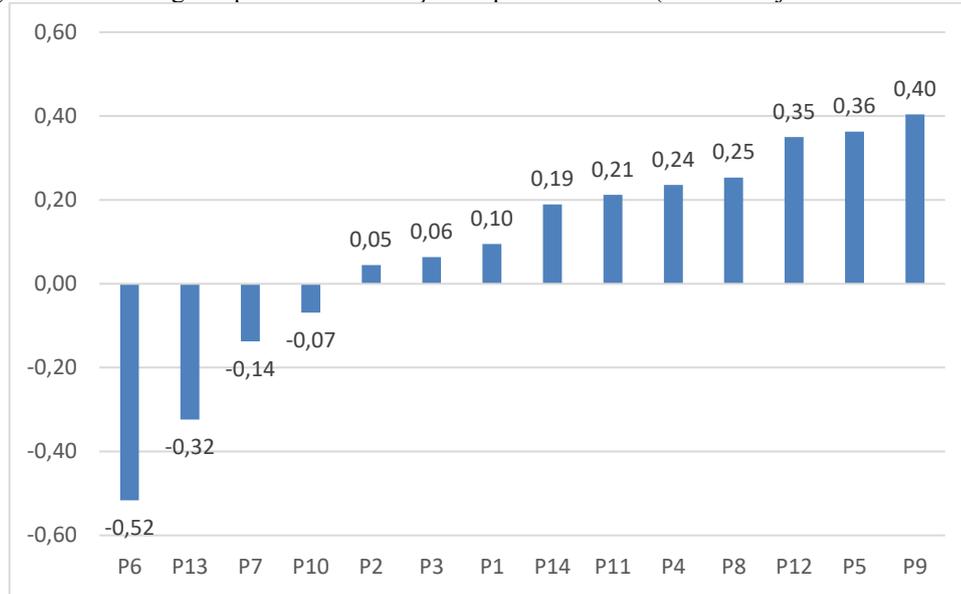
#### 4.5.9 PR9 – Visão e objetivos não são claros

Observa-se pela Figura 33, que a grande maioria das práticas analisadas (71,4%) apresentaram valores de “r” positivos nas correlações parciais com o PR9 (Visão e objetivos não são claros). Diante disso, percebe-se que as práticas mais indicadas para a redução desse problema são P9 (*Codesign*), P5 (Equipes multifuncionais), P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)) e P4 (Engenharia simultânea), com valores de “r” iguais a 0,40, 0,36, 0,35 e 0,25, respectivamente. Em contrapartida, as práticas menos recomendadas são P6 (Padronização das operações) e P13 (*Kaizen*), com valores de “r” iguais a -0,52 e -0,32, respectivamente.

Schwaber e Beedle (2001) enfatizam que o líder ou engenheiro chefe é o responsável por acordar os objetivos dos projetos de desenvolvimento de software junto aos clientes. Colocação esta que se mostra de acordo com o resultado de que a prática P14 (Engenheiro chefe) é recomendada para a redução do PR9.

Mielke (2003) menciona que o levantamento de requisitos, objetivos e visão do projeto devem ter a presença efetiva e constante dos clientes em todo o ciclo de vida do projeto. O que mostra a importância da prática P9 (*Codesign*) que foi definida como recomendada para a redução do PR9 nessa pesquisa.

Figura 33 - Ranking das práticas com relação ao problema PR9 (Visão e objetivos não são claros)



Fonte: O próprio autor

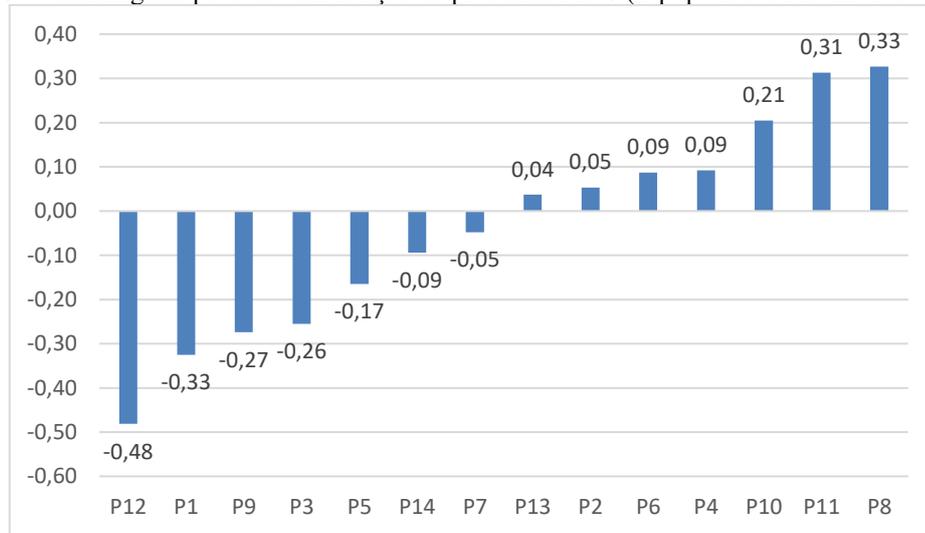
#### 4.5.10 PR10 – Equipe não é trabalhadora e focada

Para a redução do PR10 (Equipe não é trabalhadora e focada), identificou-se, como pode ser visto na Figura 34, que as práticas mais indicadas são P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)), P11 (*Kanban*) e P10 (Compartilhamento de conhecimento. Por outro lado, as práticas menos indicadas são P12 (Gestão visual), P1 (*Takt Time*), P9 (*Codesign*) e P3 (*Just in Time*), com valores de “r” iguais a -0,48, -0,33, -0,27, -0,26, respectivamente.

Hackman e Oldham (1976) afirmam que os membros de uma equipe de desenvolvimento de software valorizam o envolvimento com seus colegas de trabalho e a troca de conhecimento entre si para adquirir novos aprendizados. Dessa forma, a conclusão dessa pesquisa, relacionada a indicação da prática P10 para a redução do PR10, mostra-se favorável ao posicionamento desses autores.

Xavier *et al.* (2016) enfatizam a importância da padronização dos processos, pois quando eles estão bem definidos a equipe não se sente tão pressionada para a entrega de resultados. Bem como apresentou o resultado dessa pesquisa, de acordo com a correlação entre o FCS complementar a PR10 com a P6, que se mostrou positiva e com isso enfatizando que essa prática é indicada para redução desse problema.

Figura 34 - Ranking das práticas com relação ao problema PR10 (Equipe não é trabalhadora e focada)



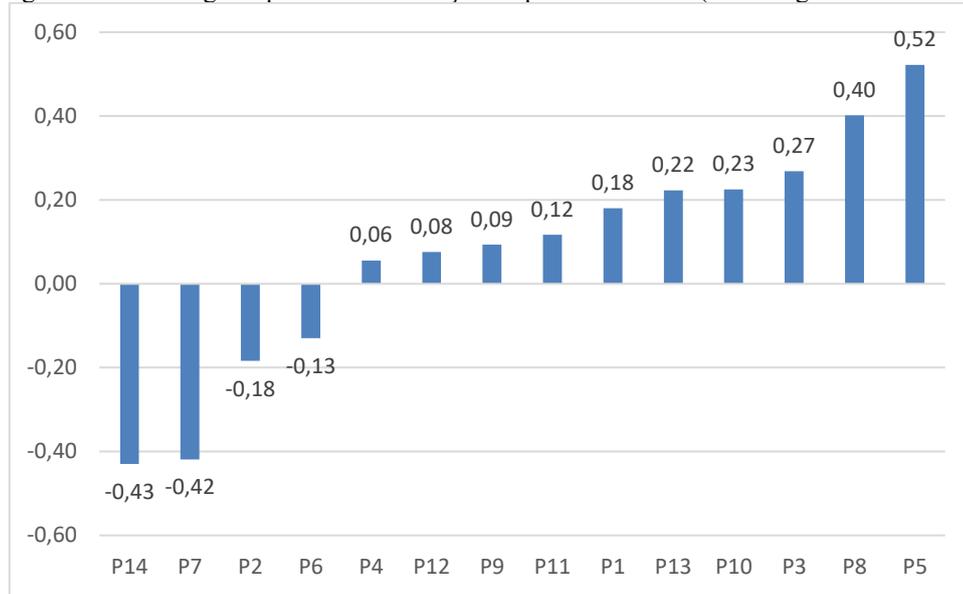
Fonte: O próprio auto

#### 4.5.11 PR11 – Tecnologia inconsistente

De acordo com a Figura 35, pode-se identificar que 71,4% das práticas analisadas são recomendadas para a redução do PR11 (Tecnologia inconsistente), pois elas apresentaram valores de “r” positivos nas correlações parciais com o FCS complementar a esse problema. Sendo assim, é possível verificar que as práticas com maiores valores de “r” e sendo assim, as mais recomendadas para a redução do PR11, são P5 (Equipes multifuncionais), P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)), P3 (*Just in Time*), P10 (Compartilhamento de conhecimento) e P13 (*Kaizen*), com valores de “r” iguais a 0,52, 0,40, 0,27, 0,23 e 0,22, respectivamente. Sobretudo, nota-se que quatro práticas se mostraram pouco recomendadas para a resolução desse problema, sendo elas: P14 (Engenheiro chefe), P7 (Nivelamento do trabalho), P2 (Fluxo contínuo) e P6 (Padronização das operações).

A ocorrência de momentos para treinamentos e trocas de experiências entre os membros da equipe é muito importante para a definição das tecnologias a serem utilizadas (XAVIER *et al.*, 2016). Fato esse que comprova o resultado dessa pesquisa, o qual aponta a P10 (Compartilhamento de conhecimento) como recomendada para a redução do P11 (Tecnologia inconsistente).

Figura 35 - Ranking das práticas com relação ao problema PR11 (Tecnologia inconsistente)



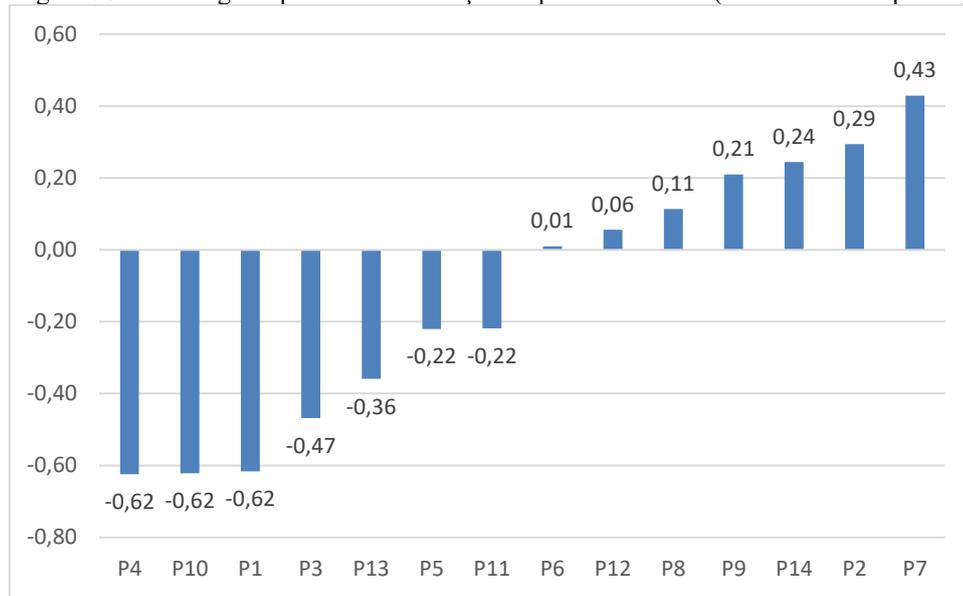
Fonte: O próprio autor

#### 4.5.12 PR12 – Recurso inadequados

Para redução do PR12 (Recursos inadequados), conforme elucidada na Figura 36, as práticas mais indicadas de acordo com os valores de “r” obtidos nas correlações parciais são P7 (Nivelamento do trabalho), P2 (Fluxo contínuo), P14 (Engenheiro chefe) e P9 (*Codesign*), com valores iguais a 0,43, 0,29, 0,24 e 0,21, respectivamente. Já as práticas menos indicadas para redução desse problema são P4 (Engenharia simultânea), P10 (Compartilhamento de conhecimento), P1 (*Takt Time*), P3 (*Just in Time*), P13 (*Kaizen*), P5 (Equipes multifuncionais) e P11 (*Kanban*), as quais obtiveram valores de “r” iguais a -0,62, -0,62, -0,62, -0,47, -0,36, -0,22 e -0,22, respectivamente.

Esashika (2016) e Karpoff (2001) afirmam que além de patrocinadores para fornecer recursos necessários para a empresa, é essencial uma atuação conjunta efetiva dos gestores da empresa. Dessa forma, podemos fazer um paralelo correlacionando os resultados dessa pesquisa, na qual identificou que a P14 é uma prática recomendada para a redução do PR12.

Figura 36 - Ranking das práticas com relação ao problema PR12 (Recursos inadequados)



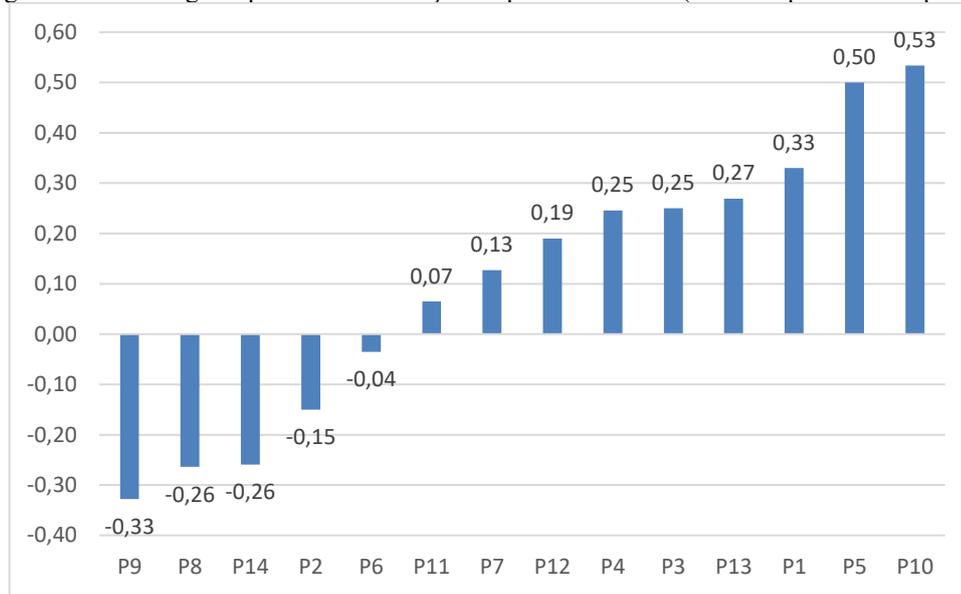
Fonte: O próprio autor

#### 4.5.13 PR13 – Não cumprimento de prazos

O PR13 (Não cumprimento de prazos) possuem como recomendação para sua redução as práticas P10 (Compartilhamento de conhecimento), P5 (Equipes multifuncionais), P1 (*Takt Time*), P13 (*Kaizen*), P3 (*Just in Time*) e P4 (Engenharia simultânea), de acordo com os valores de “r” obtidos nas correlações parciais com o FCS complementar a esse problema. Já as práticas que são menos recomendadas para a redução desse problema são P9 (*Codesign*), P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)) e P14 (Engenheiro chefe). Ressalta-se também, analisando a Figura 37, que a maioria das práticas analisadas (64,2%) apresentaram valores de “r” positivos, ou seja, possuem correlação parcial com o FCS complementar ao PR13 positiva e sendo assim, são recomendadas para a redução dele.

Barros (2015) afirma que a troca de conhecimento entre os membros da equipe pode favorecer o cumprimento dos prazos. Para Netto e Corrêa (2011) a integração entre membros da equipe com diferentes perfis e conhecimentos técnicos pode favorecer o ambiente de trabalho, o que reduz o estresse e as pressões que podem interferir nos prazos de entrega. Dessa forma, as citações desses autores, confirmam o resultado da pesquisa para a redução do PR13 que indica as práticas P10 (Compartilhamento de conhecimento) e P5 (Equipes multifuncionais).

Figura 37 - Ranking das práticas com relação ao problema PR13 (Não cumprimento de prazos)



Fonte: O próprio autor

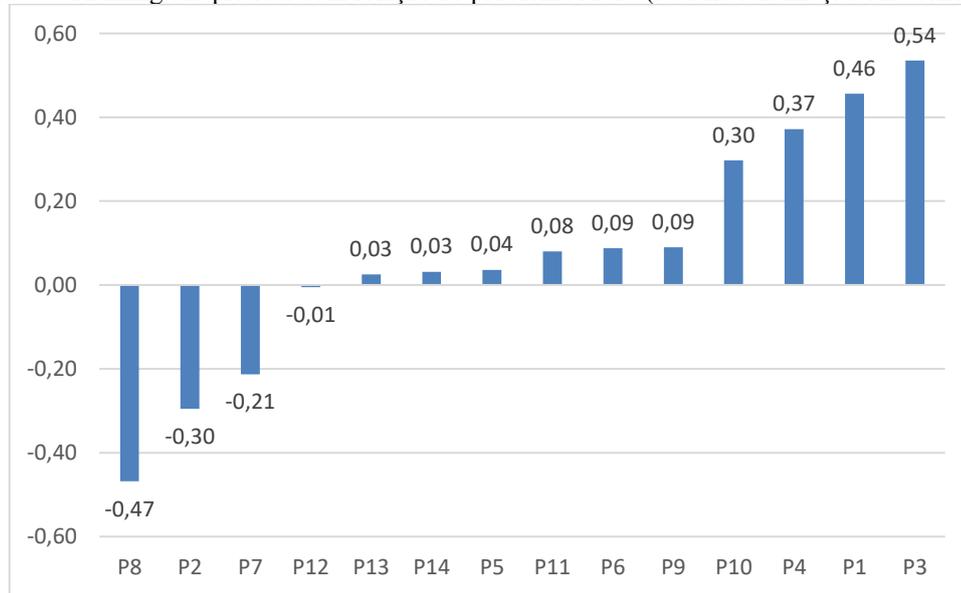
#### 4.5.14 PR14 – Não há atualização das tecnologias

Por fim, para a redução do PR14 (Não há atualização das tecnologias) as principais práticas recomendadas são P3 (*Just in Time*), P1 (*Takt Time*), P4 (Engenharia simultânea) e P10 (Compartilhamento de conhecimento), as quais obtiveram valores de “r” nas correlações parciais com o FCS complementar a esse problema iguais a 0,54, 0,46, 0,37 e 0,30, respectivamente. Por outro lado, as práticas menos recomendadas para esse problema são: P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)), P2 (Fluxo contínuo) e P7 (Nivelamento do trabalho), com valores de “r” iguais a -0,47, -0,30, -0,21, respectivamente. Pode-se identificar na Figura 38 também que a maioria das práticas analisadas (71,4%) apresentaram valores de “r” positivos nas correlações parciais com o FCS14 e por isso, são recomendadas para a redução do PR14.

Sommerville (2011) e Barros (2015) afirmam que se não houver trocas de conhecimento e experiências entre membros mais novos e mais antigos das empresas, pode haver uma frustração dos membros mais novos. Por isso, é essencial que as empresas tenham recursos para promover treinamentos e incentivos a certificações para seus colaboradores (VIEIRA, 2007). Com isso, a indicação da prática P10 (Compartilhamento do conhecimento) para a redução do P14, mostra-se condizente com o posicionamento desses autores. Dall’igna (2010) também enfatiza que para a atualização e implantação de novas tecnologias a empresa

deve proporcionar um ambiente para que a equipe possa criar, armazenar, compartilhar e aplicar conhecimentos.

Figura 38 - Ranking das práticas com relação ao problema PR14 (Não há atualização das tecnologias)



Fonte: O próprio autor

#### 4.6 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS PRÁTICAS DO LM

As 14 práticas do LM analisadas na pesquisa foram classificadas em 4 clusters, por meio da análise de agrupamento. Para isso, torna-se necessário analisar a matriz de proximidades, com base na medida de dissimilaridade da distância euclidiana quadrática, como pode ser visto na Figura 39. Sendo assim, tornou-se possível agrupar as práticas nos 4 clusters, como mostra a Tabela 5.

Figura 39 – Matriz de Proximidade das Práticas do LM

| Caso | Matriz de proximidade           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|      | Distância Euclidiana Quadrática |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|      | P1                              | P2      | P3      | P4      | P5      | P6      | P7      | P8      | P9      | P10     | P11     | P12     | P13     | P14     |
| P1   | 0,000                           | 149,000 | 133,000 | 164,000 | 159,000 | 145,000 | 126,000 | 126,000 | 132,000 | 213,000 | 250,000 | 199,000 | 140,000 | 170,000 |
| P2   | 149,000                         | 0,000   | 98,000  | 99,000  | 88,000  | 98,000  | 47,000  | 165,000 | 113,000 | 94,000  | 107,000 | 80,000  | 133,000 | 87,000  |
| P3   | 133,000                         | 98,000  | 0,000   | 123,000 | 178,000 | 160,000 | 109,000 | 201,000 | 169,000 | 196,000 | 153,000 | 122,000 | 117,000 | 177,000 |
| P4   | 164,000                         | 99,000  | 123,000 | 0,000   | 79,000  | 91,000  | 80,000  | 170,000 | 88,000  | 143,000 | 160,000 | 121,000 | 102,000 | 126,000 |
| P5   | 159,000                         | 88,000  | 178,000 | 79,000  | 0,000   | 70,000  | 89,000  | 185,000 | 99,000  | 98,000  | 137,000 | 118,000 | 111,000 | 93,000  |
| P6   | 145,000                         | 98,000  | 160,000 | 91,000  | 70,000  | 0,000   | 69,000  | 153,000 | 81,000  | 76,000  | 105,000 | 74,000  | 97,000  | 95,000  |
| P7   | 126,000                         | 47,000  | 109,000 | 80,000  | 89,000  | 69,000  | 0,000   | 120,000 | 68,000  | 73,000  | 106,000 | 73,000  | 114,000 | 90,000  |
| P8   | 126,000                         | 165,000 | 201,000 | 170,000 | 185,000 | 153,000 | 120,000 | 0,000   | 150,000 | 229,000 | 318,000 | 199,000 | 130,000 | 256,000 |
| P9   | 132,000                         | 113,000 | 169,000 | 88,000  | 99,000  | 81,000  | 68,000  | 150,000 | 0,000   | 103,000 | 170,000 | 117,000 | 118,000 | 116,000 |
| P10  | 213,000                         | 94,000  | 196,000 | 143,000 | 98,000  | 76,000  | 73,000  | 229,000 | 103,000 | 0,000   | 85,000  | 86,000  | 175,000 | 119,000 |
| P11  | 250,000                         | 107,000 | 153,000 | 160,000 | 137,000 | 105,000 | 106,000 | 318,000 | 170,000 | 85,000  | 0,000   | 57,000  | 174,000 | 110,000 |
| P12  | 199,000                         | 80,000  | 122,000 | 121,000 | 118,000 | 74,000  | 73,000  | 199,000 | 117,000 | 86,000  | 57,000  | 0,000   | 115,000 | 113,000 |
| P13  | 140,000                         | 133,000 | 117,000 | 102,000 | 111,000 | 97,000  | 114,000 | 130,000 | 118,000 | 175,000 | 174,000 | 115,000 | 0,000   | 164,000 |
| P14  | 170,000                         | 87,000  | 177,000 | 126,000 | 93,000  | 95,000  | 90,000  | 256,000 | 116,000 | 119,000 | 110,000 | 113,000 | 164,000 | 0,000   |

Fonte: O próprio autor

Tabela 5 – Agrupamento das Práticas do LM

| Cluster 1                               | Cluster 2                              | Cluster 3                | Cluster 4           |
|---|--|--------------------------|---------------------|
| P1 - <i>Takt Time</i>                   | P2 - Fluxo Contínuo                    | P3 - <i>Just in Time</i> | P11 – <i>Kanban</i> |
| P8 – Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) | P4 - Engenharia Simultânea             | P13 - <i>Kaizen</i>      | P12 - Gestão Visual |
|   | P5 - Equipes Multifuncionais           |                          |                     |
|   | P6 - Padronização das Operações        |                          |                     |
|   | P7 - Nivelamento do Trabalho           |                          |                     |
|   | P9 – <i>Codesign</i>                   |                          |                     |
|   | P10 - Compartilhamento do Conhecimento |                          |                     |
|   | P14 - Engenheiro Chefe                 |                          |                     |

Fonte: O próprio autor

Sendo assim, pôde-se inferir que a aplicação das práticas do Cluster 1, P1 (*Takt Time*) e P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)) é indicada para empresas que visam a redução dos problemas PR4 (Planejamento inadequado), PR9 (Visão e objetivos não são claros) e PR11 (Tecnologia inconsistente), visto que ambas possuem correlações positivas com os FCS relativos a esses problemas. Já a aplicação das práticas do Cluster 2, no qual estão engloba a maioria das práticas, proporciona a redução dos problemas PR2 (Administração executiva não dá suporte), PR3 (Confirmação dos requisitos das solicitações dos clientes não é clara), PR4 (Planejamento inadequado), PR6 (*Milestones* longos), PR7 (Equipe incompetente), PR9 (Visão e objetivos não são claros), PR12 (Recursos inadequados) e PR14 (Não há atualização das tecnologias), visto que mais de 50% das práticas pertencentes a esse cluster obtiveram correlações parciais positivas com os FCS relativos a esses problemas. Sobretudo, diante desses problemas, as práticas do Cluster 2 são mais indicadas para a redução do PR14 (Não há atualização das tecnologias), visto que 75% delas são indicadas para a redução deste problema.

Ao analisar as práticas do Cluster 3, pode-se perceber que elas são indicadas para a redução dos problemas PR4 (Planejamento inadequado), PR6 (*Milestones* longos), PR11 (Tecnologia inconsistente) e PR13 (Não há cumprimento dos prazos), visto que ambas as práticas pertencentes a ele possuem correlações parciais positivas com os FCS relativos a esses problemas. Por fim, as práticas do Cluster 4 possuem correlações parciais com os FCS relativos aos problemas PR6 (*Milestones* longos), PR7 (Equipe incompetente), PR9 (Visão e objetivos não são claros), PR11 (Tecnologia inconsistente) e PR13 (Não há cumprimento dos prazos), logo, são indicadas para a redução desses problemas.

#### 4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da análise do ID na implementação de cada uma das práticas apresentaram a prática P11 (*Kanban*) como a de maior valor, o que enfatiza de fato a importância e a utilização dessa prática nas empresas de desenvolvimento de software. Em seus projetos de desenvolvimento, normalmente, as empresas trabalham com *sprints*, as quais possuem um escopo definido para ser entregue dentro de um prazo pré-definido. Outra metodologia muito utilizada no gerenciamento dos projetos de desenvolvimento de software são os *kanbans*, em que as demandas ficam alocadas em um *backlog*, ordenadas de acordo com sua prioridade, e à medida em que os membros da equipe de desenvolvimento vão terminando tarefas anteriores, eles vão puxando novas tarefas do *backlog* para seguirem trabalhando. Sobretudo, até mesmo as empresas que trabalham com *sprints*, de certa forma utilizam *kanbans*, pois quando escopo da *sprint* é definido, também é criado um *backlog* de tarefas, as quais os membros vão puxando à medida do possível.

Outra prática que obteve um alto ID nas empresas é a P14 (Engenheiro chefe), que em muitas delas é executada pelo *Chief Technology Officer* (CTO) ou até mesmo pelo *Scrum Master*. O CTO é o responsável por toda equipe de tecnologia, coordenando toda a operação dela, a manutenção dos processos e a atualização e criação de tecnologias, com o objetivo de reduzir os custos e aumentar a eficiência da equipe. Já o *Scrum Master* é o responsável por garantir o bom andamento dos projetos da equipe de desenvolvimento, garantir a execução dos eventos do *scrum* e retirar ou então amenizar todos os percalços ou problemas da equipe durante os projetos, para que ela possa entregar o projeto dentro do prazo previsto na qualidade desejada. Sendo assim, de fato a prática P14 tem papel fundamental no desenvolvimento de software, sobretudo, precisa-se ter as responsabilidades muito bem definidas e a garantia de que a cultura e valores da empresa estão intrínsecos tanto na pessoa que executa este papel, quanto na equipe de desenvolvimento, para que possam juntos entregar os resultados almejados.

Destaca-se também a prática P6 (Padronização das operações), devido ao fato dela ter ficado em uma posição mediada no ranking do ID das práticas nas empresas. Fato esse que pode ser evidenciado devido as empresas de desenvolvimento de software sofrerem um impasse diário para definir se a criação e padronização dos processos deve ocorrer. Ao mesmo tempo em que as empresas precisam ser altamente ágeis para entregar soluções e validá-las com seus clientes, visando estar a frente da concorrência, com soluções inovadoras e assertivas, as

empresas precisam minimamente ter seus processos bem definidos e padronizados para garantir a qualidade e harmonia de suas entregas.

Além disso, a padronização dos processos torna-se importante devido ao alto giro de mão de obra, para facilitar o entendimento e ambientalização de novos membros na equipe. Problemas com a falta de documentação e padronização dos processos, muitas vezes são evidenciados em *startups*, pois, como precisam crescer rapidamente, buscam desenvolver novos produtos a qualquer custo, sem padronizar e registrar seus processos. Sobretudo, quando essas empresas começam a atingir uma maturidade em seu portfólio, começam a evidenciar os problemas que a falta de padronização dos processos gera em seu dia a dia.

Com relação a incidência dos problemas nas empresas participantes da pesquisa, foi possível observar que o PR4 (Planejamento inadequado) foi o que obteve maior resultado. De fato, esse é um dos problemas mais recorrentes tanto na literatura, quanto na realidade das empresas de desenvolvimento de software. Existe uma grande dificuldade em entregar os projetos dentro do planejado, tanto em relação a prazos, quanto custo e qualidade. Sobretudo, esse problema muitas vezes está relacionado com outros que foram analisados nesta pesquisa, como por exemplo o PR13 e PR3, pois normalmente, ele envolve o não cumprimento de prazos que por sua vez ocorre frequentemente pelo mau levantamento de requisitos das solicitações do cliente. O processo de levantamento de requisitos é essencial para um bom planejamento, pois se ele for falho, acarretará no descumprimentos do cronograma, visto que a equipe despenderá mais tempo discutindo o que e como deverá executar a demanda, ou em entregas que não atendem as necessidades dos clientes.

Além disso, o mau levantamento de requisitos, juntamente com o PR1 (Cliente não se envolvem no processo) podem impactar no segundo problema com maior incidência nesta pesquisa, o PR5 (Expectativas irrealistas), pois se eles ocorrem, poderão gerar uma visão errada ao cliente do que será de fato feito e entregue a ele, podendo frustrá-lo. Dessa forma, pode-se analisar que os problemas analisados, em muitos momentos estão relacionados entre si.

Por fim, por meio dos resultados das correlações entre a implementação das práticas do LM com a incidência dos FCS nas empresas participantes, pôde-se identificar quais são as práticas mais indicadas para a resolução de cada problema, visto que eles são os complementos dos FCS. Sendo assim, a Tabela 7 apresenta os resultados das práticas que se mostraram como mais indicadas para cada um dos problemas e também apresenta a posição de cada um no ranking de incidência delas nas empresas da pesquisa. Com isso, essa análise possibilita, de

uma forma enxuta, identificar quais são os problemas mais incidentes nas empresas e ao mais tempo, qual é a prática do LM mais indicada para a sua redução.

Pode-se notar que para a redução do principal problema indicado pelas empresas participantes da pesquisa, PR4 (Planejamento inadequado), a prática mais indicada foi P6 (Padronização das operações). O que sustenta o fato enunciado anteriormente de que, a padronização das operações é importante para os resultados dos projetos de desenvolvimento de software. Sobretudo, deve-se atentar para não burocratizar os processos, mas sim, padronizar da forma mais simplificada possível os principais processos da empresa.

Para a redução do PR9 (Visão e objetivos não são claros), a prática mais indicada foi P9 (*Codesign*), o que enfatiza a importância da construção de um produto com a participação dos *Stakeholders*, incluindo principalmente o cliente, para garantir que de fato todos estão alinhados com o objetivo do projeto que está sendo desenvolvido. Outro problema que obteve um resultado bastante interessante, foi o PR2 (Administração executiva não dá suporte), a qual teve como prática mais indicada PR14 (Engenheiro chefe), o que pode ser explicado pela necessidade de a equipe ter uma pessoa de segurança, que transmita às suas necessidades, dores e interesses para a diretoria.

Outro problema relevante para o desenvolvimento de software, PR13 (Não cumprimento de prazos), teve como prática do LM mais indicada para a sua redução a P10 (Compartilhamento de conhecimento). Esse resultado enfatiza a importância da interação e engajamento da equipe para trocar conhecimentos. Com isso, a médio prazo, a equipe poderá ter mais agilidade na execução das tarefas, pois os membros terão uma visão mais sistêmica e ampla dos processos, o que poderá auxiliar na percepção de problemas futuros e consequentemente em como contorná-los e dessa forma cumprir melhor os prazos.

Para resolver o PR11 (Tecnologia inconsistente), a pesquisa apontou a prática P5 (Equipes multifuncionais) como mais indicada. Essa prática de fato pode-se mostrar importante para redução desse problema, pois com uma equipe diversificada, com conhecimentos amplos e diferenciados, torna-se mais fácil contornar problemas de tecnologia, buscando alternativas com os próprios recursos existentes ou então encontrando outras tecnologias assertivas para a resolução do problema.

Em casos de Equipes incompetentes (PR7), a prática mais indicada foi P1 (*Takt Time*), o que se mostrou como um resultado bastante interessante da pesquisa também, pois, nesses casos, se houver um processo que garanta um ritmo adequado e controlado de entregas, a equipe

se tornará consistente e aos poucos terá resultados melhores. Sobretudo, para chegar a esse nível, é importante que a equipe adquira os valores da empresa, conheça seus objetivos e tenha um suporte adequado, para que assim, possa se manter com bons resultados a longo prazo.

Diante da Tabela 6, pode-se perceber também, que a prática que apresentou maior recomendação para a resolução dos problemas foi P14 (Engenheiro Chefe), a qual obteve maior indicação para 3 problemas: PR2, PR3 e PR6. As práticas que seguem a lista como as maiores recomendações para a resolução de um problema, são P6 (Padronização das Operações), a qual foi indicada para a resolução de PR4 e PR1, P7 (Nivelamento do trabalho), a qual foi indicada para a resolução de PR8 e PR12, e P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)), sendo indicada para a resolução de PR5 e PR10.

Tabela 6 – Prática mais indicada para cada problema

| Problema   | Posição no Ranking de Incidência | Prática mais indicada                   | Resultado da Correlação “r” |
|--|----------------------------------|---|-----------------------------|
| PR4 – Planejamento inadequado  | 1                                | P6 – Padronização das Operações         | 0,58                        |
| PR5 – Expectativas irrealistas   | 2                                | P8 – Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) | 0,49                        |
| PR2 – Administração executiva não dá suporte                               | 3                                | P14 – Engenheiro Chefe                  | 0,27                        |
| PR14 – Não há atualização das tecnologias                                  | 4                                | P3 – <i>Just in Time</i>                | 0,54                        |
| PR8 – Equipe não possui sentimento de dono                                 | 5                                | P7 – Nivelamento do trabalho            | 0,40                        |
| PR3 – Confirmação dos requisitos das solicitações dos clientes não é clara | 6                                | P14 - Engenheiro Chefe                  | 0,58                        |
| PR9 - Visão e objetivos não são claros                                     | 7                                | P9 – <i>Codesign</i>                    | 0,40                        |
| PR13 – Não cumprimentos de prazos  | 8                                | P10 – Compartilhamento de Conhecimento  | 0,53                        |
| PR6 – <i>Milestones</i> longos   | 9                                | P14 - Engenheiro Chefe                  | 0,58                        |
| PR1 – Cliente não se envolve no processo                                   | 10                               | P6 - Padronização das Operações         | 0,36                        |
| PR12 – Recursos inadequados  | 11                               | P7 - Nivelamento do trabalho            | 0,43                        |
| PR11 – Tecnologia inconsistente  | 12                               | P5 – Equipes multifuncionais            | 0,52                        |
| P10 – Equipe não é trabalhadora e focada                                   | 13                               | P8 - Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) | 0,33                        |
| PR7 – Equipe incompetente  | 14                               | P1 – <i>Takt Time</i>                   | 0,51                        |

Fonte: O próprio autor

Por fim, analisando o resultado geral da pesquisa, pôde-se perceber que 78,6% das práticas, apresentaram percentuais de indicação aos problemas superior a 50%, ou seja, são indicadas para a maioria dos problemas dessa pesquisa. Destaca-se as práticas P9 (*Codesign*), P11 (*Kanban*) e P12 (Gestão Visual) por serem as que mais vezes apresentaram-se como indicadas para a redução dos problemas, alcançando um percentual de 64,3%, como pode ser visto na Tabela 7. Logo, elas podem ser boas indicações para empresas que desejam iniciar a implementação do LM, pois são as que mais possuem correlações para a redução de todos os problemas.

Tabela 7 – Percentual de indicação das práticas para a redução dos problemas

| Práticas                                | Percentual de indicação aos problemas |
|---|---------------------------------------|
| P1 - <i>Takt Time</i>                   | 42,9%                                 |
| P2 - Fluxo Contínuo                     | 42,9%                                 |
| P3 - <i>Just in Time</i>                | 57,1%                                 |
| P4 - Engenharia Simultânea              | 57,1%                                 |
| P5 - Equipes Multifuncionais            | 42,9%                                 |
| P6 - Padronização das Operações         | 57,1%                                 |
| P7 - Nivelamento do Trabalho            | 57,1%                                 |
| P8 - Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) | 57,1%                                 |
| P9 - <i>Codesign</i>                    | 64,3%                                 |
| P10 - Compartilhamento de Conhecimento  | 57,1%                                 |
| P11 - <i>Kanban</i>                     | 64,3%                                 |
| P12 - Gestão Visual                     | 64,3%                                 |
| P13 - <i>Kaizen</i>                     | 57,1%                                 |
| P14 - Engenheiro Chefe                  | 57,1%                                 |

Fonte: O próprio autor

## 5 CONCLUSÃO

Este capítulo realiza a análise dos objetivos deste trabalho, a fim de identificar se eles foram cumpridos, bem como, retomará e consolidará a discussão dos resultados. Além disso, serão levantadas sugestões para futuras pesquisas relacionadas ao tema deste trabalho.

O objetivo geral deste estudo visa analisar a influência das principais práticas do LM, aplicadas no desenvolvimento de software, para a resolução dos principais problemas das empresas desse setor. Para tal, definiu-se três objetivos específicos, os quais são partes para resolução do objetivo geral e serão discutidos a seguir.

O primeiro objetivo específico trata de levantar as práticas do LM mais utilizadas no setor de TI. Objetivo este que foi atingido com o referencial teórico, em que se analisou as principais práticas do LM implementadas na TI, citadas na literatura. Com isso, foram encontradas 14 práticas, sendo elas: P1 (*Takt Time*), P2 (Fluxo contínuo), P3 (*Just in Time*), P4 (Engenharia simultânea), P5 (Equipes multifuncionais), P6 (Padronização das operações), P7 (Nivelamento do trabalho), P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)), P9 (*Codesign*), P10 (Compartilhamento de conhecimento), P11 (*Kanban*), P12 (Gestão visual), P13 (*Kaizen*) e P14 (Engenheiro chefe).

Com relação ao segundo objetivo específico, que visa identificar os fatores críticos de sucesso (FCS), benefícios e barreiras da implementação do LM em empresas de desenvolvimento de software, também foi atingido a partir do referencial teórico, por meio da análise de estudos relevantes ao tema. Destaca-se a identificação de 14 FCS a partir do estudo CHAOS (STANDISH GROUP, 2014), os quais são: FCS1 (Envolvimento do cliente), FCS2 (Suporte da administração executiva), FCS3 (Confirmação clara dos requisitos das solicitações dos clientes), FCS4 (Planejamento adequado), FCS5 (Expectativas realistas), FCS6 (*Milestones* curtos), FCS7 (Equipe competente), FCS8 (Equipe possui sentimento de dono), FCS9 (Visão e objetivos claros), FCS10 (Equipe trabalhadora e focada), FCS11 (Tecnologia consistente), FCS12 (Recursos adequados), FCS13 (Cumprimento dos prazos), FCS14 (Atualização das tecnologias).

O terceiro e último objetivo específico diz respeito a propor um método para analisar a influência das práticas do LM na resolução dos principais problemas do desenvolvimento de software. Para o alcance desse objetivo, realizou-se uma pesquisa em empresas de Santa Catarina que desenvolvem software aplicando-se um questionário para avaliar a incidência dos

14 FCS e o nível de implementação das 14 práticas do LM. Em seguida, realizou-se a análise do índice de desempenho na implementação do LM nas empresas com as respostas do questionário, por meio do método proposto por Saurin e Ferreira (2008). Por conseguinte, verificou-se a incidência dos FCS e de seus complementos, ou seja, problemas, nas empresas. Por fim, dessa forma, tornou-se possível realizar uma análise de correlação parcial de cada prática do LM com cada FCS, com o intuito de identificar quais são as práticas mais recomendadas para a redução de cada problema no processo de desenvolvimento de software.

Assim, pode-se concluir que o objetivo geral foi alcançado, por intermédio do atingimento dos objetivos específicos. Com isso, o estudo proporcionou um método para identificação da influência das práticas do LM no desenvolvimento de software e ainda uma indicação de quais práticas são mais recomendadas para cada problema analisado. Dessa forma, percebe-se que o estudo teve contribuições tanto teóricas, por conta do método construído, quanto práticas, visto que apresenta uma indicação para empresas que desenvolvem software de quais práticas podem focar na implementação para redução dos problemas que vivenciam em seus processos.

Diante dos resultados, identificou-se que no momento da pesquisa, as práticas do LM com maior ID nas empresas participantes foram P11 (*Kanban*) e P14 (Engenheiro Chefe). Já os problemas que obtiveram alto grau de incidência nas empresas participantes, foram P4 (Planejamento inadequado) e P5 (Expectativas irrealistas), mostrando-se como as maiores dores dessas empresas.

Os resultados das correlações entre as práticas do LM com o FCS, e conseqüentemente com os problemas, demonstraram que a prática que apresentou o maior número de recomendações principais para a resolução dos problemas foi a P14 (Engenheiro Chefe), sendo a mais recomendada para 3 problemas (PR2, PR3 e PR6), seguida por P6 (Padronização das operações), P7 (Nivelamento do trabalho) e P8 (Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)), cada uma sendo a mais recomendada para 2 problemas da pesquisa.

Além disso, percebeu-se que a maioria das práticas se mostraram recomendadas para a maioria dos problemas, ou seja, obtiveram valores de “r” positivos nas correlações com a esses problemas. Diante disso, as práticas que mais obtiveram correlações positivas para a redução dos problemas foram P9 (*Codesign*), P11 (*Kanban*) e P12 (Gestão Visual).

Com relação a análise de clusters, pode-se concluir que para a redução do problema PR2 (Administração executiva não dá suporte) e PR3 (Confirmação dos requisitos das

solicitações dos clientes não é clara), é indicado a aplicação das práticas do cluster 1. Para o problema PR4 (Planejamento inadequado) é indicada a aplicação de práticas dos clusters 1,2 e 3. O problema PR6 (*Milestones* longos) pode ser reduzido mediante a aplicação das práticas dos clusters 2, 3 e 4. Os clusters 2 e 4 apresentam práticas que são indicadas para a redução do PR7 (Equipe incompetente). Para a redução do PR9 (Visão e objetivos não são claros), indica-se a implementação de práticas dos clusters 1, 2 e 4. O PR11 (Tecnologia inconsistente) pode ser mitigado com a implementação de práticas dos clusters 1, 3 e 4. Por outro lado, apenas o cluster 2 mostrou-se indicado para a redução do PR12 (Recursos inadequados). O PR13 (Não há cumprimento dos prazos) mostrou-se passível de redução em casos de implementação das práticas dos clusters 3 e 4. Por fim, o PR14 (Não há atualização das tecnologias) possui indicação de redução apenas com a implementação de práticas do cluster 2.

Por fim, com a finalidade de contribuir com a literatura da implementação do LM em empresas de desenvolvimento de software, sugere-se para futuros trabalhos a análise aprofundada entre o ID no LM das empresas com o nível de implementação de cada prática, para que assim se possa analisar, quais práticas influenciam mais no atingimento de um alto ID. Indica-se também a realização de um estudo que analise a correlação entre a ocorrência de cada FCS com o ID no LM, para que seja possível identificar quais FCS influenciam mais nos resultados das empresas. Outra análise interessante para realização de estudos futuros é a relação entre a incidência dos FCS e das práticas do LM com indicadores de resultado das empresas, como MRR (*Monthly Recurring Revenue*), taxa de *Churn*, cumprimento de prazos, número de clientes etc. Além disso, sugere-se a realização de estudos que contemplem a análise nacional ou até mesmo global da implementação das práticas do LM e da incidência dos fatores críticos de sucesso, visando-se retirar as influências locais e culturais da pesquisa. Sugere-se também avaliar a correlação entre as práticas do LM com os FCS do desenvolvimento de software para diferentes classificações das empresas de acordo com os tipos de software desenvolvido por elas, sejam eles SaaS, e-commerce, de sistemas, fábricas de software, serviço de assinatura, etc, para identificar a influência do LM em cada um deles. Por fim, apresenta-se como sugestão para trabalhos futuros, o desenvolvimento de modelo de maturidade do LM no desenvolvimento de software com base nas análises deste trabalho.

## 6 REFERÊNCIAS

- AAKER, David A.; KUMAR, Vinay; DAY, George S. **Pesquisa de marketing**. Atlas, 1999.
- ACATE, 2018. **Observatório ACATE — Panorama 2018**. Disponível em: <<https://www.acate.com.br/node/137452>>. Acesso em: 18 de setembro de 2019.
- ALVES, Guedes Jorge Fernando et al. **Introdução de conceitos lean às tecnologias de informação: um caso de estudo em Banca**. 2010.
- AKED, Mark. Risk reduction with the RUP phase plan. **The Rational Edge**, 2003.
- ARNHEITER, Edward D.; MALEYEFF, John. The integration of lean management and Six Sigma. **The TQM magazine**, v. 17, n. 1, p. 5-18, 2005.
- BABA, Kunihiro; SHIBATA, Ritei; SIBUYA, Masaaki. Partial correlation and conditional correlation as measures of conditional independence. **Australian & New Zealand Journal of Statistics**, v. 46, n. 4, p. 657-664, 2004.
- BALLÉ, Michel. **Lean In The IT Department**, 2010. Disponível em: [www.lean.org](http://www.lean.org). Acesso em: 12 de novembro de 2019.
- BARROS, Carlos Enrique. Análise Das Deficiências Na Execução Dos Projetos De Desenvolvimento De Software Que Originam Atrasos Na Entrega Do Produto. **Revista GEDECON-Gestão e Desenvolvimento em Contexto**, v. 3, n. 2, p. 62-79, 2015.
- BARROS, Ricardo Correia. **A Importância da Gestão de Requisitos para Projetos de Desenvolvimento de Software**. 2018.
- BASSI FILHO, Dairton Luiz. **Experiências com desenvolvimento ágil**. São Paulo, 2008.
- BATISTA, Any Carolyn Duarte. **Os impactos do envolvimento do cliente em equipes ágeis do desenvolvimento de software: um estudo de caso**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- BAUCH, Christoph. **Lean product development: making waste transparent**. 2004. Tese de Doutorado.
- BECK, K., BEEDLE, M., VAN BENNEKUM, A., COCKBURN, A., CUNNINGHAM, W., FOWLER, M., & KERN, J. **Manifesto for agile software development**, (2001).
- BENEFIELD, Robert. Agile deployment: Lean service management and deployment strategies for the SaaS enterprise. In: 2009 42nd **Hawaii International Conference on System Sciences**. **IEEE**, 2009. p. 1-5.
- BICHENO, John. **The lean toolbox for service systems**. PICSIE books, 2008.

BOSNIC, Ivan; MISAGHI, Mehran. Desenvolvimento lean de software: estudo de caso em uma empresa de porte médio no norte catarinense. **Produção em Foco**, v. 3, n. 1, 2013.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Divisão Regional Brasil. 42 – Regiões Geográficas do Estado de Santa Catarina**, 2017. <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>> Visto em 04 de julho de 2020.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **PIB cresce 1,1% em 2018 e fecha ano em R\$ 6,8 trilhões. 2019**. Disponível em : <[https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23886-pib-cresce-1-1-em-2018-e-fecha-ano-em-r-6-8-trilhoes#targetText=PIB%20cresce%201%2C1%25%20em,em%20R%24%206%2C8%20trilh%C3%B5es&targetText=Em%202018%2C%20o%20PIB%20\(produt,6%2C8%20trilh%C3%B5es%20em%202018.>](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23886-pib-cresce-1-1-em-2018-e-fecha-ano-em-r-6-8-trilhoes#targetText=PIB%20cresce%201%2C1%25%20em,em%20R%24%206%2C8%20trilh%C3%B5es&targetText=Em%202018%2C%20o%20PIB%20(produt,6%2C8%20trilh%C3%B5es%20em%202018.>)> Acesso em: 01 de set. 2019.

BRASSCOM, 2018. Disponível em: <<https://brasscom.org.br/>>. Acesso em: 24 de setembro de 2019.

BROOKS, Frederik P. JR. No Silver bullet: Essence and accidents of software engineering. **IEEE computer**, v. 20, n. 4, p. 10-19, 1987.

CANONICA, Gabriel; SCHLINDWEIN, João Victor Martins; NIENKOTTER, Thiago Faraco. Avaliação da influência das práticas de gestão enxuta na produtividade. **Journal Of Lean Systems**, 2019, Vol. 4, Nº 1, pp. 105-124

CANONICA, Gabriel., TORTORELLA, Guilherme Luz. Validação da metodologia de avaliação dos fatores socioculturais em ambientes hospitalares em implementação de um sistema de produção enxuta (SPE). In: Simpósio de Engenharia de Produção, 2016, Bauru. **Gestão De Operações Em Serviços E Seus Impactos Sociais**. Bauru, 2016. v. XXIII.

CALLEFI, Jéssica S.; OIKO, Olívia Toshie. PROPOSTA DE REDESENHO DO FLUXO DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS À LUZ DO LEAN OFFICE. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**. 2016.

CANTANHEDE, Marco André Dias et al. **Lean thinking em desenvolvimento de software: estudo e aplicação de ferramenta para avaliação do lean em software**. 2014.

CAUCHICK, Paulo; MORABITO, Reinaldo; PUREZA, Vi. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção. **Elsevier Brasil**, 2011.

CAWLEY, Oisín; WANG, Xiaofeng; RICHARDSON, Ita. Lean/agile software development methodologies in regulated environments—state of the art. In: **International Conference on Lean Enterprise Software and Systems**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 31-36.

CESAR REIS DE OLIVEIRA, Rodrigo. **Participação de usuários no desenvolvimento de sistemas de informação: em busca de uma caracterização renovada**. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

CHAOS, **The Standish Group Report** (2014). Disponível em: <<https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf>>. Acesso em: 11 de novembro de 2019.

DALL'IGNA, Felipe Silveira. **Facilidades e dificuldades na utilização de tecnologias da informação e comunicação no suporte à gestão do conhecimento em empresas de desenvolvimento de software**. 2010. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

DAL FORNO, Ana Julia et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: integrando a abordagem Lean no projeto conceitual. **Revista GEPROS**, v. 4, n. 4, p. 45, 2008.

DAL FORNO, Ana Julia. Desenvolvimento Lean de Produtos: um olhar sobre as melhores práticas globais. *Journal of Lean Systems*, v. 1, n. 1, p. 67-79, 2016.

DEMARCO, T.; BOEHM, B. The Agile Methods Fray. **IEEE Computer**, v. 35, n. 6, 2002, p. 90-92.

DE SOUZA JUNIOR, Wesley Canedo; JÚNIOR, Noel Torres. Estágios de servitização: evidências oriundas de indústrias de máquinas e equipamentos brasileiras. **Exacta**, v. 16, n. 1, p. 71-90, 2018.

DE TOLEDO, J. C., DA SILVA, S. L., ALLIPRANDINI, D. H., MARTINS, M. F., & FERRARI, F. M. Práticas de gestão no desenvolvimento de produtos em empresas de autopeças. **Production**, 18(2), 405-422, 2008.

DOS SANTOS SOARES, Michel. Comparação entre metodologias Ágeis e tradicionais para o desenvolvimento de software. **INFOCOMP Journal of Computer Science**, v. 3, n. 2, p. 8-13, 2004.

DOS SANTOS SOARES, Michel. Metodologias ágeis extreme programming e scrum para o desenvolvimento de software. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 3, n. 1, 2004.

ESASHIKA, Daniel Shim de Sousa. **A influência dos patrocinadores nas estruturas organizacionais de comunidades de software livre**. 2016.

FADEL, Aline Cristine; SILVEIRA, Henrique da Mota. **Metodologias ágeis no contexto de desenvolvimento de software: XP, Scrum e Lean**. Monografia do Curso de Mestrado FT-027-Gestão de Projetos e Qualidade da Faculdade de Tecnologia–UNICAMP, v. 98, p. 101, 2010.

FORTES, Claudio Saenger. **Aplicabilidade de lean service na Melhoria de Serviços de Tecnologia da Informação (TI)**. 2010.

FRANCO, Eduardo Ferreira. **Um modelo de gerenciamento de projetos baseado nas metodologias ágeis de desenvolvimento de software e nos princípios da produção enxuta**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GASSMANN, Oliver; SANDMEIER, Patricia; WECHT, Christoph H. Extreme customer innovation in the front-end: learning from a new software paradigm. **International Journal of Technology Management**, v. 33, n. 1, p. 46-66, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GONZÁLEZ, Mario Orestes Aguirre; DE TOLEDO, José Carlos. A integração do cliente no processo de desenvolvimento de produto: revisão bibliográfica sistemática e temas para pesquisa. **Production**, v. 22, n. 1, p. 14-26, 2012.

GRABAN, Mark. **Lean hospitals: improving quality, patient safety, and employee engagement**. CRC press, 2016.

GUPTA, A. K.; WILEMON, D. L. Changing Patterns in Industrial R&D Management. **Journal of Product and Innovation Management**, v. 13, p. 497-511, 1996.

GUSTAVSSON, Håkan. **Lean thinking applied to system architecting**. 2011. 72 f. Tese (Doutorado) - Departamento de School of Innovation, Design and Engineering, Mälardalen University, Västerås, 2011.

HACKMAN, J. Richard; OLDFHAM, Greg R. Motivation through the design of work: Test of a theory. **Organizational behavior and human performance**, v. 16, n. 2, p. 250-279, 1976.

HAIR, Joseph. F.; BLACK, William. C.; BABIN, Barry. J.; ANDERSON, Rolph. E.; TATHAM, Ronald. L.. **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009.

HERSEY, Paul; BLANCHARD, Kenneth. **Psicologia para Administradores: A teoria e as técnicas da liderança situacional**. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1986.

HIBBS, Curt; JEWETT, Steve; SULLIVAN, Mike. **The art of lean software development: a practical and incremental approach**. " O'Reilly Media, Inc.", 2009.

JONES, Daniel T.; WOMACK, James P. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. **Gulf Professional Publishing**, 2004.

KARPOFF, Jonathan M. **The impact of shareholder activism on target companies: A survey of empirical findings**. Available at SSRN 885365, 2001.

KENNEDY, Michael N. Product development for the lean enterprise: why Toyota's system is four times more productive and how you can implement it. **Oaklea Press**, 2003.

KINDLER, Noah B.; KRISHNAKANTHAN, Vasantha; TINAIKAR, Ranjit. Applying lean to application development and maintenance. **The McKinsey Quarterly**, v. 3, p. 99-101, 2007.

KING, Stephen F.; BURGESS, Thomas F. Understanding success and failure in customer relationship management. **Industrial Marketing Management**, v. 37, n. 4, p. 421-431, 2008.

KOBUS, Jörn. **Demystifying lean IT: conceptualization and definition**. Materiały konferencyjne: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, Technische Universität Ilmenau, Ilmenau, 2016.

KOBUS, Jörn; WESTNER, Markus; STRAHRINGER, Susanne. Change management lessons learned for Lean IT implementations. **International Journal of Information Systems and Project Management**, v. 5, n. 1, p. 47-60, 2017.

KROLL, Per; KRUCHTEN, Philippe. The rational unified process made easy: a practitioner's guide to the RUP. **Addison-Wesley Professional**, 2003.

KULL, T. J., YAN, T., LIU, Z., & WACKER, J. G. (2014). The moderation of lean manufacturing effectiveness by dimensions of national culture: testing practice-culture congruence hypotheses. **International Journal of Production Economics**, 153, 1-12.

LEGENDRE, Pierre; LEGENDRE, Loic FJ. Numerical ecology. **Elsevier**, 2012.

LEÓN, Hilda C. Martínez; FARRIS, Jennifer A. Lean product development research: Current state and future directions. **Engineering Management Journal**, v. 23, n. 1, p. 29-51, 2011.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Bookman Editora, 2016.

LIMA, Marcelo A. A. **Como “Startup Lean” pode ajudar as novas empresas e empreendimentos no Brasil: Startups Digitais**. Lean Institute Brasil, 2016. Disponível em: <<https://www.lean.org.br>>. Acesso em: 01 set. 2019.

LOVRO, A. Introdução ao desenvolvimento Lean de produtos. **Lean Summit 2008**. Lean Institute Brasil, São Paulo/SP, 2008.

MACHADO, Pedro Henrique de Alencar et al. **Redução de desperdícios no desenvolvimento de software de grande porte por meio de ferramentas Lean**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MARODIN, Giuliano; FRANK, Alejandro Germán; TORTORELLA, Guilherme Luz; NETLAND, Torbjorn. Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects. **International Journal of Production Economics**, v. 203, p. 301-310, 2018.

MARTINS, José Carlos Cordeiro. **Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de Software com PMI, RUP e UML**. Brasport, 2010.

MATSUSHITA, Renan Shin Iti: 2010. **O impacto da integração entre o processo RUP com padrão PMBOK**. Faculdade de Tecnologia de São Caetano do Sul. Disponível em: Acesso em: novembro de 2019.

MCMANUS, Hugh L. **Product Development Value Stream Mapping (PDVSM) Manual Release 1.0**. 2005.

MÉDINA, Régis. **Why lean thinking is the engine of a digital transformation**. Planet Lean, 2016. Disponível em: <planet-lean.com> Acesso em: 01 set. 2019.

MIELKE, Eduardo Rossi. Fatores de risco em administração de projetos: visão e ações nos desenvolvimentos de software. 2003.

MOREIRA, M.; MENDES, R. ITIL na Gestão da Segurança da Informação. In: 5ºCONTECSI **Congresso Internacional de Gestão de Tecnologia e Sistemas de Informação**, São Paulo. 2008. p. 3009-3029.

MORGAN, James M.; LIKER, Jeffrey K. **Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto: integrando pessoas, processo e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

MORO, Suzana Regina; JÚNIOR, Aldo Braghini. Uma revisão das abordagens para o desenvolvimento enxuto de produtos. **Journal of Lean Systems**, v. 1, n. 3, p. 91-105, 2016.

NERUR, Sridhar; MAHAPATRA, RadhaKanta; MANGALARAJ, George. Challenges of migrating to agile methodologies. **Communications of the ACM**, v. 48, n. 5, p. 72-78, 2005.

NETTO, Arsênio Firmino de Novaes, CORRÊA, Dalila Alves. **Pessoas nas micro e pequenas empresas: Gestão de processos**. 1ª. ed. Itu: Ottoni Editora, 2011.

NOGUEIRA, Maria da Graça Saraiva. **Proposta de método para avaliação de desempenho de práticas da produção enxuta-ADPPE**. 2007.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala; trad. Cristina Schumacher**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1997.

ORZEN, Michael A.; BELL, Steven C. Lean IT: Enabling and sustaining your lean transformation. **Productivity Press**, 2016.

PASARIBU, Fajar. The situational leadership behavior, organizational culture and human resources management strategy in increasing productivity of private training institutions. **Information Management and Business Review**, v. 7, n. 3, p. 65-79, 2015.

PEREIRA, Guilherme V. **Metodologia Lean de desenvolvimento de software: uma visão geral**. Universidade do Estado de Santa Catarina–UDESC, 2012.

PERUCCI, Camilo Cesar. **Método de aplicação do Lean Thinking para desenvolvimento de projetos de software com metodologia Scrum**, 2016.

POPPENDIECK, Mary. Lean software development. In: Companion to the proceedings of the 29th International Conference on Software Engineering. **IEEE Computer Society**, 2007. p. 165-166.

POPPENDIECK, Mary; CUSUMANO, Michael A. Lean software development: A tutorial. **IEEE software**, v. 29, n. 5, p. 26-32, 2012.

POPPENDIECK, Mary; POPPENDIECK, Tom. **Implementando o desenvolvimento Lean de Software: do conceito ao dinheiro**. Bookman Editora, 2011.

PRESSMAN, Roger; MAXIM, Bruce. **Engenharia de Software-8ª Edição**. McGraw Hill Brasil, 2016. Pg 4.

RAO, Manjunath HS; BARGERSTOCK, Andrew. Exploring the Role of Standard Costing in Lean Manufacturing Enterprises: A Structuration Theory Approach. **Management Accounting Quarterly**, v. 13, n. 1, 2011.

RAUCH, Erwin; DALLASEGA, Patrick; MATT, Dominik T. The way from lean product development (LPD) to smart product development (SPD). **Procedia CIRP**, v. 50, p. 26-31, 2016.

RECLAMEAQUI, **Softwares – Rankings**. Disponível em: <<https://www.reclameaqui.com.br/categoria/softwares/>>. Acesso em: 19 de setembro de 2019.

REZENDE, Leandro Zocaratto. **Influência da comunicação no desempenho de projetos de desenvolvimento de software: um estudo aplicado à uma organização no setor financeiro brasileiro**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, André Philipe Santos Pinto; BREZOLIN, Lígia Maria T. de F.; LEONOR, Bruno Bustamante Ferreira. ESTUDO DA APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE TRADICIONAIS E ÁGEIS UNIFICADAS AO DESENVOLVIMENTO LEAN DE SOFTWARE. **Revista H-TEC Humanidades e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 96-112, 2018.

RODOSEK, Gabi Dreo. Quality aspects in it service management. In: **International Workshop on Distributed Systems: Operations and Management**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2002. p. 82-93.

RODRIGUES, Mário Jorge Ferreira et al. **Implementação de práticas Lean numa linha de produção eletrônica**. 2012.

ROSA, Maria Victória Lins Lange. **Estudo sobre o nível de implementação das práticas enxutas na cadeia de suprimentos de redes hoteleiras**. Florianópolis, 2018.

ROZENFELD, Henrique; AMARAL, Daniel Capaldo. **Gestão de projetos em desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SALLES, Rodrigo. Medium – BrData: **Correlação: direto ao ponto**. 2018. Disponível em: <<https://medium.com/brdata/correla%C3%A7%C3%A3o-direto-ao-ponto-9ec1d48735fb>>. Acesso em: 02 de dezembro de 2019.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FERREIRA, Cléber Fabrício. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Gestão e produção**. São Carlos, SP. Vol. 15, n. 3 (set.-dez. 2008), p. 449-462, 2008.

SEBRAE, DIEESE. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa: 2013**. São Paulo: DIEESE, 2013.

SELBY, Richard W.; CUSUMANO, Michael A. **Microsoft Secrets: How the World's Most Powerful Software Company Creates Technology, Shapes Markets, and Manages People**. New York, 1995.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of operations management**, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.

SHORE, James; WARDEN, Shane. *The Art of Agile Development* O'Reilly Media Inc. 2008. SCHUH, Günther, MICHAEL, Lenders, SOLVEIGH, Hieber, "Lean Innovation - Introducing Value Systems to Product Development," Proceedings of PICMET, **Portland International Center for Management of Engineering and Technology**, pp. 1129-1136, 2008.

SILVA, C., TANTARDINI, M., PORTIOLI STAUDACHER, A., & Salviano, K. Lean production implementation: A survey in Portugal and a comparison of results with Italian, UK and USA companies. In 17th **International Annual EurOMA Conference** (pp. 1-10), 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação - 4a edição**. Portal, p. 138p, 2005.

SIQUEIRA, Fábio Levy. **Métodos ágeis**. 2003. Disponível em: <[http://www.levysiqueira.com.br/artigos/metodos\\_ageis.pdf](http://www.levysiqueira.com.br/artigos/metodos_ageis.pdf)>. Acesso em: 12 de novembro de 2019.

SMITH, Greg; SIDKY, Ahmed. *Becoming Agile: In an imperfect world*. Greenwich: **Manning Publications Co**, 2009. 410 p.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011. 529 p.

SOFTEX. **Computer World: Setor de TI ignora crise e cresce acima do PIB no Brasil**, Segundo pesquisa. 2018. Disponível em: <<https://computerworld.com.br/2019/06/07/setor-de-ti-ignora-crise-e-cresce-acima-do-pib-no-brasil-segundo-pesquisa/>>. Acesso em 24 de outubro de 2019.

STATISTA. **Prices & Access: Information Technology (IT) worldwide spending forecast from 2005 to 2021** (in billion U.S. dollars). 2019. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/203935/overall-it-spending-worldwide/>>. Acesso em 12 de outubro de 2019.

TENÓRIO, Leandro et al. Lean IT application in service desk in a wires and cable company. *Journal of Lean Systems*, v. 3, n. 4, p. 02-14, 2018.

TYAGI, Satish et al. Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. **International journal of production economics**, v. 160, p. 202-212, 2015.

TOMAZ, Flávia Sílvia Corrêa. Perfil dos clientes de uma empresa prestadora de serviços de telefonia celular: Aplicação do método de agrupamento de Ward. **Multi-Science Journal (ISSN 2359-6902)**, v. 1, n. 7, p. 92-95, 2017.

TORRES, Flávio Amarante. **Liderança e motivação: a influência da liderança na motivação dos colaboradores da diretoria de tecnologia de uma instituição pública financeira**. 2011.

TORRES JUNIOR, Alvaír Silveira. Lean no Desenvolvimento de Produtos – Estudo de casos múltiplos. **Altec 2017 – XVII Congresso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica**, 2017.

TORTORELLA, Guilherme Luz. **Metodologia de identificação e avaliação dos fatores sócio-culturais em uma empresa em implementação enxuta**. 2012.

TORTORELLA, Guilherme Luz; FETTERMANN, Diego Castro. Fatores críticos de sucesso da cadeia de ajuda em uma implementação enxuta: uma pesquisa exploratória sobre a qualidade e eficiência de desempenho. **Produto & Produção**, v. 18, n. 1, 2017.

TORTORELLA, Guilherme, Luz, FETTERMANN, Diego Castro, CAUCHICK, Paulo Augusto Miguel, & Sawhney, R. (2020). Learning organisation and lean production: an empirical research on their relationship. **International Journal of Production Research**, 58(12), 3650-3666.

ULRICH, T.K; EPPINGER, D.S. **Product Design and Development**. – 5nd edition. New York: McGraw Hill, 2012.

VACARI, Isaque. **Um estudo empírico sobre a adoção de métodos ágeis para desenvolvimento de software em organizações públicas**. 2015. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

WAN, Hung-da; FRANK CHEN, F. A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 23, p. 6567-6584, 2008.

WARD, Allen C. **Lean product and process development**. The Lean Enterprise Institute, Cambridge, 2007

WATERHOUSE, Peter. Improving IT Economics: Thinking ‘Lean’. **CA White Paper**, 2008.

WHITE, Richard E.; PEARSON, John N.; WILSON, Jeffrey R. JIT manufacturing: a survey of implementations in small and large US manufacturers. **Management science**, v. 45, n. 1, p. 1-15, 1999.

WIELKI, Janusz; KOZIOŁ, Przemysław. The analysis of opportunities to use the lean it concept in modern enterprise. **Polish Journal of Management Studies**, v. 18, 2018.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **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.** Simon and Schuster, 2007.

XAVIER, Daniel; VIANA, Davi; GADELHA, Bruno. Um estudo sobre a relação entre Processo e Motivação em Equipes de Desenvolvimento de Software. In: **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação.** SBC, 2016. p. 076-083.

XIMENES, Mônica; OLIVEIRA, Rodrigo; FERREIRA, Marcilio; FONSECA, Décio (2008). Participação dos usuários no desenvolvimento de sistemas de informação: uma reflexão sob a óptica positivista e interpretativista. **Revista do IESP**, 7, 147-171.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE ANÁLISE DE INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DO LEAN MANAGEMENT NO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

| QUESTIONÁRIO DE ANÁLISE DE INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DO LEAN MANAGEMENT NO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE                                       |  |                             |  |                            |  |                           |
|--|--|-----------------------------|--|----------------------------|--|---------------------------|
| Seção 1: Perfil da Empresa e do Líder  |  |                             |  |                            |  |                           |
| Cargo: _____   |  | Tempo de Casa (anos): _____ |  | Nº de Colaboradores: _____ |  | Nº de Subordinados: _____ |
| Sexo: _____  |  | Nº de Clientes: _____       |  | Cidade: _____              |  | UF: _____                 |
| Seção 2: Implementação das Práticas do Lean Management no Desenvolvimento de Software  |  |                             |  |                            |  |                           |
| Escala:  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 1- Não se aplica   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 2- Não existe  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 3- Aplicação muito fraca   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 4- Aplicação fraca   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 5- Aplicação forte   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 6- Aplicação muito forte   |  |                             |  |                            |  |                           |
| Prática  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 1. Takt Time   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 2. Fluxo Contínuo  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 3. Just in Time  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 4. Engenharia Simultânea   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 5. Equipe Multifuncional   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 6. Trabalho Padronizado  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 7. Nivelamento   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 8. Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 9. Codesign  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 10. Compartilhamento de Conhecimento   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 11. Kanban   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 12. Gestão Visual  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 13. Kaizen   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 14. Engenheiro Chefe   |  |                             |  |                            |  |                           |
| Comentários:   |  |                             |  |                            |  |                           |
|  |  |                             |  |                            |  |                           |
| Seção 3: Incidência dos Fatores Críticos de Sucesso do Desenvolvimento de Software   |  |                             |  |                            |  |                           |
| Preencha com um X a frequência que você acredita que ocorre para cada questão abaixo conforme escala de 1 (quase nunca) à 6 (quase sempre) |  |                             |  |                            |  |                           |
| Fatores  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 1. Envolvimento do Cliente   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 2. Suporte da administração executiva  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 3. Confirmação clara dos requisitos das solicitações dos clientes  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 4. Planejamento adequado   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 5. Expectativas realistas  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 6. Milestones curtos   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 7. Equipe competente   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 8. Equipe possui sentimento de dono  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 9. Visão e objetivos claros  |  |                             |  |                            |  |                           |
| 10. Equipe trabalhadora e focada   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 11. Tecnologia consistente   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 12. Recursos adequados   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 13. Cumprimento dos prazos   |  |                             |  |                            |  |                           |
| 14. Atualização das tecnologias  |  |                             |  |                            |  |                           |
| Comentários:   |  |                             |  |                            |  |                           |
|  |  |                             |  |                            |  |                           |