

# Métricas de Tamanho de Software com Métodos Ágeis no Setor Público: uma Revisão Sistemática

Alexandre F. Mendonça<sup>1</sup>, Fernanda M. R. Alencar<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação Acadêmica em Engenharia de Computação  
– Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco (UPE)  
Rua Benfica, 455 – 50720-001 – Recife – PE – Brazil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Recife, PE – Brazil

{afm2, fernandaalenc}@ecomppoli.br, fernanda.ralencar@ufpe.br

**Abstract.** *Public administration has used agile methods, adapting to the reality of the market. In addition, your deliveries must be measured using some functional size measurement. Therefore, your choice can define the level of success of public projects. In this paper, functional size measurements are identified in conjunction with agile methods that are most common in the public sector. The methodology used was a systematic literature review. The IFPUG Function Point metric and the Agile Manifesto and Scrum method were identified as the most used in the public sector. The definition of the use of functional size measurements and agile methods in the public sector makes it possible to direct decision-making towards the successful completion of projects.*

**Resumo.** *A administração pública tem utilizado métodos ágeis, adequando-se à realidade do mercado. Além disso, suas entregas devem ser mensuradas através de alguma métrica de tamanho de software. Portanto, a sua escolha pode definir o nível de sucesso dos projetos públicos. Neste artigo, identifica-se as métricas de tamanho de software em conjunto com métodos ágeis de maior ocorrência no setor público. A metodologia utilizada foi a revisão sistemática da literatura. A métrica Ponto de Função IFPUG e o método Manifesto Ágil e Scrum foram identificados como os mais utilizados no setor público. A definição do uso de métricas e métodos ágeis no setor público torna possível direcionar a tomada de decisões para a conclusão com sucesso dos projetos.*

## 1. Introdução

Mais e mais organizações estão adotando o desenvolvimento de software Ágil [Cohn 2010]. Os métodos ágeis (MA) são particularmente úteis quando os requisitos estão mudando continuamente durante a vida do projeto e/ou estão fortemente incompletos na fase de inicialização do projeto [Abrahamsson et al. 2017]. Nesse contexto, as organizações estão engajadas na busca de métodos quantitativos aceitáveis para medir a eficiência e eficácia de seus processos.

Inúmeros métodos de dimensionamento de software foram criados, mas se depararam com limitações, tais como: não serem aplicados no início do processo de desenvolvimento de software; não serem aplicados uniformemente durante a vida útil do software; e, não serem entendidos de forma significativa pelos usuários do software que

recebem estimativas baseadas nesses métodos de dimensionamento. Assim, os conceitos de métrica de tamanho de software (MTS) são projetados para superar essas limitações, deslocando o foco de medir como o software é implementado, para medir o tamanho em termos das funções requeridas pelo usuário. Neste trabalho, são consideradas as MTS mais conhecidas, como: Ponto de Função (PF) do IFPUG [Committee et al. 2010]; COSMIC [Abran et al. 2015]; e, Use Case Point [Ochodek et al. 2011].

Nas atividades de Tecnologia da Informação (TI) no setor público, deve-se estar em conformidade com as diretrizes das Agências de Supervisão Nacionais. No Brasil, essas diretrizes são regulamentadas pelo Tribunal de Contas da União (TCU) e indicam que os MA são incentivados e que podem ser escolhidas melhores MTS, para o gerenciamento de projetos de TI. Atualmente, o PF é uma das MTS mais utilizadas na administração pública brasileira [Hazan 2010]. Entretanto interessa saber se outras configurações de MTS com MA podem ser mais adequadas ao setor público. Assim, a discussão sobre a definição de um conjunto de configurações de MTS e MA no setor público é o objetivo do trabalho. Para o levantamento das principais MTS e MA aderentes ao setor público utilizou-se a Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Ao todo foram avaliados 2.054 trabalhos, relevando duas métricas de tamanho de software (Ponto de Função do IFPUG e COSMIC) e dois métodos ágeis (SCRUM e XP) que são mais utilizados em conjunto no setor público, de acordo com a literatura, nos últimos nove anos.

Segue a estrutura do trabalho: na seção 2, apresenta-se as MTS, os MA e as regulações do TCU; na seção 3, apresenta-se todo o processo da RSL, exibindo as MTS e os MA mais aderentes ao setor público; na seção 4, apresenta-se os principais resultados da RSL e os trabalhos relacionados; na seção 5, se analisa as MTS e os MA com intuito de identificar suas principais configurações e características; por fim, na seção 6, apresenta-se a conclusão e trabalhos futuros.

## **2. Background**

Nesta seção, apresenta-se descrição sobre as MTS e os MA selecionados nessa pesquisa, além das Regulamentações do TCU.

### **2.1. Métricas de Tamanho de Software**

O fator de custo mais comum entre todos os métodos de estimativa é o tamanho de software [Munialo and Muketha 2016]. Portanto, esforço e custo podem ser estimados diretamente do tamanho do software usando alguma das MTS [Javdani et al. 2013]. MTS é um exemplo de quantificação de valor para o cliente [Fehlmann and Santillo 2010].

Cada MTS tem sua especificidade e pode ser melhor aplicada em contextos específicos. Algumas das MTS mais conhecidas são Ponto de Caso de Uso (PCU), COSMIC [Abran et al. 2015] e Ponto de Função do IFPUG (PF) [Fehlmann 2002].

### **2.2. Métodos Ágeis**

Os métodos ágeis tiveram sua origem no Manifesto Ágil em 2001 [Manifesto 2001]. Ele detalha quatro valores e doze princípios que delimitam a forma de atuação do pensamento ágil em projetos de desenvolvimento de software.

Os princípios e valores descritos no Manifesto Ágil são respeitados, em menor ou maior grau, pelos métodos ágeis vigentes. Por isso, temos algumas variedades de

métodos que focam em características distintas do Manifesto Ágil. Alguns MA relevantes apresentados estão incluídos nessa pesquisa por serem os primeiros MA reconhecidos pelo mercado. Eles são Dynamic Systems Development Method (DSDM), Lean, Kanban, Scrum e eXtreme Programming (XP).

### **2.3. Regulamentações do TCU**

De acordo com a Instrução Normativa - IN 04/2010 [Federal 2010], as métricas baseadas em horas são desencorajadas, pois exigem que o setor público se justifique previamente e que sempre vincule as entregas aos critérios de prazo e qualidade previamente definidos.

O acórdão 2314/2013 do TCU [de Contas da União 2013] relata que os princípios da administração pública relacionados à aquisição de TI estão alinhados aos valores ágeis. Posteriormente, a auditoria pertencente ao acórdão 002.116 / 2015-4 do TCU [de Contas da União 2015] recomenda que o Ponto de Função do IFPUG (PF) não deva ser obrigatório. No entanto, a administração pública deve definir métricas apropriadas associando a pagamentos relacionados com resultados.

## **3. Revisão Sistemática da Literatura**

Uma revisão sistemática da literatura (RSL) é um meio de identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma questão de pesquisa específica [Keele et al. 2007]. A principal razão para realizar uma RSL é identificar qualquer lacuna que sugira áreas para investigação adicional.

Para essa pesquisa, o trabalho de revisão teve sua primeira abordagem realizada no primeiro semestre de 2018. Essa abordagem resultou em trinta e sete artigos foram selecionados para a lista final. Esses artigos respondiam a pelo menos uma das questões de pesquisa (principal ou secundárias). O subconjunto que responde apenas à pergunta principal da pesquisa era composto por apenas três artigos. Esse baixo quantitativo de artigos que responde a pergunta de pesquisa principal desse estudo não se mostrou suficientemente representativa. Por consequência, uma nova estratégia para realizar a RSL foi proposta e executada no segundo semestre de 2018, mais especificamente de 05 a 09/out/2018. As subseções a seguir apresentam detalhes da RSL em sua segunda abordagem.

### **3.1. Questões de Pesquisa**

O principal objetivo desta pesquisa é identificar configurações de MTS e MA melhores avaliadas para o setor público. Para tal, é necessário identificar primeiramente quais MTS e MA em conjunto são mais aderentes ao setor público. Esta pesquisa analisa a literatura para responder a seguinte questão de pesquisa principal:

(QPP) Qual é o impacto da medição de tamanho de software no emprego de métodos ágeis no setor público?

Perguntas de pesquisa secundárias são necessárias para entender todo o contexto por etapas. Essas questões secundárias escolhidas são:

(QPS1) Quais são as métricas de tamanho de software mais aderentes aos métodos ágeis?

(QPS2) Quais são os métodos ágeis mais aderentes ao setor público?

(QPS3) Quais são as métricas de tamanho de software mais aderentes ao setor público?

### 3.2. Estratégia de Pesquisa

Depois de entender as questões de pesquisa, algumas *keywords* foram escolhidas para criar a *string* de busca. Para aumentar as possibilidades de identificar diferentes contextos relevantes entre MTS, MA e o setor público, na mesma *string* de busca foram utilizados termos em português e inglês. Esses termos de pesquisa estão listados a seguir.

- Métricas de Tamanho de Software: ("Function Point") OR (COSMIC) OR ("Test Point") OR (UCP) OR ("Use Case Point") OR (FSM) OR ("Functional Size Measurement") OR ("Ponto de Funcao") OR ("Ponto de Teste") OR ("Ponto de Caso de Uso") OR ("Metrica de Tamanho Funcional")
- Métodos Ágeis: (KANBAN) OR (LEAN) OR (SCRUM) OR (XP) OR ("eXtreming Programing") OR (FDD) OR ("Feature Driven Development") OR (DSDM) OR ("Dynamic Systems Development Method") OR ("agile metho\*") OR ("agile project") OR ("agile development") OR ("metod\* agil") OR ("projeto agil") OR ("desenvolvimento agil")
- Setor Público: (government) OR ("public sector") OR ("public administration") OR ("setor publico") OR ("administracao publica")

A estratégia de pesquisa dessa RSL trabalhou com escopos intermediários delimitados pelas perguntas de pesquisa secundárias, como observado na Figura 1. Cada RSL foi conduzida de acordo com três fases principais, como sugerido por [Keele et al. 2007] e [Kitchenham and Brereton 2013]: planejamento, execução e relatório.

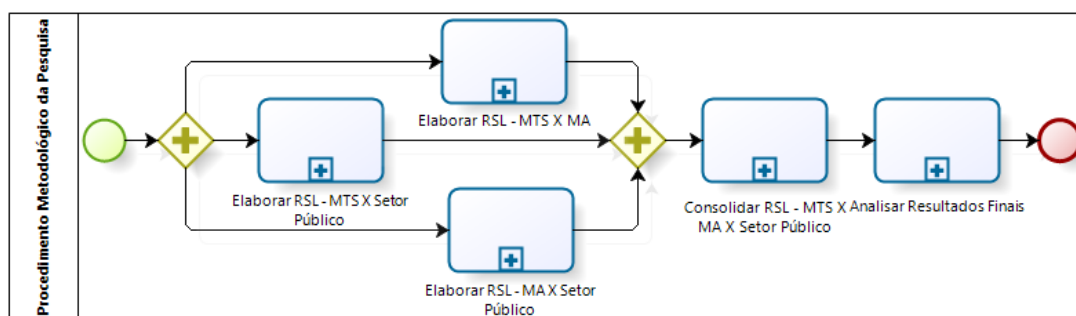


Figura 1. Metodologia de Pesquisa (Autores, 2019).

Com os resultados de cada RSL, o foco estaria em identificar artigos que respondam a questão de pesquisa principal, consolidando a lista final de artigos dessa pesquisa.

### 3.3. Processo de Pesquisa

O processo adaptado para essa pesquisa contempla cinco subprocessos principais: importar artigos, aplicar critérios de inclusão/exclusão, aplicar critérios de qualidade e aplicar *snowballing* em duas rodadas consecutivas.

O objetivo da primeira etapa do processo de pesquisa é importar documentos dos engenhos de busca de acordo com a *string* de pesquisa indicada na seção 3.2. Os seguintes engenhos de busca foram selecionados como fontes de dados: ACM, Google Acadêmico, IEEE e Science Direct. Além disso, alguns trabalhos foram coletados por indicação de especialistas. Trabalhos que podem ser identificados no resultado do estudo de Vacari [Vacari and Prikładnicki 2014]. Como partimos de uma base de indicação de artigos por parte de especialistas, não recorreremos a bases manuais para essa pesquisa. Após a importação de artigos, um total de 984 estudos foram disponibilizados para estudo.

A partir desse ponto, os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos devem ser utilizados para filtrar os estudos relacionados ao objetivo da pesquisa. Essa lista de critérios deve ser usada sempre que for necessário classificar os artigos. Para esse estudo foi elaborada uma lista com um total de 14 critérios de inclusão e exclusão.

No segundo subprocesso da RSL, é realizada a leitura dos títulos, *keywords* e resumos dos artigos importados. Com esse entendimento do contexto de cada artigo, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados. Como resultado, 150 estudos foram selecionados para seguir para a próxima etapa do processo de pesquisa.

Na sequência, os critérios de qualidade devem ser aplicados para orientar a interpretação dos resultados determinando a força das inferências, e orientando as recomendações para novas pesquisas [Keele et al. 2007]. Uma lista de verificação de qualidade foi personalizada com base nas recomendações fornecidas em [Keele et al. 2007] e [Kitchenham and Brereton 2013]. Essa lista de verificação foi concluída com um total de 11 critérios de qualidade.

A lista de verificação de qualidade foi personalizada com base nas recomendações fornecidas em [Keele et al. 2007] e [Kitchenham and Brereton 2013]. Cada pergunta na lista de verificação de qualidade foi respondida usando uma escala de três pontos, ou seja, Sim (1 ponto), Não (0 ponto) e Parcialmente (0,5 Ponto), exceto a última questão referente ao número de citações (menos de 5 citações = 0 Ponto, entre 5 e 10 citações = 0,5 ponto e mais de 10 citações = 1 ponto). As perguntas estão listadas na Tabela 1. Cada estudo poderia obter de 0 a 11 pontos. Usamos o primeiro quartil ( $11/4 = 2,75$ ) como ponto de corte para incluir um estudo, ou seja, se um estudo contabilizar menos de 2,75, seria removido da nossa lista final de estudos primários [Usman et al. 2014]. Estudos antes do ano de publicação de 2015, inclusive, sem citação também foram rejeitados.

Nesse terceiro subprocesso da RSL, é realizada a leitura na íntegra dos artigos resultantes do subprocesso anterior. Com o entendimento mais completo de cada artigo, os critérios de qualidade foram aplicados. Como resultado, 54 estudos foram selecionados para seguir para a próxima etapa do processo de pesquisa.

Neste ponto do processo de pesquisa, aplicamos a técnica *snowballing* [Wohlin 2014] para melhorar nossos resultados. Usando os estudos resultantes da última etapa, todas as suas citações e artigos referenciados foram coletados. Como consequência, um adicional de 704 estudos foram incorporados à pesquisa na primeira rodada e 366 na segunda rodada de *snowballing*.

Os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados a todos os artigos coletados por *snowballing*. Como resultado temos 24 artigos adicionados à lista final de artigos na primeira rodada e 12 artigos na segunda rodada. Neste momento da RSL, temos o

**Tabela 1. Lista de Verificação de Qualidade**

<b>Question</b>	<b>Score</b>
Objetivos estão claramente apresentado?	Sim/Não/Parcialmente
Método de pesquisa está claramente apresentado?	Sim/Não/Parcialmente
Ambiente na qual a pesquisa foi realizada está claramente apresentado?	Sim/Não/Parcialmente
Método de análise de dados está claramente apresentado?	Sim/Não/Parcialmente
Resultados estão claramente apresentados?	Sim/Não/Parcialmente
Perguntas de pesquisa estão respondidas?	Sim/Não/Parcialmente
Artigo compara seus resultados com resultados de artigos relacionados?	Sim/Não/Parcialmente
Ameaças a validade estão claramente apresentadas?	Sim/Não/Parcialmente
Dificuldades e limitações encontrados para replicar o estudo do artigo estão claramente apresentados?	Sim/Não/Parcialmente
Artigo apresenta benefícios e/ou falhas no relacionamento entre MTS, MA e/ou setor público?	Sim/Não/Parcialmente
Número de citações	Mais de 10 citações/Menos de 5 citações/Entre 5 e 10 citações

resultado final de cada RSL individual que responde às perguntas secundárias de pesquisa. RSL direcionada a MTS com MA obteve 44 artigos em sua lista final, MTS com setor público 6 artigos e MA com setor público 40 artigos, conforme pode ser observado na Tabela 2.

**Tabela 2. Resultado das Rodadas de Snowballing**

<b>RSL</b>	<b>Crítérios de Qualidade</b>	<b>Snowballing (Rodada 1)</b>	<b>Snowballing (Rodada 2)</b>
MTS x MA	28	42	44
MTS X Setor Público	5	6	6
MA X Setor Público	21	30	40

### 3.3.1. Consolidação dos Resultados

Com as listas finais de artigos de cada RSL, o objetivo nessa etapa é verificar artigos de cada RSL que contemplem os três elementos dessa pesquisa para formar a lista final da RSL. O processo de consolidação dos resultados foi completado através da identificação de artigos pertencentes a pelo menos duas das três RSL, que identificou quatro artigos.

Além disso, artigos pertencentes a apenas uma RSL também foram avaliados com intuito de identificar sua aderência ao resultado final dessa pesquisa, que identificou outros três artigos. Por consequência, responde à pergunta de pesquisa principal desse estudo.

Como resultado dessa consolidação foram identificados sete artigos que encerram a lista final de artigos desse estudo. Esses artigos estão detalhados na Tabela 3.

**Tabela 3. Lista de Estudos Primários**

<b>ID</b>	<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano de Publicação</b>
[P01]	A replicated study on correlating agile team velocity measured in function and story points	Hennie Huijgens and Rini van Solingen	2014
[P02]	Adoção de métodos ágeis em uma Instituição Pública de grande porte - um estudo de caso	Claudia de O. Melo and Gisele R. M. Ferreira	2010
[P03]	Contracting for agile software development in the department of defense: an introduction	Eileen Wrubel and Jon Gross	2015
[P04]	Contratação de Serviços de Desenvolvimento de Software na Administração Pública Federal por meio de uma Métrica Orientada ao Comportamento de Sistema (Regras de Negócio)	Claudson dos Santos Melo	2017
[P05]	Using Function Points in Agile Projects	Célio Santana, Fabiana Leoneo, Alexandre Vasconcelos and Cristine Gusmão	2011
[P06]	Using scrum in outsourced government projects: An action research	Thatiany L. de Sousa, Elaine Venson, Rejane M. da C. Figueiredo, Ricardo A. Kosloski and Luiz C. M. Ribeiro Júnior	2016

*Continua na próxima página*

Tabela 3 – *Continua da página anterior*

<b>ID</b>	<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano de Publicação</b>
[P07]	Using the COSMIC method to evaluate the quality of the documentation of Agile user stories	Jean-Marc Desharnais, Buğra Kocatürk and Alain Abran	2011

#### 4. Resultados Encontrados

A partir dos resultados identificados da RSL, pode-se focar nas respostas das questões de pesquisa. A análise das RSL intermediárias estão apresentadas a seguir, seguida da análise da consolidação das RSL, que responde a questão de pesquisa principal.

A RSL MTS X MA evidenciou 44 artigos em sua lista final (Tabela 2). As MTS com maior ocorrência na ordem são COSMIC e PF, totalizando 82% das ocorrências, como pode ser observado na Tabela 4. Esse resultado mostra claramente a relevância da métrica COSMIC sendo utilizada em projetos ágeis com mais da metade de participação dos artigos selecionados por essa RSL. Vale salientar a relevância do PF com praticamente um terço de participação.

Do ponto de vista de MA, temos como maiores ocorrências, Manifesto Ágil e Scrum, totalizando 95% das ocorrências, como pode ser observado na Tabela 4. A grande maioria dos projetos que utilizam alguma MTS executam seus projetos através de conceitos do Manifesto Ágil, sem estar associado a uma MA específica. Vale salientar a relevância do Scrum com um quinto de participação. DSDM, FDD, Kanban e Lean não foram identificadas associadas a MTS independente de setor privado ou público.

Consolidando as combinações entre MTS e MA independente de setor privado ou público, as mais observadas são COSMIC e PF combinados com Manifesto Ágil e Scrum, totalizando 78% das ocorrências, como pode ser observado na Tabela 4. MTS e MA com maior ocorrência individualmente também são os que aparecem com mais frequência quando combinados.

A RSL MTS X Setor Público evidenciou apenas 6 artigos em sua lista final (Tabela 2). A MTS predominante em projetos do setor público sem presença de MA é o PF com 83% de ocorrências, como pode ser observado na Tabela 5. É importante tornar clara a ausência no setor público das MTS utilizadas nessa RSL: COSMIC e PCU.

A RSL MA X Setor Público evidenciou 40 artigos em sua lista final (Tabela 2). As MA com maior ocorrência são Manifesto Ágil e Scrum, totalizando 87% das ocorrências, como pode ser observado na Tabela 5. O interessante dessa RSL é a presença da maioria dos MA utilizados no termo de pesquisa no resultado final, com exceção de FDD e DSDM.

##### 4.1. RSL Consolidada

A RSL consolidada resulta em sete artigos que compõem a lista de estudos primários, respondendo assim a questão de pesquisa principal desse estudo. A MTS mais rele-



**Tabela 4. Resultado RSL MTS X MA**

(a) Ocorrências de MTS			(b) Ocorrências de MA		
MTS	Ocorrências	(%)	MA	Ocorrências	(%)
COSMIC	26	51%	Manifesto Ágil	33	75%
PF	16	31%	Scrum	9	20%
PCU	4	8%	XP	2	5%
Test Point	2	4%			
LOC	2	4%			
NESMA	1	2%			

(c) Ocorrências das Combinações de MTS e MA			
MTS	MA	Ocorrências	(%)
COSMIC	Manifesto Ágil	21	41%
PF	Manifesto Ágil	12	24%
COSMIC	Scrum	4	8%
PF	Scrum	3	6%
PCU	Manifesto Ágil	2	4%
PCU	Scrum	2	4%
Test Point	Manifesto Ágil	2	4%
LOC	Manifesto Ágil	2	4%
COSMIC	XP	1	2%
PF	XP	1	2%
NESMA	Manifesto Ágil	1	2%

vante identificada nessa consolidação é PF com 75% das ocorrências. Já as MA com maior ocorrência são Manifesto Ágil e Scrum, totalizando 89% das ocorrências. As combinações mais observadas são exatamente as maiores ocorrências de MTS e MA combinadas, totalizando 70% das ocorrências. Todos os resultados da RSL consolidada podem ser observados na Tabela 6.

## 5. Análise dos Resultados

A partir dos resultados dessa RSL é possível identificar MTS e MA mais relevantes no setor público e fazer comparações para entendermos as lacunas e oportunidades de pesquisas. Os requisitos dessas MTS e MA devem ser elencados para que possam ser melhor discutidos com intuito de que projetos no setor público obtenham uma maior probabilidade de sucesso. Outros aspectos importantes também devem ser analisados como a comparação com os resultados do setor privado e a tendência baseada na evolução dos artigos publicados.

A MTS mais relevante dessa pesquisa é o PF. Projetos regidos pela contagem de PF se deparam com desafios e precisam de uma preparação adequada para que tenham condições de gerar projetos com alto potencial de sucesso [Hazan 2010]. A seguir, algumas das características do PF são apresentadas:

- A maioria dos órgãos públicos já utiliza o PF, facilitando o *benchmark* entre empresas do setor público.

**Tabela 5. Resultado das RSL do Setor Público****(a) RSL MTS X Setor Público**

MTS	Ocorrências	(%)
PF	5	83%
Test Point	1	17%

**(b) RSL MA X Setor Público**

MA	Ocorrências	(%)
Manifesto Ágil	25	57%
Scrum	13	30%
Lean	3	7%
XP	2	5%
Kanban	1	2%

**Tabela 6. Resultados da RSL Consolidada****(a) Ocorrências de MTS**

MTS	Ocorrências	(%)
PF	6	75%
COSMIC	1	12,5%
Test Point	1	12,5%

**(b) Ocorrências de MA**

MA	Ocorrências	(%)
Manifesto Ágil	5	56%
Scrum	3	33%
XP	1	11%

**(c) Ocorrências da Combinações de MTS e MA**

MTS	MA	Ocorrências	(%)
PF	Manifesto Ágil	4	40%
PF	Scrum	3	30%
COSMIC	Manifesto Ágil	1	10%
PF	XP	1	10%
Test Point	Manifesto Ágil	1	10%

- Alternativa de medição da estimativa de tamanho de funcionalidades do produto vaiável a partir da documentação no início do projeto.
- Medição de software independentemente da tecnologia adotada pelo projeto de desenvolvimento.
- Contagem baseada na visão do usuário.
- Apoio na avaliação de aquisição de softwares.
- Requisitos não funcionais não contabilizam pontos de função, mas impactam nas estimativas de esforço e custo do projeto.
- Mudança abrupta de tamanho para funcionalidades de complexidade muito próximas.
- Documentação de requisitos deve ser aprovada previamente pelo cliente.
- Regras para tratamento de mudanças de requisitos específica para PF já deve estar definida previamente.
- Definição de níveis mínimos de qualidade para considerar uma entrega realizada e apta para ser contada.

- Contratada fica com o risco de produtividade.
- Necessária adequação do processo de desenvolvimento.

A RSL MTS X MA, que apresenta resultados do setor privado e público, evidencia COSMIC como a MTS mais relevante. Isso induz ao entendimento que somente o setor privado aplica essa MTS em seus projetos de software.

Os conceitos ágeis encontrados no Manifesto Ágil foram os mais relevantes no resultado dessa pesquisa, e estão elencados a seguir [Nunes 2017]:

- Ambiente global sujeito a rápidas mudanças: projetos têm de responder a novas oportunidades e mercados, mudanças de condições econômicas e ao surgimento de produtos e serviços concorrentes.
- Muitos negócios estão dispostos a equilibrar a qualidade e compromisso, com requisitos do software e com a entrega rápida.
- Processos de desenvolvimento rápido são projetados para criar software útil rapidamente de forma iterativa nos quais a especificação, o projeto, o desenvolvimento e o teste são intercalados.
- O produto não é desenvolvido e disponibilizado integralmente, mas em uma série de incrementos.

Com o entendimento das principais características do Manifesto Ágil, é importante destacar também as principais desvantagens desse método. Elas também devem consideradas como critério de escolha em projetos específicos. Entre as principais desvantagens podemos considerar que o processo não é escalável e a gestão de custos do projeto dificultada.

O método ágil mais utilizado de acordo com essa pesquisa é o Scrum. Por ser um método ágil, suas características são aderentes ao Manifesto Ágil. Scrum define papéis, artefatos e cerimônias que sistematizam o desenvolvimento ágil de projetos de software [Nunes 2017].

Os papéis que o Scrum estabelece são *Product Owner*, *Scrum Master* e Equipe Scrum. O *Product Owner* é o dono do projeto. Ele é responsável por determinar os requisitos do projeto (histórias de usuários) e prioriza a execução dessas histórias dentro das iterações do projeto (*Sprint*). O *Scrum Master* é responsável por remover os impedimentos que dificultam o bom andamento do projeto. Ele também fica responsável por manter o projeto aderente ao processo Scrum. A equipe Scrum é uma equipe multidisciplinar responsável por executar as atividades do projeto. Os integrantes da equipe Scrum devem ter acesso direto ao *Product Owner*.

Os artefatos definidos no Scrum são *Product Backlog*, *Sprint Backlog* e Gráfico *Burndown*. O *Product Backlog* é uma lista de histórias de usuários estimadas pela equipe Scrum e priorizadas pelo *Product Owner*. O *Sprint Backlog* é uma lista criada através de histórias de usuário selecionadas do *Product Backlog* que serão trabalhadas e entregues no *Sprint* que está sendo iniciado. Essa lista é composta por atividades que implementam cada uma das histórias de usuário selecionadas para o *Sprint*. Já o gráfico *Burndown* é utilizado no acompanhamento do *Sprint* por parte da equipe Scrum.

As cerimônias do Scrum são tradicionalmente relacionadas com o *Sprint* do projeto. Elas são *Sprint Planning*, *Sprint Review* e *Sprint Retrospective*. O *Sprint Planning*

é uma reunião de planejamento do *Sprint* realizada com a participação de todos os papéis do método Scrum. Seu objetivo é a criação do *Sprint Backlog* no início do *Sprint*. A *Sprint Review* acontece no final do *Sprint* com intuito de apresentar todas as histórias de usuário selecionadas pela equipe Scrum implementadas para o *Product Owner*. A *Sprint Retrospective* é realizada sem a participação do *Product Owner* no final do *Sprint*. Nela são identificadas melhorias a serem executadas no próximo *Sprint* do projeto.

A RSL MTS X MA, que apresenta resultados do setor privado e público, evidencia Manifesto Ágil e Scrum como as MA mais relevantes. Resultado análogo é apresentado na RSL consolidada, o que sugere nenhuma mudança significativa das MA entre o setor público e privado quando aplicadas em projetos de software.

A evolução dos artigos ao longo dos anos releva uma tendência de pesquisas sobre temas que tenham como base os elementos desse estudo. Um levantamento de quantitativo de artigo por ano de publicação indica que praticamente metade dos artigos foram publicados nos últimos três anos. Essa tendência também é observada entre setor privado e público, como visto na Tabela 7. Com isso, se percebe que se trata de um assunto atual que merece a atenção dos pesquisadores.

**Tabela 7. Cumulativo por Ano de Publicação (2016 a 2018)**

RSL	Critérios	% Cumulativo
MTS x MA	MTS	51%
MTS x MA	MA	48%
RSL Consolidada	MTS	50%
RSL Consolidada	MA	44%

Fechando essa análise, é importante ressaltar que algumas limitações foram identificadas para essa pesquisa. Apesar da utilização de diferentes bases de dados, outras fontes de publicação não utilizadas podem conter artigos aderentes a esse estudo. Além disso, a leitura dos artigos foi realizada prioritariamente por um único pesquisador.

## 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

O procedimento metodológico adotado nessa pesquisa visa identificar a configurações de métricas de tamanho de software e métodos ágeis mais aderentes ao setor público. O resultado foi o evidenciamento da métrica PF e os métodos ágeis Manifesto Ágil e Scrum como as mais relevantes no contexto do setor público. Esse resultado final foi potencializado com a adoção da prática *snowballing*.

Com a definição de configurações de uso de métricas e métodos ágeis no setor público, espera-se possível direcionar a tomada de decisões para a conclusão com sucesso dos projetos, no menor tempo possível, com o menor custo aceitável e entregando valor agregado perceptível à sociedade.

Como trabalhos futuros, algumas vertentes podem ser exploradas. Um melhor entendimento da falta de utilização da métrica COSMIC no setor público vale ser melhor estudado visto que essa métrica é muito explorada nos projetos do setor privado. Os resultados dessa pesquisa podem ser apresentados para avaliação de especialistas da administração pública para ratificar o entendimento podendo identificar possíveis novas adaptações de configurações de MTS e MA para o setor público. Finalmente, uma

elaboração de um guia para escolha de MTS e MA mais aderentes aos requisitos da cultura organizacional da empresa, à *expertise* dos profissionais que executarão o projeto e às características do próprio projeto. Com isso espera-se como benefício a melhoria na tomada de decisões sobre MTS e MA a serem adotados pelo setor público antes de iniciar o projeto, idealmente no momento de definição do edital de licitações dessa administração pública.

### 6.0.1. Agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### Referências

- Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., and Warsta, J. (2017). Agile software development methods: Review and analysis. *arXiv preprint arXiv:1709.08439*.
- Abran, A., Londeix, B., O'Neill, M., Santillo, L., Vogelezang, F., Desharnais, J., Morris, P., Rollo, T., Symons, C., Lesterhuis, A., et al. (2015). The cosmic functional size measurement method. *Measurement Manual, Version*, 4(1).
- Cohn, M. (2010). *Succeeding with agile: software development using Scrum*. Pearson Education.
- Committee, I. C. P. et al. (2010). Function point counting practices manual-version 4.3. 1. *International Function Point User Group (IFPUG), Princeton Junction, NJ*.
- de Contas da União, T. (2013). Acórdão nº 2314/2013. available in <https://contas.tcu.gov.br/etcu/ObterDocumentoSisdoc?seAbrirDocNoBrowser=true&codArqCatalogado=6488150>.
- de Contas da União, T. (2015). Acórdão nº 002.116 / 2015-4. available in <http://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A24FFC4F0B0150010D71242BB0&inline=1>.
- Federal, P. E. (2010). Instrução normativa nº 04 de 12 de novembro de 2010. available in [https://www.governodigital.gov.br/documentos-e-arquivos/legislacao/IN%20SLTI%20MP%2004%202010%20-%20Consolidada%20-%20Modificada%20%20pela%20I.pdf/at\\_download/file](https://www.governodigital.gov.br/documentos-e-arquivos/legislacao/IN%20SLTI%20MP%2004%202010%20-%20Consolidada%20-%20Modificada%20%20pela%20I.pdf/at_download/file).
- Fehlmann, T. (2002). Combinatory metrics for software development. In *8th International Symposium in QFD*.
- Fehlmann, T. and Santillo, L. (2010). From story points to cosmic function points in agile software development—a six sigma perspective. In *Metrikon-Software Metrik Kongress*, page 24.
- Hazan, C. (2010). Como evitar armadilhas em contratos de fábricas de software. *Revista do TCU*, 117(1).
- Javdani, T., Zulzalil, H., Ghani, A. A. A., Sultan, A. B. M., and Parizi, R. M. (2013). On the current measurement practices in agile software development. *arXiv preprint arXiv:1301.5964*.

- Keele, S. et al. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical report, Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE.
- Kitchenham, B. and Brereton, P. (2013). A systematic review of systematic review process research in software engineering. *Information and software technology*, 55(12):2049–2075.
- Manifesto, A. (2001). Agile manifesto. available in <http://www.agilemanifesto.org>.
- Munialo, S. W. and Muketha, G. M. (2016). A review of agile software effort estimation methods.
- Nunes, R. D. (2017). A implantação das metodologias ágeis de desenvolvimento de software scrum e extreme programming (xp): uma alternativa para pequenas empresas do setor de tecnologia da informação. *ForScience*, 4(2).
- Ochodek, M., Nawrocki, J., and Kwarciak, K. (2011). Simplifying effort estimation based on use case points. *Information and Software Technology*, 53(3):200–213.
- Usman, M., Mendes, E., Weidt, F., and Britto, R. (2014). Effort estimation in agile software development: a systematic literature review. In *Proceedings of the 10th international conference on predictive models in software engineering*, pages 82–91.
- Vacari, I. and Prikladnicki, R. (2014). Metodologias ágeis na administração pública: uma revisão sistemática da literatura. In *Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE MÉTODOS ÁGEIS, 5., 2014, Florianópolis. Resumos . . . .
- Wohlin, C. (2014). Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In *Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering*, pages 1–10.