



**UNIFACS**

UNIVERSIDADE SALVADOR

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES<sup>®</sup>

**UNIFACS UNIVERSIDADE SALVADOR  
MESTRADO EM SISTEMAS E COMPUTAÇÃO**

**ANTONIO CARLOS MARCELINO DE PAULA**

**UMA CARACTERIZAÇÃO DA ADOÇÃO DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM  
BASEADA EM EVIDÊNCIAS DA LITERATURA**

Salvador  
2016

**ANTONIO CARLOS MARCELINO DE PAULA**

**UMA CARACTERIZAÇÃO DA ADOÇÃO DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM  
BASEADA EM EVIDÊNCIAS DA LITERATURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Sistemas e Computação da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof Dr. Glauco de Figueiredo Carneiro

Salvador  
2016

de Paula, Antonio Carlos Marcelino

Adoção da computação em nuvem, relação custo-benefício e estratégias para seleção de provedores: uma revisão sistemática./ Antonio Carlos Marcelino de Paula.- Salvador, 2016.

91 f. : il.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas e Computação, Universidade Salvador – UNIFACS, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Glauco de Figueiredo Carneiro.

1. Computação em nuvem 2. Revisão sistemática. 3. caracterização. I. Carneiro, Glauco de Figueiredo, orient. II. Universidade Salvador – UNIFACS. III. Título

CDD:004

## TERMO DE APROVAÇÃO

ANTONIO CARLOS MARCELINO DE PAULA

### UMA CARACTERIZAÇÃO DA ADOÇÃO DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM BASEADA EM EVIDÊNCIAS DA LITERATURA

Dissertação aprovada como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Sistemas e Computação, UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities, pela seguinte banca examinadora:

Glauco de Figueiredo Carneiro – Orientador \_\_\_\_\_  
Doutor em Ciência da Computação - Ufba - Unifacs  
UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities

Rita Suzana Pitangueira Maciel \_\_\_\_\_  
Doutora em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco  
Universidade Federal da Bahia - UFBA

Paulo Nazareno Maia Sampaio \_\_\_\_\_  
Doutor em Informatique et Telecommunications pelo Université Toulouse III Paul  
Sabatier, França  
UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities

Salvador, 22 de fevereiro de 2016.

Dedico este trabalho a minha família, amigos e a todos  
que me apoiaram ao longo dessa jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que fizeram parte direta ou indiretamente da minha vida durante esse percurso. A minha mãe (em memória) e irmão pelo amor incondicional, à Glaucyane, minha esposa, e Milena e Mariana, minhas filhas, pelo amor, companheirismo e paciência. Ainda, sou grato aos meus amigos que me acompanham ao longo de muitos anos.

Meu respeito e consideração aos educadores que tive a honra de conhecer na UNIFACS, esses fizeram parte da minha formação e são responsáveis pelo meu desenvolvimento pessoal e profissional. Em especial, agradeço ao meu orientador Dr. Glauco Carneiro pelas inúmeras reuniões, conversas e dedicação para que este trabalho fosse concretizado.

“The mind that opens to a new idea never returns to its original size”.

Albert Einstein.

## RESUMO

**Contexto:** A computação em nuvem tem sido um dos paradigmas de computação mais promissores na indústria, tornando-se conhecida em função das vantagens oferecidas em comparação aos modelos tradicionais de computação. Através da utilização de recursos da nuvem, as empresas têm a possibilidade de custear recursos utilizados sob demanda, ou seja, de acordo com o que foi efetivamente consumido e utilizado. Este cenário permite a alocação mais efetiva de recursos de investimento em TI, fato que tem sido um atrativo de mercado no cenário atual da economia global. Entretanto, para fazer uso e se beneficiar plenamente das vantagens desta infraestrutura, as empresas precisam migrar suas aplicações para a nuvem.

**Objetivo:** Identificar estudos relevantes publicados na literatura que abordem relatos de empresas sobre oportunidades na migração e adoção da computação em nuvem, sua percepção da relação custo-benefício desta adoção e as estratégias de seleção de provedores de serviços que atendam às necessidades e perfil mais adequado da empresa.

**Método:** Execução de uma revisão sistemática da literatura e posteriormente de uma caracterização de estudos de caso também coletados da literatura para comparar estratégias relatadas pelas organizações para migrar e adotar a computação em nuvem e sua percepção da relação custo-benefício desta adoção. **Resultados:** Os resultados desses estudos mostram que uma parte representativa das empresas realiza o processo de adoção de uma inovação influenciada por contextos tecnológicos, organizacionais e ambientais. O custo, desempenho e a segurança e privacidade aparecem como fatores considerados mais relevantes pelas empresas na tomada de decisão sobre a adoção. Nota-se ainda uma tendência na utilização do modelo de implantação público e modelo de serviços *Infrastructure as a Service* (IAAS).

**Conclusão:** Devido à variedade de estratégias, abordagens e ferramentas relatadas nos estudos selecionados, espera-se que os resultados deste estudo apoiem as empresas na decisão da estratégia mais adequada para adoção da nuvem, na percepção da relação custo-benefício desta adoção, bem como na seleção dos provedores de serviços que melhor atendem suas expectativas. Esses achados podem ser uma referência útil para desenvolver diretrizes para adoção e uso eficaz de computação em nuvem.

**Palavras-chave:** Computação em Nuvem. Migração para Nuvem. Seleção de Provedores. Relação custo-benefício. Revisão Sistemática da Literatura.

## ABSTRACT

**Context:** Cloud computing has been one of the most promising computing paradigms in industry, been well-known for its proposed advantages when compared to traditional computing models. With cloud resources, organizations have the possibility to fund applied resources on a demand basis. This scenario allows the most effective allocation of investment in IT resources, a fact that has been a market attractive in the current scenario of the global economy. However, to make use and benefit fully from these advantages, organizations need to plan the migration of their applications to the cloud. **Goal:** Identify relevant studies published in the literature that address experience reports on migration opportunities and adoption of cloud computing, the cost-benefits relationship of this adoption and selection strategies of service providers that are suitable for the needs of the organization profile. **Method:** Perform a systematic review of the literature and then a characterization of case studies also collected from the literature to compare strategies reported by organizations to migrate and adopt cloud computing. **Results:** The results of these studies show that a representative sample of the organizations carries out the adoption process of an innovation influenced by technological, organizational and environmental issues. The cost, performance and security/privacy appear as relevant factors by enterprises when deciding for the adoption. Note also a trend in the use of public deployment model and model Infrastructure as a Service (IAAS). **Conclusion:** Due to the variety of strategies, approaches and related tools in selected studies, hopefully that the results of this study support the companies in deciding the most appropriate strategy for cloud adoption, in the cost-benefit relationship of this adoption, and the selection of service providers that best meet your expectations. These findings may be a useful reference for developing guidelines for adoption and effective use of cloud computing.

**Keywords:** Cloud Computing. Cloud Migration. Provider Selection. Cost-benefit relationship. Systematic Literature Review.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cronologia das Etapas da Metodologia .....	17
Figura 2 - Modelo de Computação em Nuvem do NIST (Mell e Grance, 2011).....	21
Figura 3 - Modelos de Serviços .....	25
Figura 4 - Etapas da Metodologia de Pesquisa.....	34
Figura 5 - Estágios do Processo de Seleção de Estudos .....	40
Figura 6 - Estudos Selecionados por Questão de Pesquisa da Revisão Sistemática .....	44
Figura 7 - Estágios da Caracterização dos Estudos de Caso .....	58
Figura 8 - Metamodelo em Formato de Mapa Mental dos Elementos dos Estudos de Caso ...	61
Figura 9 - Níveis de Abstração e Hierarquia de Elementos dos Estudos de Caso .....	65
Figura 10 - Modelos de Implantação Identificados nos Estudos de Caso .....	74
Figura 11 - Modelos de Serviços Identificados nos Estudos de Caso .....	74
Figura 12- Plataformas Identificadas nos Estudo de Caso .....	75
Figura 13 - Quantidade de Estudos de Caso por Tipo .....	77
Figura 14 - Quantidade de Estudos de Caso por Método de Avaliação .....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios de Inclusão.....	41
Tabela 2 - Critérios de Exclusão.....	41
Tabela 3 - Critérios de Qualidade.....	42
Tabela 4 - Dez Estudos mais Citados de acordo com o Google Scholar.....	44
Tabela 5 - Tipos de Suporte na Adoção da Computação em Nuvem.....	46
Tabela 6 - Tipos de Suporte na Relação Custo-Benefício da Adoção da Nuvem.....	50
Tabela 7 - Tipos de Suporte para Seleção de Provedores de Serviços de Nuvem .....	53
Tabela 8 - Objetivos Específicos da Caracterização de Estudos de Caso .....	57
Tabela 9 - Repositório de Estudos de Caso para Caracterização .....	63
Tabela 10 - Consolidação de Evidências Coletadas dos Estudos de Caso .....	76

## LISTA DE SIGLAS

AAAS	<i>Application as a Service</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
BPR	<i>Business Process Reengineering</i>
CN	Computação em Nuvem
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
CRMAAS	<i>Customer Relationship Management as a Service</i>
DAAS	<i>Database as a Service</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GBPR	<i>Green Business Process Reengineering</i>
HAAS	<i>Hardware as a Service</i>
IAAS	<i>Infrastructure as a Service</i>
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
PAAS	<i>Platform as a Service</i>
SAAS	<i>Software as a Service</i>
TI	Tecnologia da Informação
XAAS	<i>Everything as a Service</i>
WPAAS	<i>Workplace as a Service</i>

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 CONTEXTO.....	15
1.2 ABORDAGEM DE PESQUISA.....	15
<b>1.2.1 Problemas da Pesquisa.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2 Objetivos da Pesquisa.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.3 Metodologia.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.4 Contribuições.....</b>	<b>17</b>
1.3 ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO.....	18
1.4 RESULTADOS OBTIDOS.....	18
1.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	19
<b>2 COMPUTAÇÃO EM NUVEM.....</b>	<b>20</b>
2.1 DEFINIÇÃO.....	20
2.2 CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS.....	22
2.3 MODELOS DE SERVIÇOS.....	22
2.4 MODELOS DE IMPLANTAÇÃO.....	25
2.5 VANTAGENS DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM.....	26
2.6 DESAFIOS DE ADOÇÃO E MIGRAÇÃO PARA A NUVEM.....	27
2.7 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES NA AVALIAÇÃO DE RECURSOS DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM.....	28
2.8 PROVEDORES DE SERVIÇOS DE NUVEM.....	30
2.9 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	33
<b>3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>34</b>
3.1 ETAPAS DA METODOLOGIA DE PESQUISA.....	34
3.2 REVISÃO DA LITERATURA.....	34
3.3 DEFINIÇÃO DAS QUESTÕES DE PESQUISA.....	35
3.4 REVISÃO SISTEMÁTICA.....	36
3.5 CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO.....	36
3.6 ANÁLISE E RESPOSTAS DAS QUESTÕES DE PESQUISA.....	36
3.7 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	36
<b>4 REVISÃO SISTEMÁTICA.....</b>	<b>37</b>
4.1 CONTEXTO.....	37
4.2 PLANEJAMENTO DA REVISÃO.....	38
<b>4.2.1 Especificando as questões de pesquisa da Revisão.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.2 Período de publicações.....</b>	<b>39</b>

4.3 CONDUZINDO A REVISÃO .....	39
4.3.1 Identificação da pesquisa .....	39
4.3.2 Seleção de estudos primários .....	39
4.3.2.1 Estágio 1 .....	40
4.3.2.2 Estágio 2 .....	40
4.3.2.3 Estágio 3 .....	41
4.3.2.4 Estágio 4 .....	41
4.3.3 Extração dos dados.....	42
4.3.4 Síntese dos dados .....	42
4.3.5 Estudos potencialmente relevantes .....	43
4.4 ANÁLISE E RESULTADOS .....	43
4.4.1 Estratégias de Adoção e Migração para a Nuvem (QPRSL1).....	46
4.4.2 Relação Custo-Benefício da Adoção e Migração para Nuvem (QPRSL2) .....	50
4.4.3 Selecionando Provedores de Serviço de Computação em Nuvem (QPRSL3).....	53
4.5 LIMITAÇÕES E AMEAÇAS À VALIDADE .....	55
4.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO .....	55
<b>5 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO .....</b>	<b>56</b>
5.1 CONTEXTO.....	56
5.2 OBJETIVOS DA CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO.....	57
5.2.1 Objetivo Geral .....	57
5.2.2 Objetivos Específicos.....	57
5.3 ESTRATÉGIA ADOTADA .....	57
5.3.1 Estágios da Seleção de Estudos de Caso .....	57
5.3.1.1 Estágio 1: Definição da String de Busca.....	58
5.3.1.2 Estágio 2: Seleção dos Estudos de Caso.....	59
5.3.1.3 Estágio 3: Composição do Repositório .....	59
5.3.1.4 Estágio 4: Análise do Repositório.....	64
5.4 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO SELECIONADOS .....	66
5.4.1 Estudo de caso S2: Avaliação da Ferramenta Modelagem de Custos .....	66
5.4.2 Estudo de caso S8: Viabilidade de Migração de Web Service.....	66
5.4.3 Estudo de Caso S9: Avaliação de Ferramentas do Projeto ARTIST .....	67
5.4.4 Estudo de Caso S11: Viabilidade de Migração de Servidor FTP .....	67
5.4.5 Estudo de Caso S13: Avaliação da Ferramenta D2CM .....	67
5.4.6 Estudo de Caso S16: Estudo de Viabilidade e Análise de Dificuldades.....	68
5.4.7 Estudo de caso S25: Aspectos de Segurança na Migração .....	68

<b>5.4.8 Estudo de caso S31: Comparação entre Duas Migrações .....</b>	<b>69</b>
<b>5.4.9 Estudo de caso S32: Seleção de Modelo de Implantação de Serviços .....</b>	<b>69</b>
<b>5.4.10 Estudo de caso S40: Seleção da Configuração de uma Instância Amazon EC2 ....</b>	<b>69</b>
<b>5.4.11 Estudo de caso S44: Comparação do Desempenho após a Migração .....</b>	<b>70</b>
<b>5.4.12 Estudo de caso S45: Teoria dos Jogos para Estimar Custo da Migração .....</b>	<b>70</b>
<b>5.4.13 Estudo de caso S46: Seleção de Provedores de Serviços .....</b>	<b>70</b>
<b>5.4.14 Estudo de caso S49: Seleção de Provedores de Serviços .....</b>	<b>71</b>
<b>5.4.15 Estudo de caso S50: Migração de uma Aplicação de Mineração de Textos.....</b>	<b>71</b>
<b>5.4.16 Estudo de caso S54: Seleção da Configuração de uma Instância Amazon EC2 ....</b>	<b>72</b>
<b>5.4.17 Estudo de caso S55: Avaliação da Ferramenta CloudCMP .....</b>	<b>72</b>
<b>5.4.18 Estudo de caso S56: Comparação entre Provedores de Serviços .....</b>	<b>72</b>
<b>5.4.19 Estudo de caso S57: Avaliação do Framework SMICloud .....</b>	<b>73</b>
<b>5.5 DISCUSSÃO E RESULTADOS OBTIDOS .....</b>	<b>73</b>
<b>5.5.1 Análise dos Modelos de Implantação.....</b>	<b>74</b>
<b>5.5.2 Análise dos Modelos de Serviços .....</b>	<b>74</b>
<b>5.5.3 Análise das Plataformas.....</b>	<b>75</b>
<b>5.5.4 Análise das Características .....</b>	<b>75</b>
<b>5.5.5 Análise por Tipo de Estudos de Caso .....</b>	<b>76</b>
<b>5.5.6 Análise por Método de Avaliação dos Estudos de Caso.....</b>	<b>77</b>
<b>5.6 LIMITAÇÕES E AMEAÇAS À VALIDADE DO ESTUDO .....</b>	<b>78</b>
<b>5.7 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO .....</b>	<b>78</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>79</b>
<b>6.1 CONTRIBUIÇÕES .....</b>	<b>80</b>
<b>6.2 LIMITAÇÕES .....</b>	<b>81</b>
<b>6.3 TRABALHOS EM ANDAMENTO E FUTUROS.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE A – Lista de artigos selecionados na revisão sistemática .....</b>	<b>86</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta os conceitos iniciais desta dissertação, problemas a serem abordados, objetivos, metodologia de pesquisa adotada, contribuições, além da estrutura dos próximos capítulos.

### 1.1 CONTEXTO

Computação em nuvem é uma mudança de paradigma na maneira como os usuários lidam e percebem a computação (WEISS, 2007). Este cenário criou oportunidades para empresas que manifestaram inclinação para a computação em nuvem e os benefícios por elas (BUYA et al., 2009). Entretanto, a identificação de oportunidades para a migração, a fundamentação de uma relação custo-benefício atraente e a seleção de provedores de serviços que melhor se adequam as suas necessidades não são tarefas triviais (LI et al., 2012a) (LI et al., 2012b). Entre outras razões, provedores de nuvem podem continuamente atualizar sua infraestrutura de hardware e software, à medida que novos serviços de nuvem, tecnologias e estratégias surgem no mercado (LI et al., 2013a). Estudos mostram que o sucesso da migração para a nuvem é geralmente conduzido por um conjunto de critérios para seleção de provedores que melhor atendam suas necessidades (LI et al., 2012b) (LI et al., 2010) (GARG et al., 2013).

### 1.2 ABORDAGEM DE PESQUISA

Nesta seção são elicitados os problemas, objetivos, metodologia e contribuições.

#### 1.2.1 Problemas da Pesquisa

**Dificuldade das empresas para mapear os cenários com oportunidades de adoção e migração para serviços de computação em nuvem:** Através da identificação de objetivos, propostas e requisitos de adoção e migração para serviços de computação em nuvem pode-se melhor caracterizar como as empresas realizam a adoção e compartilhar estas abordagens com outras empresas;

**Dificuldade das empresas em avaliar a relação custo/benefício da adoção e migração do cenário atual para serviços de computação em nuvem:** O conhecimento da

relação custo/benefício da migração serve como justificativa para sua realização, assim como a possibilidade de adesão de novas empresas para este mesmo caminho;

**Dificuldade encontrada pelas empresas na seleção de fornecedores de serviços de computação em nuvem que se adequem as necessidades de adoção e migração do cenário:** O conhecimento das estratégias para seleção de fornecedores permite a identificação de empresas com o melhor perfil para atender as necessidades de adoção e migração para nuvem.

### 1.2.2 Objetivos da Pesquisa

#### **Geral**

- a) Caracterizar evidências da literatura relacionadas as práticas adotadas pelas empresas para adoção de computação em nuvem.

#### **Específicos**

- a) Identificar na literatura estudos que abordam a migração de sistemas legados para a nuvem;
- b) Classificar as estratégias utilizadas pelas empresas para mapear os cenários com oportunidades de adoção e migração para serviços de computação em nuvem;
- c) Classificar as estratégias utilizadas pelas empresas para avaliar a relação custo/benefício da adoção e migração do cenário atual para serviços de computação em nuvem.
- d) Classificar as estratégias utilizadas para selecionar fornecedores de serviços de computação em nuvem que se adequem as necessidades de adoção e migração do cenário.
- e) Analisar o uso de estudos de caso publicados na literatura no contexto da migração de sistemas legados para a nuvem.

### 1.2.3 Metodologia

As etapas de pesquisa realizadas nesta dissertação são apresentadas a seguir:

- a) Revisão da literatura;
- b) Elaboração das questões de pesquisa;
- c) Planejamento e condução da revisão sistemática;
- d) Caracterização de estudos de caso de migração para a nuvem encontrados na literatura.
- e) Análise e resposta das questões de pesquisa;
- f) Elaboração da dissertação.
- g) Elaboração de artigo.

As etapas citadas estão representadas cronologicamente na Figura 1. O Capítulo 3 apresenta com detalhes a metodologia de pesquisa adotada nesta dissertação.

Figura 1 - Cronologia das Etapas da Metodologia

<b>Etapas da Metodologia</b>	<b>Mar 2015</b>	<b>Abr 2015</b>	<b>Mai 2015</b>	<b>Jun 2015</b>	<b>Jul 2015</b>	<b>Ago 2015</b>	<b>Set 2015</b>	<b>Out 2015</b>	<b>Nov 2015</b>	<b>Dez 2015</b>	<b>Jan 2016</b>
(i)	■	■									
(ii)		■									
(iii)		■	■	■	■	■					
(iv)							■	■	■		
(v)										■	■
(vi)				■	■	■	■	■	■	■	■
(vii)									■	■	■

### 1.2.4 Contribuições

A primeira contribuição está relacionada à caracterização de como as empresas realizam a adoção da nuvem e o compartilhamento destas abordagens com outras empresas. A segunda é compartilhar o conhecimento da relação custo/benefício da migração de sistemas para nuvem possibilitando assim a adesão de novas empresas para este mesmo caminho. A terceira é compartilhar o conhecimento das estratégias utilizadas pelas empresas na seleção de

fornecedores com o melhor perfil para atender as necessidades de adoção e migração para nuvem. A última contribuição é a caracterização e análise dos estudos de caso selecionados.

### 1.3 Estrutura desta Dissertação

Os próximos capítulos seguem a seguinte estrutura:

**Capítulo 2:** Neste capítulo é apresentada a Fundamentação Teórica, são descritos os conceitos mais aceitos de computação em nuvem, seus modelos de implantação e de serviços, as dificuldades de adoção e migração para a nuvem e as características utilizadas na caracterização e avaliação de estudos de caso.

**Capítulo 3:** Este capítulo descreve o processo metodológico e o ciclo da pesquisa para o desenvolvimento do estudo, cuja metodologia utilizada foi uma revisão sistemática e posterior caracterização de estudos de caso relatados na literatura;

**Capítulo 4:** Apresenta e discute os resultados da Revisão Sistemática da Literatura com foco na identificação de estratégias adotadas pelas empresas para adoção da computação em nuvem, a relação custo-benefício desta adoção, e as técnicas utilizadas pelas empresas na seleção de provedores de computação em nuvem.

**Capítulo 5:** Este capítulo apresenta uma caracterização de estudos de caso com a finalidade de identificar evidências na literatura relacionadas a elementos, estratégias, padrões e tendências mais utilizados no planejamento e execução de estudos de caso relacionados ao tema;

**Capítulo 6:** Este capítulo consolida as considerações finais desta dissertação, são destacadas as contribuições, limitações e perspectivas para trabalhos futuros.

### 1.4 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos nesta dissertação são descritos a seguir:

a) Revisão sistemática (DE PAULA ; CARNEIRO, 2016) para identificar, classificar e comparar evidências existentes na literatura de estratégias usadas pelas empresas para identificar cenários de oportunidades de migração para nuvem, a relação custo-benefício desta

migração e a seleção de provedores de serviços de nuvem, conforme abordado no capítulo 4 desta dissertação;

b) Caracterização de Estudos de Caso para identificar evidências na literatura relacionadas a elementos e estratégias mais utilizadas em estudos de caso reais. Como resultado, obteve-se um panorama de como os estudos de caso foram planejados com seus respectivos resultados e quais referenciais empresas e pesquisadores poderão adotar quando do planejamento e execução de estudos de caso abordando a adoção e migração para a computação em nuvem.

O item b) foi submetido para uma conferência. Uma visão geral obtida nesta dissertação, incluindo os itens (a) e (b) e novas contribuições obtidas via snowballing será submetida a um journal internacional abordando o conteúdo completo desta dissertação.

## 1.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou os conceitos iniciais desta dissertação, problemas, objetivos, metodologia utilizada, contribuições, além da estrutura que segue a presente dissertação. O capítulo seguinte apresenta o referencial teórico essencial para a compreensão desta pesquisa.

## 2 COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Este capítulo apresenta os principais conceitos utilizados nesta dissertação. Para esta finalidade, são discutidos os conceitos gerais sobre a computação em nuvem, seus modelos de implantação e de serviços, suas vantagens, desafios de adoção e migração para a nuvem e a definição de características relevantes avaliação de recursos de computação em nuvem.

### 2.1 DEFINIÇÃO

A computação em nuvem envolve uma mudança de paradigma, que advém da alteração da localização do processamento e armazenamento de dados nos computadores da própria empresa para servidores na internet e dos recursos computacionais utilizados na nuvem, como por exemplo, a alta disponibilidade e a elasticidade (DA COSTA; DA CRUZ, 2012).

Em um ambiente de computação em nuvem, o provedor de serviços de nuvem exerce o tradicional papel de prestador de serviços que gerencia plataformas de nuvem e aluga recursos de acordo um modelo de preços baseado no uso dos serviços (ZHANG et al., 2010).

Muitas vezes o termo sistemas legados é usado quando da migração de sistemas já existentes nas empresas para a nuvem e segundo (KOUSIOURIS ; KYRIAZIS, 2012) referem-se a produtos de software que foram desenvolvidos seguindo o ciclo de vida de desenvolvimento de software, a partir de requisitos de engenharia, desenvolvimento e integração. Normalmente sistemas e aplicações legadas são desenvolvidos de acordo com as especificações identificadas e pré-definidas e com um conhecimento a priori de características de diferentes aplicações que vão desde a infraestrutura na qual as aplicações vão ser executadas até a topologia de rede correspondente.

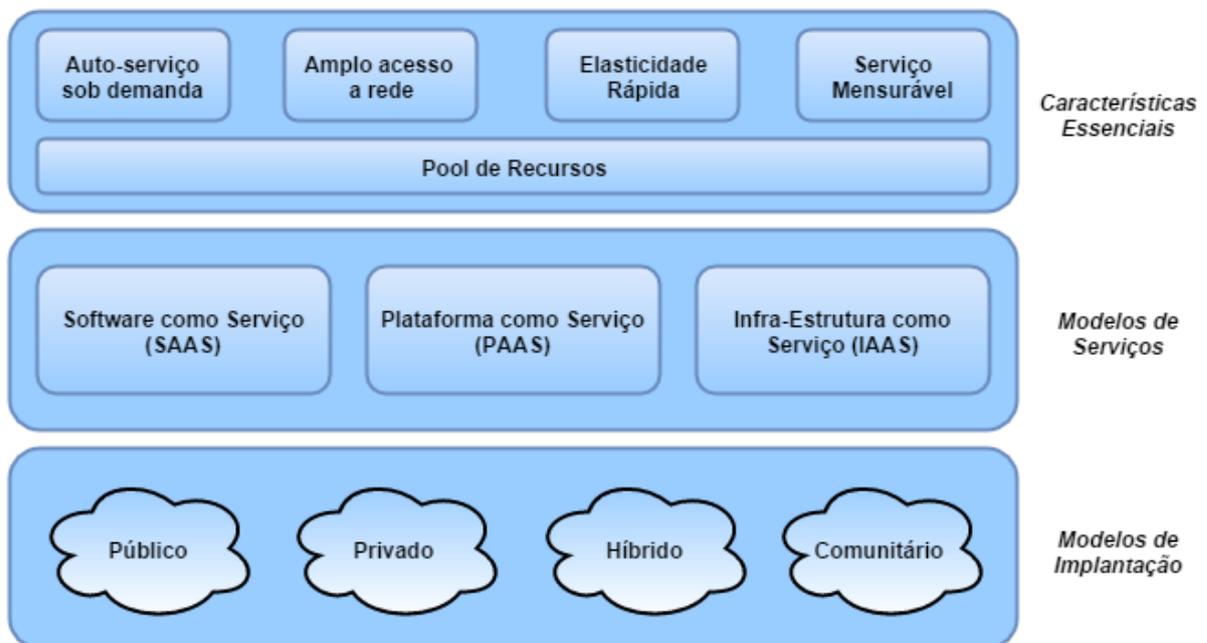
Quando se trata de plataformas de nuvem alguns fornecedores disponibilizam implementações para uma implantação serviços em nuvem privada. Como por exemplo, o Openstack que fornece implementações de implantação de serviços de nuvem localmente (KUNSEMOLLER ; KARL, 2014). Segundo Sefraoui et al. (2014) o Openstack é totalmente opensource e se dedica a fornecer a indústria de computadores a oportunidade de construir uma arquitetura de hospedagem e escalabilidade massiva.

Algumas empresas realizam estudos de viabilidade antes de migrar suas aplicações para a nuvem e para determinar a viabilidade de migração de uma aplicação, é importante entender

quais os requisitos não podem ser atendidos pela nuvem, assim como escolher os modelos de serviços mais adequados e estimar o custo desta migração (VU ; ASAL, 2012).

O termo *Cloud Computing*, em português, Computação em nuvem (CN) é definido pelo Laboratório de Tecnologia da Informação (Information Technology Laboratory - ITL) do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologias (National Institute of Standards and Technology - NIST) como um modelo para habilitar o acesso por rede ubíquo, conveniente e sob demanda a um conjunto compartilhado de recursos de computação (como redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços) que possam ser rapidamente provisionados e liberados com o mínimo de esforço de gerenciamento ou interação com o provedor de serviços. O modelo de nuvem do NIST foi citado por 6274 artigos de acordo com as citações no “Google Scholar<sup>1</sup>” e é composto de cinco características essenciais, três modelos de serviços e quatro modelos de implantação. Como pode ser observado na Figura 2 (MELL; GRANCE, 2011). As características essenciais, os modelos de serviços e os modelos de implantação apresentados na figura 2 são descritos nos itens 2.2, 2.3 e 2.4 respectivamente.

Figura 2 - Modelo de Computação em Nuvem do NIST (Mell e Grance, 2011)



<sup>1</sup> A consulta ao Google Scholar foi realizada em 02/26/2016

## 2.2 CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS

**Auto-serviço sob demanda.** O consumidor pode provisionar unilateralmente recursos, tais como horário do servidor e armazenamento de rede sem que seja necessária a interação humana com o provedor de serviços.

**Amplo acesso à rede.** Os recursos ficam disponíveis através da rede e mecanismos padrão que promovem o uso de plataformas heterogêneas (por exemplo, telefone celular, tablet e estação de trabalho).

**Pool de Recursos.** Os recursos de computação do provedor estão reunidos de forma a atender múltiplos consumidores em um modelo multi-inquilino, com recursos físicos e virtuais diferentes atribuídos dinamicamente e reatribuídos conforme a demanda. Existe um senso de independência de localização geográfica, baseado no fato de que o consumidor geralmente não tem controle ou conhecimento da localização exata dos recursos fornecidos, mas pode ser capaz de especificar uma localização no nível mais alto de abstração (por exemplo, país, estado ou datacenter). Alguns exemplos de recursos incluem armazenamento, processamento, memória e largura de banda de rede.

**Elasticidade Rápida.** Em algumas situações, os recursos podem ser provisionados e liberados de forma elástica automaticamente, para aumentar ou diminuir rapidamente compatível com a demanda. Do ponto de vista do consumidor, os recursos disponíveis para provisionamento frequentemente vão parecer serem ilimitados.

**Serviço Mensurável.** Os serviços de nuvem controlam e otimizam automaticamente os recursos utilizando sua capacidade de medição automática no nível apropriado ao tipo de serviço. O uso do recurso pode ser monitorado, controlado e informado fornecendo transparência ao mesmo tempo para o provedor e para o consumidor do serviço utilizado.

## 2.3 MODELOS DE SERVIÇOS

Os serviços de computação em nuvem são oferecidos por provedores de serviço de CN, esses provedores normalmente oferecem modelos de serviços em três níveis: software/aplicativo, plataforma ou infraestrutura.

**Software como Serviço (Software as a Service - SAAS):** Algumas vezes referenciado como AaaS (Application as a Service) (GIRIRAJ ; MUTHU, 2012) Neste

modelo o provedor de serviços se responsabiliza pela infraestrutura necessária para a disponibilização do software, como por exemplo, servidores, acesso a rede e segurança (SADIGHI, 2014).

**Plataforma como Serviço (Platform as a Service - PAAS):** Provedores deste tipo de serviço permitem aos desenvolvedores ter acesso a diferentes linguagens de programação e ferramentas sem se envolver com ambientes de hardware. Provedores de PAAS oferecem plataformas e sistemas operacionais para as empresas, afim de que estas possam desenvolver, testar e implantar suas aplicações (SADIGHI, 2014).

**Infraestrutura como Serviço (Infrastructure as a Service - IAAS):** Também chamado HaaS (Hardware as a Service) (GIRIRAJ ; MUTHU, 2012). Fornece o nível mais alto de interação do usuário com recursos de hardware escaláveis (como por exemplo, capacidade de armazenamento e servidores). Normalmente o serviço é fornecido através de máquinas virtuais, onde o usuário tem total controle da máquina e dos softwares nela instalados (SADIGHI, 2014).

Em computação em nuvem tudo é tratado como serviço XAAS (Everything as a Service). A indústria da computação em nuvem tem progredido e adicionado extensões do tipo aaS (as a Service). Essas extensões são tratadas como XAAS. A maioria destes novos modelos XAAS se encaixa dentro de um dos três modelos de serviço principais acima mencionados (BOND, 2015). Algumas destas extensões oferecidas frequentemente no mundo da computação são:

**Banco de Dados como Serviço (Database as a Service - DAAS):** Cujas ideias é evitar o custo e a complexidade de utilização de um banco de dados próprio (VELTE et al., 2009).

**Local de Trabalho como Serviço (Workplace as a Service - WPAAS):** se encaixa na definição de um modelo de serviços IaaS ou mesmo PaaS. Inúmeros servidores físicos, cada um com um sistema de hipervisor, são reunidos para oferecer uma multiplicidade de máquinas virtuais para os consumidores. Essas VMs são muito semelhantes às VMs em uma oferta IaaS, exceto que eles são normalmente instalados com um sistema operacional de desktop em vez de um sistema operacional baseado em servidor. Citrix é um dos mais populares tecnologias de hipervisor para WPAAS. Desktop como um serviço ou desktop virtual Interface (VDI) são outros nomes que a nuvem de provedores usa para estes desktops virtuais hospedados em plataformas (BOND, 2015).

**Gerenciamento do Relacionamento com Cliente como Serviço (Customer Relationship Management as a Service - CRMaaS):** Este serviço é tecnicamente uma oferta SaaS (e em alguns casos, PaaS), proporcionando aos clientes um sistema de Customer Relationship Management. Ofertas CRMaaS são muito populares em ambos os modelos de implantação de nuvem público e privado. Salesforce.com é um excelente exemplo deste tipo de CRMaaS baseado em SAAS (BOND, 2015).

**Armazenamento como Serviço (Storage as a Service):** é uma parte essencial dos modelos de serviços IaaS e PaaS. Armazenamento como Serviço oferece várias formas de armazenamento de dados, e torna possível aos usuários finais acessar seus dados de qualquer local, computador pessoal, ou outro dispositivo ligado à Internet ou a nuvem. Armazenamento como Serviço fornece baixo custo de armazenamento elástico que se expande e encolhe com base na utilização (BOND, 2015).

**E-mail como Serviço (E-mail as a Service):** E-mail como um serviço é geralmente uma oferta de SaaS. Sendo uma oferta de SaaS, o provedor de nuvem é responsável pela gestão, operações e atualizações de todo o aplicativo de software, sistema operacional e VMs que compõem o E-mail como uma oferta de serviço. E-mail como ofertas de serviço são populares em ambos os modelos de nuvens públicas e privadas. Alguns exemplos de provedores de email de nuvem pública são Microsoft Office 365, Google Gmail e Yahoo! Mail, e de nuvem privada o Microsoft Exchange, IBM Lotus Notes ou Novell Group Wise (BOND, 2015).

**Backup e Recuperação como Serviço (Backup as a Service):** é uma categoria de serviço que replica dados para vários sistemas de TI e datacenters com o objetivo de permitir a recuperação de dados primários perdidos ou corrompidos (BOND, 2015).

**Dados como Serviço (Data as a Service):** é oferecido normalmente como parte de um modelo de implantação público ou comunitário, em que o prestador de serviços em nuvem hospeda um grande repositório de informações centralizado e as empresas pagam uma taxa para pesquisar e acessar as informações deste repositório na nuvem. Estes dados podem ser reunidos e mantidos pelo fornecedor de serviços da nuvem, ou podem ser informações específicas da empresa que estão hospedadas na nuvem para garantir o acesso de usuários distribuídos em todo o mundo. Muitas vezes, o prestador de serviços em nuvem hospedando dados como serviço opera em uma rede híbrida por trás das cenas que recolhe os dados de várias fontes e fornece o resultado para consumidores através da cobrança de uma taxa. De um ponto de vista técnico, dados como um serviço é uma forma de SaaS. Bons exemplos são

o serviço as enciclopédias online LexisNexis à informação jurídica, ou pré-Wikipedia (Bond, 2015).

Figura 3 - Modelos de Serviços



## 2.4 MODELOS DE IMPLANTAÇÃO

Segundo Costa e Cruz (2012) no que diz respeito à posse e gestão da infraestrutura de nuvem, quatro modelos de implantação de nuvem podem ser considerados e oferecidos ao usuário final, são eles:

**Nuvem Privada:** A infraestrutura de nuvem é pensada para uso exclusivo de uma única organização. A infraestrutura pode existir dentro ou fora das instalações, a responsabilidade de sua propriedade, gestão e operação podem ser da própria organização, de um terceiro, ou da combinação deles (COSTA; CRUZ, 2012).

**Nuvem pública:** A infraestrutura de nuvem é destinada ao público em geral, e existe nas instalações do provedor de nuvem. É propriedade, gerenciados e operados por uma organização de provedor de serviços em nuvem (COSTA; CRUZ, 2012). O conceito de público está relacionado à sua abrangência, ou seja, os recursos de infraestrutura podem ser acessados de qualquer local no mundo. Alguns provedores de serviços oferecem esses serviços na modalidade *pay as you go*.

**Nuvem Híbrida:** A infraestrutura de nuvem é uma combinação de dois ou mais infraestruturas de nuvem distintas (privada e pública) que estão unidos por tecnologia padronizada ou proprietária que permite que os dados e a portabilidade de aplicativos (por exemplo, nuvem estourando para balanceamento de carga entre nuvens) (COSTA; CRUZ, 2012).

**Nuvem Comunitária:** A infraestrutura de nuvem é destinada a uma comunidade específica de consumidores de organizações ou grupos com as mesmas preocupações. Sua propriedade, gestão e operação pode ser a responsabilidade de um ou mais das organizações na comunidade, um terceiro, ou alguma combinação de eles, e ela pode existir ou não no local (COSTA; CRUZ, 2012).

## 2.5 VANTAGENS DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Para Velte et al. (2009) a computação em nuvem oferece uma série de benefícios para as empresas. E esses benefícios podem ser classificados sob aspectos Operacionais e Econômicos.

Os benefícios operacionais da computação em nuvem englobam diversos aspectos como a redução de custos, aumento da capacidade de armazenamento, automação, flexibilidade, melhor mobilidade, melhor utilização da equipe de TI. Uma vez que a tecnologia é paga de forma incremental os custos reduzem e a empresa economiza dinheiro a longo prazo. Você pode armazenar mais dados na nuvem do que em uma rede privada e se precisar de mais espaço é fácil conseguir então a nuvem aumenta sua capacidade de armazenamento. Os processos são automatizados na nuvem, sua equipe não precisa mais se preocupar com a atualização de uma aplicação, isso é trabalho do provedor de serviços. A solução de nuvem é mais flexível, os aplicativos são implantados e testados com mais facilidade. A nuvem também oferece melhor mobilidade os usuários podem acessar a nuvem de qualquer lugar através da internet (VELTE et al., 2009).

Já com relação aos benefícios econômicos (VELTE et al., 2009) faz referência aos seguintes aspectos:

**Pessoas:** A migração para a nuvem permite a redução do número de profissionais.

**Hardware:** Ao invés das empresas adquirirem novos recursos computacionais é mais barato apenas alugar mais recursos do provedor de serviços de nuvem contratado.

**Pagar somente pelo que consome:** A empresa paga somente pelo recurso que utiliza. Como o consumidor não compra recursos, estes também não ficam obsoletos.

**Tempo de colocação do produto no mercado:** Uma das grandes vantagens da nuvem é a capacidade de instalar aplicativos e colocar em funcionamento na fração de tempo que a empresa necessita.

## 2.6 DESAFIOS DE ADOÇÃO E MIGRAÇÃO PARA A NUVEM

Devido as diferenças de recursos entre a infra-estrutura tradicional existente nas empresas e os recursos disponíveis na nuvem, muitos são os desafios encontrados na adoção ou migração para a computação em nuvem. Abaixo são listados alguns dos desafios relatados na literatura (WU et al., 2014).

**Falta de documentação:** A falta de documentação pode tornar difícil para pessoas novas lidar com todos os casos, incluindo instalação a partir do zero. Dificultando inclusive uma migração para nuvem onde pode ser necessário realizar adaptações no software a ser migrado (WU et al., 2014).

**Alocação de Recursos:** O desafio aqui é descobrir que tipos de produtos ou recursos devem ser solicitados. Qual a quantidade de processadores, memória, armazenamento deve ser alocada. Primeiro uma análise do uso atual deve ser executada para entender se os recursos disponíveis são suficientes e se o custo dos recursos necessários é viável (WU et al., 2014).

**Compatibilidade do Sistema:** Atualizar um sistema legado é sempre um problema do ponto de vista de compatibilidade. Neste caso é indicado o uso de máquinas de teste para encontrar problemas de compatibilidade antes da migração. O principal objetivo é garantir que o sistema pode ser migrado e executado, e que os componentes podem ser atualizados caso seja necessário (WU et al., 2014).

**Segurança:** A questão da segurança tem desempenhado o papel mais importante em dificultar o uso da computação em nuvem. Alocar dados ou executar softwares na infra-estrutura de terceiros pode parecer assustador para muitos (DILLON et al., 2010).

**Estrutura Interna Desconhecida:** Na maioria das aplicações, a estrutura interna pode ser desconhecida. Isto se deve à complexidade do software ou ao uso de bibliotecas externas para as quais o conhecimento não está disponível (KOUSIOURIS ; KYRIAZIS, 2012).

**Falta de conhecimento para o ambiente de infra-estrutura:** O proprietário do aplicativo, em princípio, não tem conhecimento dos processos de gestão dentro do provedor de nuvem ou os tipos de hardware. Estes podem incluir programação, consolidação de servidores, estratégias de gestão de energia que podem influenciar significativamente o comportamento da aplicação (KOUSIOURIS ; KYRIAZIS, 2012).

**Configuração variável, com base nas preferências do usuário:** Quando um aplicativo legado é oferecido como um serviço, cada instância que pode ser criada para cada proprietário do serviço pode ser configurado com parâmetros diferentes, com base nas necessidades e desejos deste último (KOUSIOURIS ; KYRIAZIS, 2012).

**Vários tipos de aplicativos com diferentes características e uso dos recursos:** Diferentes tipos de aplicativos com diferentes tipos de cargas de trabalho podem ter diferentes demandas em uma área de recurso específico (por exemplo, redes , armazenamento etc.) (KOUSIOURIS ; KYRIAZIS, 2012).

## 2.7 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES NA AVALIAÇÃO DE RECURSOS DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Seguem características consideradas relevantes para a avaliação dos recursos de computação em nuvem (SADIGHI, 2014) (GARG et al., 2013) (TANG ; LIU, 2015).

**Tamanho da empresa:** Baseado em experiências anteriores pequenas e médias empresas tem obtido mais sucesso na migração para plataformas de nuvem pública em relação às grandes empresas (SADIGHI, 2014).

**Popularidade da empresa:** A maioria dos provedores de serviços de nuvem confiáveis são empresas famosas no mundo inteiro, como por exemplo, Amazon ou Google. Empresas menos conhecida podem tentar estabelecer contratos com esses provedores de serviços como o objetivo de devolver parte do seu trabalho a eles e como resultado essas empresas menos conhecidas vão se beneficiar da reputação dos provedores de serviços e obter uma melhor reputação entre seus clientes (SADIGHI, 2014).

**Qualificação da Equipe de TI:** Se uma empresa decide migrar para uma nuvem privada ela vai necessitar contratar profissionais de TI especializados em nuvem ou treinar os seus profissionais para atender as demandas que surgirem (SADIGHI, 2014).

**Custo:** A primeira questão levantada antes de mudar para a nuvem é saber se a mudança será rentável ou não (GARG et al., 2013).

**Esforço:** Quantidade de trabalho necessário para realizar uma tarefa de migração.

**Prazo:** Implantações em plataformas de nuvem privada demoram mais tempo do que as implantações em nuvem pública (SADIGHI, 2014).

**Desempenho:** Existem diferentes tipos de soluções oferecidas pelos provedores de serviços de nuvem para atender as necessidades das empresas. Mas as empresas necessitam saber como suas aplicações irão funcionar nos diferentes provedores e se a implantação vai atender as suas expectativas (GARG et al., 2013).

**Segurança e Privacidade:** A proteção dos dados e privacidade são importantes preocupações em todas as empresas. Instituições financeiras geralmente requerem conformidade com regulamentos envolvendo integridade dos dados e privacidade. A disponibilidade e confidencialidade também devem ser consideradas (GARG et al., 2013).

**Flexibilidade:** A possibilidade de acessar arquivos usando a web através de dispositivos como smartphones, laptops e notebooks. A habilidade de compartilhar documentos simultaneamente através da internet apoiando assim também a colaboração interna e externa.

**Escalabilidade:** A computação em nuvem permite aumentar ou diminuir os recursos de TI disponíveis na nuvem quando necessário para acomodar crescimento nas necessidades de negócio.

**Auditabilidade:** Considera a existência processos internos de gerenciamento de auditoria dos serviços de um provedor de nuvem e evidências da conformidade destes (TANG; LIU, 2015).

**Interoperabilidade:** Permite a fácil movimentação de dados e aplicativos a partir de um provedor de serviços para outro, ou a partir de um fornecedor de serviços para outro (TANG; LIU, 2015). Serviços com interoperabilidade permitem que aplicativos sejam portados entre nuvens, ou usem várias infraestruturas de nuvem nas suas aplicações (GIRIRAJ; MUTHU, 2012).

**Governabilidade:** Considera a implantação efetiva e conformidade de processos de gerenciamento para quaisquer problemas que venham a surgir nos serviços disponibilizados pelo provedor de nuvem (TANG; LIU, 2015).

**Contabilidade:** Contabilidade sobre recursos utilizados. Este grupo de atributos de qualidade de serviço é usado para medir diversas características de um provedor de nuvem. É importante construir a confiança no provedor. Funções críticas para definir o grau de responsabilidade do provedor incluem auditabilidade, conformidade, propriedade dos dados, ética do provedor, sustentabilidade, etc. (GARG et al., 2013).

**Agilidade:** As empresas consideram a capacidade de mudanças sem muito investimento de capital e com a facilidade de integrar novos recursos ao negócio quando necessário. As empresas utilizam os conceitos de elasticidade, portabilidade, adaptabilidade e flexibilidade para definir sobre a agilidade dos serviços de nuvem (GARG et al., 2013).

**Garantia de Qualidade:** Esta característica indica se o serviço de nuvem funciona conforme definido no SLA. A confiabilidade, resiliência e qualidade do serviço são fatores importantes na seleção dos serviços de nuvem (GARG et al., 2013).

**Usabilidade:** Quanto mais fácil o uso e aprendizado do serviço de nuvem, mais rápido a empresa pode adotá-lo. A usabilidade de serviços de nuvem depende da facilidade no acesso, instalação, aprendizado e operação (GARG et al., 2013).

**Infraestrutura:** Recursos de infraestrutura disponibilizados pelos provedores de serviços de computação em nuvem (GARG et al., 2013).

**Processador, Memória, Armazenamento e Rede:** O uso de processador, memória e armazenamento e rede são monitorados e contabilizados a fim de definir a melhor configuração para o experimento que está sendo realizado.

## 2.8 PROVEDORES DE SERVIÇOS DE NUVEM

**Amazon Web Services:** Amazon continua a ser o principal fornecedor de nuvem pública medido pelo número de clientes e capacidade de sua infra-estrutura. Amazon foi originalmente focada em aplicações de IaaS e tem a maior rede de entrega de conteúdo web, armazenamento em nuvem, e capacidade de servidor virtual na indústria. Amazon agora tem aplicações significantes PaaS, incluindo vários bancos de dados, celular, análises, meios de comunicação, processamento de transações, e serviços de plataforma de desenvolvimento de aplicações. É o maior e foi o primeiro a implantar um ambiente de serviço de nuvem para o público, e continua a adicionar novas ofertas de serviços baseados em nuvem. Amazon foi um dos primeiros provedores de nuvem a formar uma grande rede de revendedores e publicar a

sua própria API (proprietária). Tem uma lista crescente de SaaS de terceiros e aplicativos de PaaS disponíveis através do seu portal de serviços em nuvem. O mercado de soluções de terceiros torna possível para os clientes de misturar e combinar ambas as ofertas de software, Amazon e fornecedores terceiros, através do mesmo portal de nuvem pública e faturamento. A Amazon continua a liderar a indústria de nuvem pública com numerosos serviços novos e ofertas anunciadas a cada ano (BOND, 2015).

**Google:** é uma entrada mais recente no mercado de nuvem pública em larga escala. Seus serviços foram originalmente focados em IaaS, mas rapidamente foram acrescentados as ferramentas de desenvolvimento de aplicativos, bancos de dados e opções de armazenamento em nuvem. A profundidade das funcionalidades do Google ainda não é ao nível dos da Amazon ou Microsoft; No entanto, os serviços alteram muito rapidamente, e são fáceis de configurar e de baixo custo. O Google tem intenção de atualizar continuamente seus recursos com melhorias e novidades para recuperar o atraso em relação aos principais concorrentes e se tornar um provedor de serviço importante no mercado de nuvem pública de IAAS e PAAS, tudo ao mesmo tempo, expandindo também sua oferta de serviços SAAS através do crescimento natural e aquisição (BOND, 2015).

**Microsoft:** Originalmente focada em instalações corporativas internas da sua área de trabalho do Windows, Windows Server, e inúmeras outras plataformas e aplicações. A Microsoft começou vendendo uma oferta de SaaS baseado em suas plataformas Exchange e SharePoint. Isso então embarcou em uma mudança tectônica para a nuvem, transformando a sua grande carteira de software empresarial em serviços baseados em nuvem. A Microsoft continua a expandir sua oferta de serviços de IaaS e PaaS através do serviço de nuvem pública Azure. O Azure oferece uma linha completa de serviços de nuvem pública, incluindo infraestrutura de VMs, armazenamento, desenvolvimento e testes, hospedagem web e uma plataforma de banco de dados hospedagem. No que diz respeito ao número e abrangência das ofertas de nuvem, os principais concorrentes da Microsoft são Amazon e Google. As ofertas de recursos do Azure são principalmente de natureza de nuvem pública, mas a Microsoft também oferece integração de nuvem privada à sua plataforma Azure. Esta integração de nuvem privada demonstra um grande potencial, dada a enorme base de clientes Microsoft já tem executando seus produtos dentro de datacenters locais. Embora a Microsoft tenha afirmado publicamente que continuará a ser competitiva aos preços da Amazon agora e no futuro, parece que a Microsoft se concentrará mais nos clientes empresariais mantendo foco

sobre a transição de TI da empresa para a integração com a nuvem usando o Azure (BOND, 2015).

**Rackspace:** Rackspace oferece uma gama de aplicações de IAAS e PAAS de nuvem pública, bem como um linha separada de soluções de nuvem privada e híbrida. O Rackspace foi um dos primeiros provedores a oferecer serviços de nuvem pública e privada. Reinvidica a fama de ser superior em atendimento ao cliente, mas os preços dos serviços indicam que esta fama é obtida através da cobrança de um custo significativo sobre o seu serviço de nuvem. Rackspace é um dos poucos provedores de nuvem pública que também oferece nuvens privadas e híbridas. Também utiliza o OpenStack como sua plataforma de gerenciamento primário de nuvem pública e oferece múltiplas ofertas de SAAS, como hospedagem de serviços do Microsoft Exchange e SharePoint. Esta combinação de IAAS, PAAS, SAAS e cloud privado mostra o maturidade da Rackspace como um provedor de nuvem pública e privada (BOND, 2015).

**IBM:** A IBM fornece serviços de nuvem pública, bem como consultoria na implantação de nuvem privada/híbrido como parte de sua longa história como um integrador de sistemas. IBM anunciou que iria aposentar sua oferta de nuvem pública SmartCloud em 2014, com um plano para migrar todos os clientes atuais para sua plataforma SoftLayer recém-adquirida, que é baseado na plataforma de nuvem open source CloudStack, e oferece serviços IAAS VM e de armazenamento, mas ainda não é considerada uma indústria líder em nuvem pública. Espera-se que a IBM continue a ser um provedor de serviços de nuvem importante, particularmente em serviços de nuvem privada, e expandir sua presença no mercado. A IBM de forma mais próxima compete com CSC (Computer Sciences Corporation) e a Hewlett-Packard como uma nuvem corporativa integradora de sistemas. Não se sabe se a IBM tentará competir diretamente com Amazon ou o Google ou simplesmente continuar a evoluir em cima de sua base de clientes empresariais, migrando clientes para nuvens privadas e híbridas (BOND, 2015).

**HEWLETT-PACKARD:** A Hewlett-Packard tradicionalmente funcionava como um integrador de sistemas, mais recentemente iniciou suas soluções de nuvem pública, privada e híbrida. As ofertas de nuvem são agora comercializadas sob a marca HP Helion. A HP Helion oferece infra-estrutura de máquinas virtuais, armazenamento, desenvolvimento, banco de dados e plataforma serviços em modelos de nuvens públicas, privadas e híbridas usando o OpenStack como o plataforma de tecnologia subjacente. Hewlett-Packard é tanto provedor de nuvem como desenvolvedor de software com plataformas de gerenciamento de cloud privadas

e híbridas. Seus principais concorrentes são IBM e CSC, ambos os quais também fornecem serviço de transição a clientes empresariais movendo-os para nuvens privadas e híbridas (BOND, 2015).

## 2.9 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo discorreu acerca do referencial teórico necessário para a compreensão desta dissertação. Apresentou o conceito de computação em nuvem, de modelos de implantação e serviços, desafios e dificuldades encontradas na adoção e migração para a nuvem. A seguir será apresentada a metodologia adotada nesta dissertação.

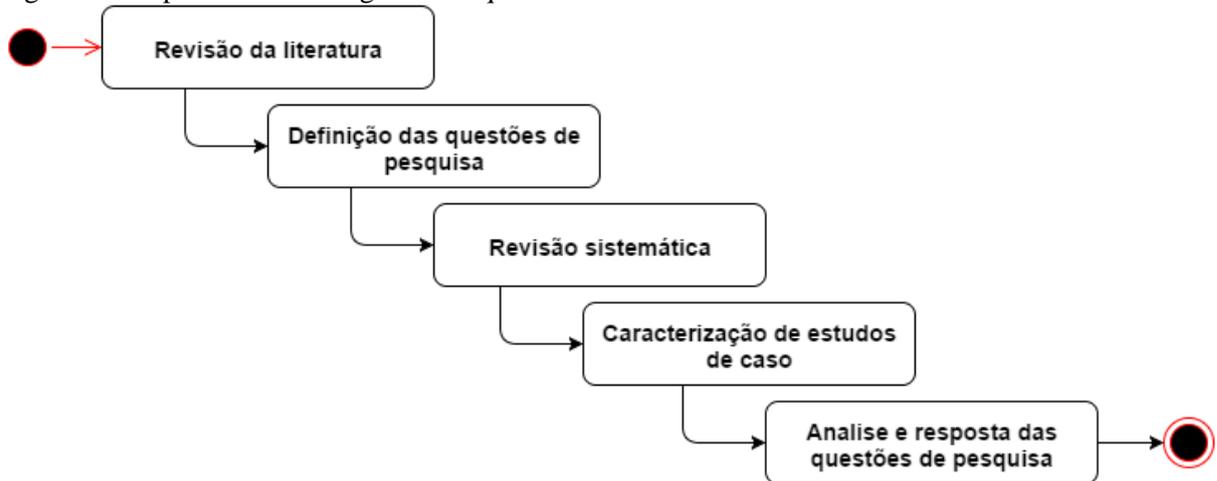
### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo descreve a metodologia de pesquisa utilizada nesta dissertação. As seções que se seguem apresentam como a pesquisa foi conduzida para atingir os objetivos propostos.

#### 3.1 ETAPAS DA METODOLOGIA DE PESQUISA

As etapas que constituem a metodologia adotada nesta dissertação são ilustradas na Figura 4.

Figura 4 - Etapas da Metodologia de Pesquisa



A revisão da literatura realizada na primeira etapa desta dissertação permitiu levantar estudos relevantes ao tema abordado. Essa etapa auxiliou na definição das questões de pesquisa que nortearam a condução deste trabalho. Em sequência, a revisão sistemática é realizada para coletar evidências da literatura relacionadas as questões de pesquisa desta dissertação. Uma vez coletadas estas evidências, passa-se para a caracterização de estudos de caso. E por fim, a análise e respostas das questões de pesquisa.

#### 3.2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura foi realizada no período de março a abril de 2015 e possibilitou a coleta de trabalhos relacionados ao objetivo de pesquisa desta dissertação.

O principal objetivo foi identificar documentos que apresentassem conteúdo relevante sobre migração de sistemas para a computação em nuvem.

A compilação desses trabalhos foi base para o referencial teórico apresentado no Capítulo 2 e para a definição das questões de pesquisa.

### 3.3 DEFINIÇÃO DAS QUESTÕES DE PESQUISA

A definição das questões de pesquisa que norteiam esta dissertação foi realizada em abril de 2015. As questões de pesquisa foram consolidadas através da revisão da literatura, dos problemas de pesquisa e dos objetivos gerais e específicos identificados anteriormente.

Os itens a seguir apresentam as Questões de Pesquisa (QPD) desta dissertação e em quais capítulos estão sendo tratadas de forma a garantir plena cobertura nos seus tratamentos:

- **Questão de Pesquisa da Dissertação 1 (QPD1):** Quais os estudos mais relevantes publicados na literatura que abordam a migração de sistemas legados para a nuvem? Esta questão de pesquisa está sendo abordada no Capítulo 4 através dos 66 artigos selecionados apresentados na Figura 6 e também no Apêndice A.
- **Questão de Pesquisa da Dissertação 2 (QPD2):** Quais as estratégias utilizadas pelas empresas para adotar e migrar para computação em nuvem? Esta questão de pesquisa está sendo abordada no Capítulo 4 como **QPRSL1** e no Capítulo 5 através da Tabela 9.
- **Questão de Pesquisa da Dissertação 3 (QPD3):** Quais fatores as empresas consideram para avaliar a relação custo-benefício da adoção e migração para a computação em nuvem? Esta questão de pesquisa está sendo abordada no Capítulo 4 como **QPRSL2** e no Capítulo 5 através da Tabela 9.
- **Questão de Pesquisa da Dissertação 4 (QPD4):** Como as empresas selecionam provedores de serviços de acordo suas necessidades e perfil? Esta questão de pesquisa está sendo abordada no Capítulo 4 como **QPRSL3** e no Capítulo 5 através da Tabela 9.
- **Questão de Pesquisa da Dissertação 5 (QPD5):** Como os estudos de caso publicados na literatura contribuem no contexto da migração de sistemas

legados para a nuvem? Esta questão de pesquisa está sendo abordada no Capítulo 5 na subseção 5.4.

### 3.4 REVISÃO SISTEMÁTICA

Foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura com o objetivo de responder as questões de pesquisa levantadas na fase anterior. Os resultados obtidos não foram suficientes para responder à questão de pesquisa da dissertação e em função desta limitação foi realizada a caracterização de estudos de caso.

### 3.5 CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO

Foi realizada uma caracterização de estudos de caso com a finalidade de identificar evidências na literatura relacionadas a elementos e estratégias mais utilizadas em estudos reais. Como resultado, pretende-se apresentar um panorama de como os estudos de caso planejados com seus respectivos resultados e quais referenciais empresas e pesquisadores poderão adotar quando do planejamento e execução de estudos de caso abordando a adoção e migração para a computação em nuvem.

### 3.6 ANÁLISE E RESPOSTAS DAS QUESTÕES DE PESQUISA

A partir das evidências encontradas na literatura tanto através da revisão sistemática como na caracterização dos estudos de caso foi possível analisar as questões de pesquisa desta dissertação e conseqüentemente apresentar respostas para cada uma delas.

### 3.7 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou a metodologia utilizada nesta dissertação, as etapas seguidas, questões de pesquisa, além de como foi feita a análise e respondidas as questões de pesquisa. O capítulo seguinte apresenta a Revisão Sistemática de Literatura.

## 4 REVISÃO SISTEMÁTICA

Este capítulo descreve a revisão sistemática de literatura adotada para a identificação de estratégias utilizadas pelas empresas na adoção da computação em nuvem, a relação custo-benefício desta adoção, e as técnicas utilizadas pelas empresas na seleção de provedores de computação em nuvem.

As próximas seções também apresentam o planejamento, a execução e a análise dos resultados.

### 4.1 CONTEXTO

Em contraste com um processo de revisão não estruturado, uma Revisão Sistemática de Literatura (BRERETON et al., 2007) (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) reduz o viés e segue uma sequência precisa e rigorosa de passos metodológicos para a pesquisa da literatura. Revisões Sistemáticas de Literatura (RSL) dependem de protocolos de revisão bem-definidos e avaliados para extrair, analisar, e documentar resultados e servem como subsídio para os estágios mostrados na figura 5.

A motivação para uma Revisão Sistemática da Literatura é a necessidade de identificar, classificar e comparar evidências existentes nas estratégias utilizadas pelas empresas na identificação de cenários de oportunidades de migração para a computação em nuvem. Para justificar esta adoção, um conjunto de fatores deve ser considerado na avaliação na relação custo-benefício. Além disso, as empresas devem ser capazes de selecionar provedores de acordo com suas necessidades e perfil. As evidências coletadas e discutidas nesta Revisão Sistemática da Literatura têm a intenção de obter e compartilhar uma visão da literatura para que as empresas possam decidir pelo uso da computação em nuvem. Este estudo tem três grandes contribuições: i) a identificação de estratégias e dificuldades que as empresas têm considerado na migração para a nuvem; ii) fatores que devem ser considerados na relação custo-benefício de adoção ou migração para a nuvem; iii) e finalmente os aspectos relacionados a seleção de provedores de serviços de computação em nuvem.

## 4.2 PLANEJAMENTO DA REVISÃO

Neste item são identificadas as necessidades da revisão sistemática. Busca de evidências na literatura a respeito de como as empresas decidem pela adoção da computação em nuvem em termos de (i) estratégias para identificar oportunidades de migração para a nuvem, (ii) fatores relevantes para a avaliação custo-benefício desta adoção e finalmente (iii) a seleção de provedores de acordo com suas necessidades e perfil.

### 4.2.1 Especificando as questões de pesquisa da Revisão

Com o objetivo de responder as questões de pesquisa a seguir foi conduzida uma revisão metodológica da pesquisa existente:

**QPRSL1. Quais as estratégias utilizadas pelas empresas para adotar e migrar para computação em nuvem?** A identificação de objetivos, propostas e motivações para a adoção da computação em nuvem, ajudam as organizações a caracterizar melhor as suas necessidades e proporcionam condições para uma migração bem-sucedida. Esta questão está relacionada à questão de pesquisa **QPD2** já apresentada no Capítulo 3.

**QPRSL2. Quais fatores as empresas consideram para avaliar a relação custo-benefício da adoção e migração para a computação em nuvem?** O conhecimento da relação custo-benefício da migração para a computação em nuvem pode ser utilizado como suporte para este planejamento e referência para outras empresas. Esta questão está relacionada à questão de pesquisa **QPD3** já apresentada no Capítulo 3.

**QPRSL3. Como as empresas selecionam provedores de serviços de acordo suas necessidades e perfil?** O conhecimento de estratégias bem-sucedidas e problemas levantados pela seleção inadequada de provedores de computação em nuvem permitem que as organizações se tornem mais confiantes para identificar provedores que melhor se adequem as suas necessidades. Esta questão está relacionada à questão de pesquisa **QPD4** já apresentada no Capítulo 3.

Estas três questões de pesquisa estão de alguma forma relacionadas entre si. Entretanto serão discutidas separadamente. Quanto a relação custo-benefício dirigida por **QPRSL2**, é possível que essa relação seja analisada considerando um provedor específico. Além disso, existe a possibilidade de que estudos que se referem a este cenário comparem vários

provedores analisando suas respectivas características e como estes se enquadram no perfil das empresas. Este fato estabelece uma relação estreita entre **QPRSL2** e **QPRSL3**.

#### **4.2.2 Período de publicações**

Esta revisão sistemática foi conduzida usando artigos publicados em jornais e conferências no período entre janeiro de 2005 e junho de 2015.

### **4.3 CONDUZINDO A REVISÃO**

Esta fase é responsável por executar o protocolo da revisão. As subseções seguintes descreverão as etapas realizadas cujo objetivo será a seleção dos estudos potencialmente relevantes alinhados às três questões de pesquisa desta revisão sistemática.

#### **4.3.1 Identificação da pesquisa**

Baseado nas questões de pesquisa, palavras-chave foram extraídas e usadas na busca dos estudos primários. A string de busca será apresentada a seguir e usa a mesma estratégia citada em (Chen e Babar, 2011).

---

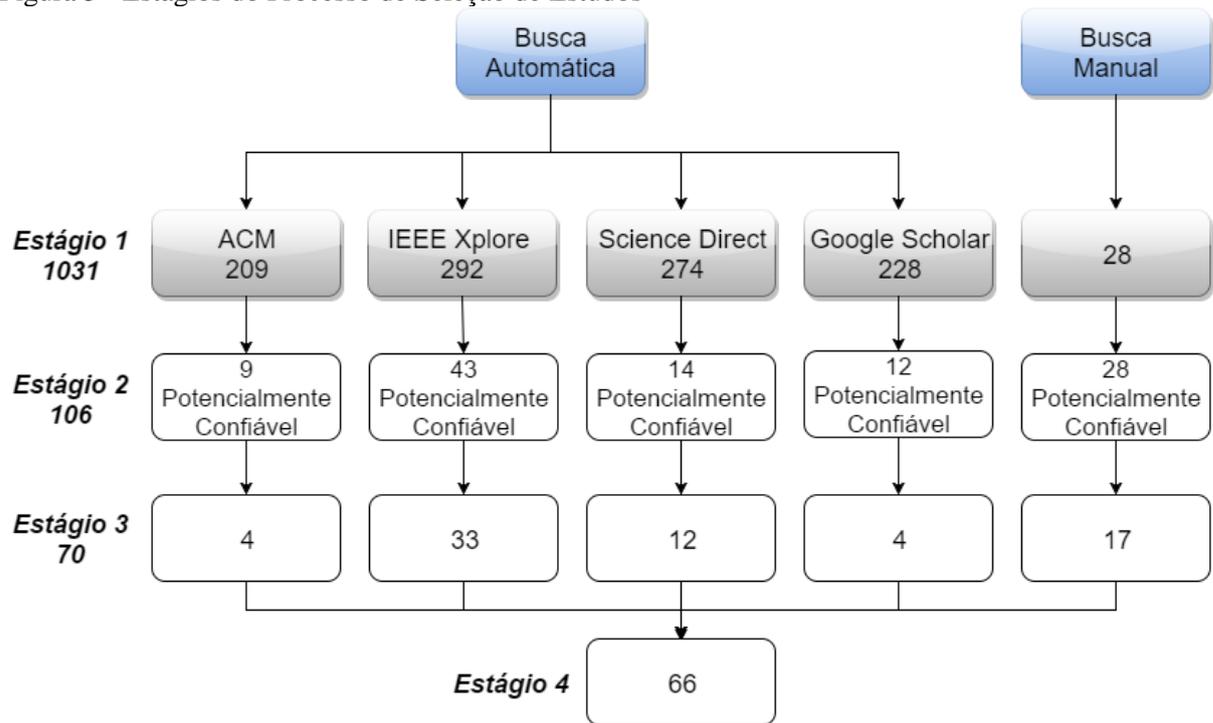
***(("Cloud Migration" OR "legacy-to-cloud migration" OR "Cloud adoption") OR  
("Cost" OR "Return of investments" OR "ROI" OR "Cost-benefit") OR  
(("Cloud Service" OR "Cloud Provider") AND ("Evaluation" OR "Selection")) AND  
("Cloud Computing" OR "Cloud Services" OR "Cloud Interoperability"))***

---

#### **4.3.2 Seleção de estudos primários**

Os passos a seguir guiam a seleção de estudos primários representada na Figura 5.

Figura 5 - Estágios do Processo de Seleção de Estudos



#### 4.3.2.1 Estágio 1

Resultados da string de busca obtidos automaticamente a partir dos sites de busca – Submissão da string de busca nos seguintes repositórios: Digital Library ACM, IEEE Xplore, Science Direct e Google Scholar. A justificativa para selecionar estas bibliotecas é a sua relevância como fontes em engenharia de software (ZHANG et al., 2011). A busca foi executada utilizando a sintaxe específica de cada banco de dados, considerando somente título, palavras-chave e resumo. A busca foi configurada em cada repositório para selecionar apenas os trabalhos realizados dentro do período fixado. A busca automática foi complementada por uma busca manual para obter uma lista de estudos de journals e conferências. As duplicatas foram descartadas.

#### 4.3.2.2 Estágio 2

Leitura de título e resumo para identificar estudos potencialmente relevantes – Identificação de estudos potencialmente relevantes, baseado na análise de título e resumo, descartando estudos que são claramente irrelevantes para a busca. Se existir qualquer dúvida sobre se o estudo deve ser incluído ou não, este será incluído para consideração em um estágio posterior.

### 4.3.2.3 Estágio 3

Aplicar critérios de inclusão e exclusão na leitura da introdução, métodos e conclusão – Os estudos selecionados em estágios anteriores foram revisados, pela leitura da introdução, seção de metodologia e conclusão. Depois disso, os critérios de inclusão (Tabela 1) e exclusão (Tabela 2) foram aplicados. Nesta fase, em caso de dúvida impedindo uma conclusão, o estudo foi lido inteiramente.

### 4.3.2.4 Estágio 4

Obter os estudos primários e efetuar uma avaliação crítica deles – Uma lista de estudos primários foi obtida e depois submetida a um exame crítico usando os critérios de qualidade (Dyba e Dingsoyr, 2008) estabelecidos na Tabela 3

Tabela 1 - Critérios de Inclusão

<b>Critério de Inclusão (CI)</b>	<b>Descrição</b>
CI1	As publicações devem ter sido publicadas em <i>journal</i> ou <i>conferências</i> e escritos em inglês.
CI2	Trabalhos envolvendo um estudo empírico ou que possuam lições aprendidas (relatórios de experiências).
CI3	Se vários artigos relatam o mesmo estudo apenas o último artigo será incluído.
CI4	Artigos que se referem a no mínimo uma das questões de pesquisa.
CI5	O download de artigos deve estar disponível diretamente na fonte de busca.

Tabela 1 - Critérios de Exclusão

<b>Critério de Exclusão (CE)</b>	<b>Descrição</b>
CE1	Estudos que não tenham foco em computação em nuvem.
CE2	Estudos meramente com base na opinião de especialistas sem localizar uma experiência específica, bem como editoriais, prefácios, sumários de artigos, entrevistas, notícias, análises/revisões, cartas de leitores, sumários de tutoriais, <i>workshops</i> , <i>panels</i> , <i>sessions</i> de poster
CE3	Publicações que são versões anteriores do último trabalho publicado.
CE4	Publicações que foram publicadas fora do período entre Jan/2005 a Jun/2015

Tabela 3 - Critérios de Qualidade

<b>Critério de Qualidade (CQ)</b>	<b>Descrição</b>
CQ1	O artigo é baseado em uma pesquisa (ou é apenas um relatório de lições aprendidas baseado na opinião de especialistas)?
CQ2	Existe uma declaração clara dos objetivos da pesquisa?
CQ3	Existe uma declaração adequada do contexto em que a pesquisa foi realizada?
CQ4	O projeto de pesquisa possui o modelo adequado para lidar com os objetivos da investigação?
CQ5	A estratégia de recrutamento era apropriada aos objetivos da pesquisa?
CQ6	Havia um grupo de controle com o qual comparar os tratamentos?
CQ7	Os dados foram coletados em uma forma que aborda as questões de pesquisa?
CQ8	A análise dos dados foi suficientemente rigorosa?
CQ9	Existe uma declaração clara dos resultados?
CQ10	O estudo possui valor para a pesquisa ou prática?

Fonte: Dyba e Dingsoyr (2008).

### 4.3.3 Extração dos dados

Todas as informações relevantes sobre cada estudo foram gravadas em uma planilha. Esta informação foi útil para resumir os dados e mapeá-los com a sua fonte. Os dados a seguir foram extraídos a partir dos estudos: (i) nome e autores; (ii) tipo de artigo (journal, conferência, workshop); (iii) objetivo do estudo; (iv) questão de pesquisa; (v) cenário(s); (vi) resultados e conclusões; (vii) benefícios; (viii) limitações e desafios.

### 4.3.4 Síntese dos dados

Esta síntese tem como objetivo agrupar os resultados encontrados a fim de: identificar os principais conceitos (organizados em forma de planilha), realizar uma análise comparativa sobre as características do estudo, tipo de serviço adotado, modelo de computação em nuvem, e assuntos sobre as três questões de pesquisa (**QPRSL1**, **QPRSL2** e **QPRSL3**) em cada estudo. Outras informações foram sintetizadas quando necessário. Foi utilizado o método meta-etnografia (NOBLIT ; HARE, 1988) como referência para o processo de síntese dos dados.

#### 4.3.5 Estudos potencialmente relevantes

A revisão foi iniciada com uma busca automática seguida de uma busca manual para identificar estudos potencialmente relevantes e depois aplicar os critérios de inclusão e exclusão.

Os primeiros testes usando a busca automática começaram em março de 2015. Foi necessário adaptar a string de busca em alguns dos motores de busca sem perder o significado primário do escopo.

A busca manual consistiu de estudos publicados em anais de conferências e journals que foram incluídos pelo autor enquanto buscava o tema em diferentes repositórios. Estes estudos foram analisados de forma igual a respeito de seus títulos e resumos. Foram encontrados 28 estudos conforme representado na Figura 5. Todos os estudos foram tabulados em uma planilha de forma a facilitar a fase subsequente de identificação de estudos potencialmente relevantes. A Figura 5 apresenta os resultados obtidos em cada banco de dados eletrônico usado na pesquisa, que resultou em 1031 estudos considerando todos os bancos de dados.

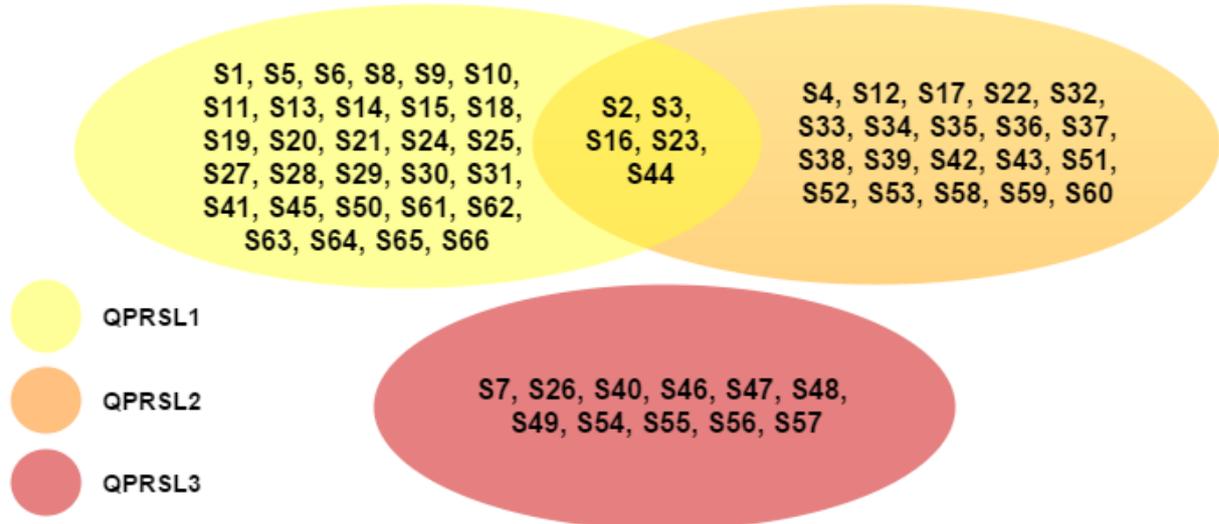
Os resultados obtidos tanto na busca automática ou manual foram incluídos em uma única planilha. Artigos cujo título, autor(es), ano e resumo eram idênticos foram descartados. Nesta fase, foi registrado um total de 1031 estudos, ou seja, 1003 estudos da busca automática e mais 28 estudos da busca manual (Estágio 1). Então foi efetuada a leitura dos títulos e resumos para selecionar os estudos, o que resultou em 106 artigos (Estágio 2). No (Estágio 3) foram aplicados os critérios de qualidade em cada estudo e a seguir foi efetuada a leitura da introdução, metodologia e conclusão para decidir considerar 70 estudos no próximo estágio. Depois de aplicar os critérios de qualidade, restaram 66 artigos para responder as três questões de pesquisa - **QPRSL1**, **QPRSL2** e **QPRSL3** (Estágio 4). A lista completa destes 66 artigos selecionados na revisão sistemática encontra-se disponível no Apêndice A.

#### 4.4 ANÁLISE E RESULTADOS

Este item apresenta os resultados desta revisão sistemática para responder as questões de pesquisa **QPRSL1**, **QPRSL2** e **QPRSL3**. A Figura 6, expressa os estudos selecionados e as respectivas questões de pesquisa. Como pode ser visto na mesma figura, trinta e seis

estudos abordam questões relacionadas à **QPRSL1**, enquanto vinte e cinco estudos discutem problemas relacionados à **QPRSL2** e finalmente dez estudos que se referem a **QPRSL3**. Todos os estudos selecionados são listados no Apêndice A e referenciados com “S” seguido do número do artigo.

Figura 6 - Estudos Selecionados por Questão de Pesquisa da Revisão Sistemática



A tabela 4 apresenta os dez estudos mais citados incluídos na revisão de acordo com as citações no “Google Scholar<sup>2</sup>”. Estes estudos são evidências da relevância dos assuntos discutidos nesta revisão sistemática e a influência que esses estudos exercem sobre a literatura como pode ser confirmado por seus respectivos números de citação. A tabela 4 mostra uma visão da distribuição dos estudos mais relevantes de acordo com as questões de pesquisa abordadas. Nos parágrafos seguintes estes estudos são brevemente descritos.

Tabela 4 - Dez Estudos mais Citados de acordo com o Google Scholar

Estudos	Citado por	Questões de Pesquisa da Revisão Sistemática da Literatura (QPRSL)
S41	483	QPRSL1
S55	471	QPRSL3
S3	207	QPRSL1 e QPRSL2
S57	201	QPRSL3
S65	196	QPRSL1
S4	170	QPRSL2
S2	153	QPRSL1 E QPRSL2
S54	132	QPRSL3
S59	77	QPRSL2
S64	54	QPRSL1

<sup>2</sup> A consulta ao Google Scholar foi realizada em 01/11/2015

O estudo [S41] que aborda **QPRSL1** tem o mais alto número de citações, cujo valor foi 483. E analisa o uso da computação em nuvem em empresas de negócio de fabricação. Ele tem sido extensivamente usado como caso de sucesso de adoção da computação em nuvem tendo como parâmetros de referência uma relação custo-benefício para guiar esta adoção.

O artigo [S55] tem 477 citações de acordo com o Google Scholar e discute os problemas relacionados a **QPRSL3**. Ele descreve o uso de uma ferramenta chamada CloudCmp como suporte na escolha do provedor de computação em nuvem de melhor desempenho para aplicações selecionadas. Essa ferramenta pode ser reconhecida como importante referência a avaliação de desempenho. Para este fim, identifica um conjunto comum de serviços oferecido por provedores de nuvem, incluindo elasticidade, armazenamento persistente, intra-nuvem e rede de longa distância. Os autores argumentam que o CloudCmp permite prever o desempenho do aplicativo sem ter que antes portar a aplicação para um provedor de nuvem.

O artigo [S3] tem 207 citações de acordo com o Google Scholar. Os autores discutem como um modelo proposto pode dar suporte a empresas para analisar várias características de seu próprio negócio bem como os recursos de tecnologia da informação pré-existentes para identificar sua favorabilidade na migração para a arquitetura de nuvem (**QPRSL1**). Um modelo geral sobre retorno de investimento também foi desenvolvido levando em consideração os vários impactos intangíveis de computação em nuvem, além do custo (**QPRSL2**).

O artigo [S57] com 201 citações de acordo com o Google Scholar, propõe um framework e um mecanismo para medir a qualidade e priorizar os provedores de serviços em nuvem. De acordo com os autores, dada a diversidade de ofertas de serviços de nuvem, um desafio importante para os clientes é encontrar provedores de nuvem que possam satisfazer suas necessidades (**QPRSL3**). O que torna difícil avaliar os níveis de serviço de diferentes provedores de nuvem, justificando o uso do Processo Analítico Hierárquico baseado no mecanismo de classificação para prover uma base quantitativa e classificar serviços de nuvem onde a classificação final é baseada no custo (**QPRSL2**) e qualidade (GARG et al., 2013).

Foi identificado que sete (S42, S51, S54, S58, S60, S61, S64) dos 66 estudos selecionados fazem referência ao framework Technological Organizational Environmental

(TOE) (TORNATZKY ; FLEISCHER, 1990). Este framework baseia-se na teoria no nível organizacional com o objetivo de dar suporte às organizações na adoção e implementação de inovações. Baseado neste framework o processo de adoção de inovações é influenciado por três aspectos da empresa [S64]: i) contexto tecnológico, que representa as tecnologias internas e externas relacionadas com a organização; ambas tecnologias que já estão em uso nas empresas, bem como aquelas que já estão disponíveis no mercado, mas não estão atualmente em uso.; ii) contexto organizacional que é relacionado aos recursos e as características da empresa, por exemplo, tamanho e estrutura gerencial; iii) contexto ambiental, que remete a área na qual a empresa conduz seus negócios; pode estar relacionado a elementos redundantes como na indústria, concorrência e na presença dos provedores de serviços de tecnologia. Estes artigos são evidências que o framework é útil para orientar as empresas através da adoção da computação em nuvem.

#### 4.4.1 Estratégias de Adoção e Migração para a Nuvem (QPRSL1)

Este subitem tem o objetivo de discutir como os trabalhos selecionados se referem à **QPRSL1: Quais estratégias são utilizadas pelas empresas para identificar cenários de oportunidades de migração para a computação em nuvem?**

A tabela 5 apresenta vinte e cinco estudos que propõem e discutem processos, estratégias e frameworks para apoiar as empresas na decisão de adotar e migrar para a nuvem. Entre esses estudos, quatro deles propuseram ferramentas para dar suporte a este cenário e dez estudos focaram em estudos de caso para ilustrar esta situação. Nos parágrafos seguintes será apresentada a contextualização de como cada um dos artigos contribui para **QPRSL1**.

<b>Tipo de suporte na adoção</b>	<b>Estudos selecionados</b>
Experiências e estudos de caso	S11, S18, S24, S25, S30, S31, S41, S44, S45, S66
Processos, estratégias e frameworks	S1, S3, S8, S9, S10, S14, S15, S16, S19, S20, S21, S23, S27, S28, S29, S50, S61, S62, S63, S64, S65
Ferramentas	S2, S5, S6, S13

O resultado da análise dos estudos selecionados indicou que quatro estudos propuseram o uso de ferramentas para dar suporte a empresas em como identificar cenários de migração de oportunidades para a nuvem.

As ferramentas utilizadas foram Modelagem de Custos (Cloud Adoption Toolkit), CPTS, CSA STAR, C.A.RE, CloudTrust, CloudMIG e Desktop-to-Cloud-Migration (D2CM).

Os estudos e respectivas ferramentas são listados a seguir: [S2] descreve um kit de ferramentas para adoção da nuvem que usa técnicas de modelagem de custos para examinar o custo de implantação de um sistema de Tecnologia da Informação (TI) na nuvem. [S5] descreve uma avaliação de ferramentas (CPTS, CSA STAR, C.A.RE e CloudTrust) e as compara. [S6] discute o uso do CloudMIG para dar suporte ao Software como Serviço (Software as a Service - SAAS) em uma migração semiautomática de sistemas legados para a nuvem. Em [S13] foi descrito o desenvolvimento da ferramenta Desktop-to-Cloud-Migration (D2CM) que oferece suporte a transformação e migração de imagens de máquinas virtuais, para ajudar aos pesquisadores na migração de suas aplicações para a nuvem.

Por outro lado, vinte e um dos estudos selecionados propuseram abordagens para orientar a migração para a nuvem:

Os autores de [S1] realizaram uma análise dos métodos de migração existentes, classificando-os em cinco estratégias de migração conforme segue: (i) migração para infraestrutura como serviço, (ii) migração para plataforma como serviço, (iii) substituição por software como serviço, (iv) revisão baseada em software como serviço, e (v) reengenharia para software como serviço. As similaridades e diferenças entre estratégias de migração foram discutidas, e desafios e trabalhos futuros sobre migração de sistemas legados para a nuvem foram propostos.

Em [S3] uma fórmula foi definida para calcular o retorno de investimento da adoção da computação em nuvem. [S8] estabelece um processo de decisão destinado a apoiar a migração de sistemas de informação para a nuvem, e propõe uma síntese para a escolha de estruturas de nuvem de acordo com o tipo de empresa. [S9] descreve uma estratégia para ajudar empresas de software a decidir o que é mais conveniente: migrar ou começar do zero baseado em uma avaliação de custos, retorno de investimento, esforço e tarefas de migração.

Já em [S10] Cloud Services Brokerages (CSBs) atuam como intermediários entre o cliente e o provedor e são considerados uma solução viável para tratar sobre questões de migração. [S14] mostra que mesmo pequenas e médias empresas podem ter vantagens competitivas na migração de suas aplicações para a nuvem e apresenta um processo passo-a-passo para dar suporte às decisões de adoção e migração para a nuvem na empresa, utilizando um processo de decisão chamado Cloudstep. O autor de [S15] usa o InCLOUDer para apoiar empresas na adaptação de suas aplicações para ambientes de nuvem considerando os critérios interdependentes desta migração. [S16] analisa características dos serviços de computação em nuvem para determinar a praticabilidade e metodologia de migrar aplicações legadas para a nuvem e usa uma lista de verificação de compatibilidades para estimar o custo da migração. [S19] propõe uma abordagem baseada em técnicas de engenharia dirigida a modelos para migrar sistemas legados para a nuvem. Foram utilizados fatores técnicos e de negócios para engenharia reversa de sistemas legados dentro de modelos em que sistemas baseados em nuvem podem ser gerados. [S20] propõe um framework de migração para nuvem delineando as principais etapas e suas preocupações que serve como base para extração de problemas críticos em termos técnicos e de negócios. [S21] apresenta um framework chamado Cloud Assisted Live Media Streaming (CALMS), que facilita a migração para a nuvem. [S23] discute a metodologia das migrações juntamente com os desafios e problemas que normalmente agem como barreira para empresas que tentam perseguir este objetivo e propõe um framework para a migração do ambiente legado de TI para a nuvem.

O estudo [S27] combinou os conceitos BPR e GBPR para propor um framework baseado em paradigmas que dão suporte à migração para a nuvem. Três paradigmas foram abordados: um processo que se refere às tarefas a serem cumpridas durante a migração para a nuvem em termos de análise dos processos atuais, o desenvolvimento de novos processos sob o contexto de nuvem, e a determinação de indicadores de desempenho e ecológicos fundamentais para novos processos. [S28] propõe um framework, chamado Plan-Negotiate-Implement-Check (PNIC), para analisar as preocupações dos clientes, categorizá-las a partir da perspectiva de confiança e segurança, e desenvolver um plano para construir e sustentar essa confiança. [S29] discute um framework de migração para a nuvem juntamente com um estudo de caso bem-sucedido de migração de aplicações existentes para a nuvem. [S50] propõe um ambiente flexível de desenvolvimento para migrar aplicações já existentes para a nuvem usando Hadoop. Os autores ilustram a migração o estudo com a migração de uma aplicação de mineração de textos para um ambiente de nuvem. Em [S61] foi proposto um

modelo de pesquisa baseado nas características de inovação da teoria de difusão da inovação e no framework Technology Organization Environment (TOE).

O estudo [S62] apresenta uma arquitetura extensível para detecção de violações em sistemas com relação ao acesso limitado do sistema de arquivos subjacente ou restrições impostas em relação a APIs padrão fornecidas. O processo de detecção de violações e o destaque de partes essenciais do sistema são atividades que antecedem a abordagem do CloudMIG na migração de sistemas legados para a nuvem. Em [S63], com base em modelos teóricos e entrevistas qualitativas, foi proposto um modelo de fatores relevantes. Este modelo aborda fatores individuais, organizacionais, técnicos e ambientais que influenciam a difusão e aceitação da computação em nuvem entre pequenas e médias empresas. [S64] discutiu os principais fatores identificados como tendo um papel significativo na adoção de serviços de nuvem pelas pequenas e médias empresas, são eles: vantagem relativa, incerteza, geo-restrição, compatibilidade, tamanho, apoio da alta gerência, experiência anterior, inovação, indústria, escopo de mercado, esforço de fornecedores e apoio externo de informática. [S65] propõe um modelo de pesquisa para avaliar a adoção de software como serviço no nível de aplicação, com base na teoria dos custos de transação, a visão baseada em recursos, e a teoria do comportamento planejado.

Por fim, foram encontrados dez estudos que apresentaram estudos de caso com o objetivo de ilustrar o processo de migração. [S11] apresenta um estudo de caso movendo um servidor FTP tradicional para a nuvem usando o Windows Azure. [S18] compartilha experiências e lições aprendidas através da migração da biblioteca digital CiteSeerX para uma nuvem privada usando técnicas de virtualização. Em [S24] sistemas legados são efetivamente expandidos e atualizados com o uso do software Cloudstack. São apresentados os riscos de segurança e soluções relevantes para a implantação de um sistema de registro eletrônico de saúde usando infraestrutura como serviço. [S25] cobre somente uma fração dos desafios enfrentados por uma migração em larga escala de sistemas de saúde pública para nuvem usando a infraestrutura como serviço. [S30] discute quando migrar testes de softwares para a nuvem sobre suas perspectivas: características de uma aplicação em teste, e os tipos de testes realizados em aplicações. Já [S31] fornece aos pesquisadores e profissionais com conhecimentos empíricos motivações para experiências de implementação de sistemas empresariais na nuvem baseado em dois estudos de caso. O artigo [S41] descreve as possibilidades de adoção de computação em nuvem no setor de fabricação e sugere dois tipos

de adoção de computação em nuvem, fabricação com adoção direta de tecnologias de computação em nuvem e nuvem fabril.

Em [S44] foi analisada a migração de uma aplicação web já existente, utilizada em uma escola vocacional, para a nuvem. Também é efetuada a comparação de desempenho entre aplicações desenvolvidas em um servidor Windows tradicional e a implantação do Windows Azure. O estudo [S45] resume os preços de mercado atuais e investiga a interação entre provedores de serviços e clientes usando uma perspectiva analítica. Uma compreensão geral de como os provedores e clientes podem se beneficiar financeiramente da infraestrutura como serviço permite aos clientes a avaliar a incerteza de preços em decisões de planejamento estratégico de recursos. Já [S66] relata um estudo empírico com o objetivo de examinar os desafios da adoção da computação em nuvem e dificuldades encontradas no contexto das pequenas e médias empresas na Irlanda.

#### 4.4.2 Relação Custo-Benefício da Adoção e Migração para Nuvem (QPRSL2)

Este subitem discute como os artigos selecionados se referem a **QPRSL2: Quais fatores as empresas consideram para avaliar a relação custo-benefício da adoção e migração para a computação em nuvem?** Durante a análise de **QPRSL2**, foi identificado que existe uma miríade de fatores propostos e usados para analisar a relação custo-benefício da adoção da computação em nuvem. Não existe um consenso sobre que fatores devem ser utilizados para este fim.

Tabela 6 - Tipos de Suporte na Relação Custo-Benefício da Adoção da Nuvem

<b>Tipo de suporte na relação</b>	<b>Estudos selecionados</b>
Experiências e estudos de caso	S44 S2, S3, S4, S12, S14, S16, S17,
Processos, estratégias e frameworks	S22, S23, S32, S33, S34, S35, S36, S37, S38, S39, S43
Ferramentas	S2

O estudo [S2] descreve um kit de ferramentas para adoção da nuvem que fornece um framework e uma ferramenta de modelagem de custos para dar suporte aos tomadores de decisão. De acordo com [S3], a adoção da computação em nuvem é influenciada por características como o tamanho dos recursos de TI, o padrão de utilização de recursos, a

sensibilidade dos dados que estão sendo manuseados, e a criticidade do trabalho realizado pela empresa. [S12] apresenta uma abordagem para detectar anti-padrões de desempenho antes de migrar para a computação em nuvem. Já em [S14] as características de computação em nuvem são exploradas e classificadas de acordo os requisitos dos usuários finais, das empresas, e dos próprios provedores de nuvem para apoiar a adoção da nuvem. Em [S16] os autores apresentam uma lista de verificação de compatibilidade que é usada para estimar o custo de uma migração para a plataforma como serviço. A migração de sistemas legados para nuvem foi discutida em [S17], com foco na análise de desempenho das aplicações e características dos provedores. [S22] discute a migração de projetos ágeis para a nuvem em termos de custo, prazo e qualidade. [S23] discute alguns dos potenciais problemas e desafios que as organizações podem enfrentar enquanto avaliam a possibilidade de migrar volume de trabalho para a nuvem: eficiência, agilidade, qualidade, segurança, governança e padronização da entrega, consumo e operação dos serviços de TI, para reduzir despesas de capital e operacional.

No artigo [S32] foi investigada uma análise das dificuldades de uma companhia de contabilidade tradicional e os fatores que afetam a migração e adoção da nuvem, também foi discutida a escolha do modelo de implantação e modelo de serviços que melhor se adequam aos requisitos da empresa. O estudo [S33] tenta refletir sobre os problemas associados com interoperabilidade e portabilidade, mas com foco em fornecedores de aplicações proprietárias. Além disso, o trabalho demonstra a importância da interoperabilidade, portabilidade e normas aplicáveis à ambientes de computação em nuvem fornecendo uma base para análise futura e avaliação sobre o impacto da neutralidade do fornecedor para aplicativos e serviços de computação em nuvem corporativa. Em [S34] é apresentada uma revisão crítica dos problemas de negócios, técnicos e legais associados a fornecedores de aplicações proprietárias, e de como isso impacta na adoção da computação nuvem. No estudo [S35] um modelo probabilístico utiliza a evolução das características de armazenamento, falhas de disco e preços (baseado no valor de risco associado como métrica) para avaliar a decisão de migrar para o armazenamento na nuvem contra a alternativa de comprar dispositivos de armazenamento e instalações.

Dentro de [S36] o estudo propõe o uso de um modelo de opções reais para ajudar a pensar sobre quando mudar para nuvem e baseia-se em benefícios esperados, incertezas e o valor que a empresa pode dispor. [S37] estuda como mecanismos de ponto de verificação e migrações podem ser utilizados para minimizar o custo e a volatilidade de provisionamento de

recursos. Baseado na história real de preços de instâncias locais do Amazon EC2 vários esquemas de pontos de verificação em termos de custo monetário e melhoria do tempo de conclusão das tarefas são comparados, são usados na avaliação esquemas que aplicam métodos preditivos para preços locais e um estudo de como o trabalho de migração pode melhorar a conclusão das tarefas em meio a falhas enquanto mantém os custos monetários baixos. Outro estudo [S38] foca em fatores como disponibilidade, portabilidade, integração, migração, complexidade da migração, privacidade e segurança dos dados. Já o estudo [S39] identifica e investiga fatores cognitivos que contribuem para moldar as percepções do usuário e a atitude em relação aos serviços de computação móvel na nuvem, integrando estes fatores com o modelo de aceitação da tecnologia. Dentro do estudo [S42] os autores discutem os fatores importantes que influenciam na intenção de usar a computação em nuvem e focam nos fatores compatibilidade, vantagem relativa, complexidade, imagem e segurança.

O estudo [S43] apresenta uma análise de como recursos de dispositivos móveis, por exemplo, energia, largura de banda e infraestrutura podem ser geridos de forma eficaz no domínio de nuvem móvel. Em [S44] o modelo de nuvem discutido é composto por cinco fatores essenciais: Auto-serviço sobre demanda, acesso amplo a rede, pool de recursos, elasticidade rápida e serviço mensurado. [S51] propõe um modelo tripé de software como serviço que sugere que os usuários de uma organização precisam se preparar a partir de aspectos tecnológicos, organizacionais e ambientais para a adoção de software como serviço na nuvem. O artigo [S52] propõe uma taxonomia para ajudar na definição do perfil e padronização dos detalhes de avaliação de desempenho dos serviços de nuvem comerciais. Em [S53] as métricas adotadas nos trabalhos de avaliação de serviços de nuvem existentes foram coletadas e classificadas para sua avaliação, a partir desta avaliação foi construído um catálogo de métricas de avaliação. O catálogo de métricas pode ser usado para facilitar a prática futura e pesquisa na área de avaliação de serviços de nuvem. Já em [S58] o framework TOE (Technology Organization Environment) e o modelo HOT-fit (Human-Organization-Technology fit) foram usados para investigar os fatores críticos que afetam as decisões de adoção da computação em nuvem em hospitais. Outro estudo [S59] apresenta cinco fatores que influenciam no uso da nuvem: facilidade de uso e conveniência, segurança e privacidade, redução de custos, confiabilidade, compartilhamento e colaboração. O estudo [S60] discute como a intenção de adotar a nuvem, os preços e as opções de implantação são obtidos a partir do framework TOE. Os autores argumentam que a estratégia de preços escolhida resulta de uma análise de custo-benefício e a estratégia de implantação resulta da análise de riscos.

#### 4.4.3 Selecionando Provedores de Serviço de Computação em Nuvem (QPRSL3)

Este subitem discute como os artigos selecionados se referem a **QPRSL3: Como as empresas selecionam provedores de serviços de acordo suas necessidades e perfil?** De acordo com a Tabela 7, oito artigos propõem e discutem processos, estratégias e frameworks para ajudar empresas na seleção de provedores de serviços de nuvem. Dois artigos propõem ferramentas para apoiar este cenário e um artigo foca em estudos de caso para ilustrar esta situação. Nos parágrafos a seguir iremos contextualizar como cada artigo um dos artigos contribui para **QPRSL3**.

Tabela 7 - Tipos de Suporte para Seleção de Provedores de Serviços de Nuvem

<b>Tipo de suporte na seleção</b>	<b>Estudos selecionados</b>
Experiências e estudos de caso	S56
Processos, estratégias e frameworks	S26, S40, S46, S47, S48, S49, S54, S57
Ferramentas	S7, S55

De acordo com Garrison et al. (2012), o sucesso relacionado a TI é descrito através de três categorias de benefícios: estratégica, econômica e tecnológica. A categoria estratégica se refere a como organizações com foco em suas atividades principais podem acompanhar uma mudança para a computação em nuvem. Econômica refere-se à habilidade das organizações de explorar os conhecimentos e recursos tecnológicos dos fornecedores de serviços de nuvem para reduzir as despesas de TI da própria empresa. Tecnológica se refere ao acesso das organizações a pessoal qualificado e ao estado da arte da tecnologia, eliminando o risco e custo internos de obsolescência tecnológica. A implantação é definida em termos de benefícios estratégicos, econômicos e tecnológicos realizados através da computação em nuvem, colocando a organização a frente de seus concorrentes.

De acordo com a figura 6, onze artigos que discutem problemas relacionados à **QPRSL3** foram relatados. [S56] avalia o serviço de nuvem Google Compute Engine (GCE) e compara com o serviço de nuvem do Amazon EC2 para apoiar a implantação de aplicações científicas. [S26] usa um sistema de suporte a decisão (Migration Decision Support System – MDSS) para selecionar provedores de computação em nuvem. O artigo também avalia o sistema de suporte a decisão em um cenário real com dois provedores (Microsoft Azure e Google). [S40] propõe uma abordagem para apoiar a migração de infraestrutura para a nuvem

selecionando a configuração mais adequada em termos de requisitos de infraestrutura e custos. [S46] propõe um framework para apoiar a elicitação de requisitos na seleção de provedores de nuvem com foco nos problemas de segurança e privacidade. O artigo [S47] descreve em detalhes uma abordagem para selecionar provedores de computação em nuvem baseado em um processo de tomada de decisão utilizando critérios selecionados (multicriteria decision-making - MCDM). [S48] propõe uma abordagem chamada Complete-Auditable-Reportable (C.A.RE) para selecionar provedores de serviços de computação em nuvem. A abordagem C.A.RE ajuda a determinar a adequação de um provedor de serviços de nuvem pela avaliação em sua completude dos possíveis riscos a que um serviço pode ser exposto.

O artigo [S49] propõe uma abordagem que considera os fatores função, auditabilidade, governabilidade e interoperabilidade (Function, Auditability, Governability and Interoperability - FAGI) para ajudar clientes de computação em nuvem na seleção de provedores de serviços confiáveis. O estudo [S54] propõe uma taxonomia de oito elementos importantes na computação em nuvem: tipo de serviço, implantação de recursos, hardware, ajuste em tempo de execução, modelo de negócios, middleware e desempenho. Outro estudo [S57] propõe um framework SMICloud que compara diferentes provedores de computação em nuvem e mede atributos de qualidade de serviço (Quality of Service - QoS) definidos pelo Cloud Service Measurement Index Consortium (CSMIC).

Por último, dois artigos apresentam ferramentas: [S7] propõe uma ferramenta de simulação chamada CDOSIM e que pode simular custo e desempenho. Ela estende o simulador de nuvem CloudSim e faz parte do framework CloudMIG e [S55] que apresenta uma ferramenta chamada CloudCmp que serve para comparar desempenho e custo de provedores de nuvem pela medição de elasticidade, armazenamento persistente, serviços de rede. Artigos [S46], [S48] e [S49] tem foco nos problemas de segurança e privacidade para seleção de provedores.

Esta revisão sistemática fornece evidências das estratégias utilizadas pelas empresas para identificar oportunidades de migração e adoção de computação em nuvem, como elas avaliam esta relação custo-benefício e as estratégias por trás da lógica na seleção de provedores. Um espectro de técnicas e abordagens foi identificado lidando com diversas preocupações, como por exemplo, segurança e confiabilidade, elasticidade, portabilidade e interoperabilidade, e resiliência na nuvem. Além disso, muitos estudos também investigam arquiteturas de referência e métodos de concepção de arquiteturas baseadas em nuvem.

#### 4.5 LIMITAÇÕES E AMEAÇAS À VALIDADE

As seguintes ameaças à validade foram consideradas na interpretação dos resultados desta avaliação.

**Validade da conclusão.** Pode haver um viés na extração de dados. No entanto, este foi abordado através da definição de um formulário de extração de dados para garantir a extração consistente de dados relevantes e responder às questões de pesquisa. Os resultados e as implicações são baseados nos dados extraídos.

**Validade interna.** Uma possível ameaça é o viés de seleção. Esta ameaça foi abordada durante a etapa de seleção da revisão, ou seja, os estudos incluídos nesta revisão foram identificados através de um processo de seleção exaustiva, que dispõe de múltiplos estágios.

**Validade da construção.** Os estudos identificados a partir da revisão sistemática foram acumulados a partir de vários bancos de dados da literatura, abrangendo journals e anais relevantes. Uma possível ameaça é o viés na seleção de publicações. Esta questão é abordada através de especificação de um protocolo de pesquisa que define as questões de investigação e objetivos do estudo, critérios de inclusão e exclusão, string de busca na pesquisa que pretendemos utilizar, a estratégia de pesquisa e estratégia para a extração de dados.

**Validade Externa.** A quantidade de estudos de caso selecionados na caracterização pode não ter sido suficiente para generalizar os resultados. Entretanto, em função do protocolo adotado e dos critérios de qualidade, inclusão e exclusão foram utilizados recursos para se garantir que os artigos selecionados para a resposta das questões de pesquisa sejam parte de uma amostra significativa para o período de publicação adotado.

#### 4.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo discorreu acerca da Revisão Sistemática da Literatura realizada nesta dissertação. Foi apresentada a identificação de estudos primários, os critérios de inclusão, exclusão e qualidade usados na revisão sistemática, as fontes de informação e as estratégias de busca manual e automática em bases de dados. A seguir será apresentada a caracterização de estudos de caso.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

Este capítulo apresenta uma caracterização de estudos de caso com a finalidade de identificar evidências na literatura relacionadas a elementos e estratégias mais utilizadas em estudos reais. Como resultado, pretende-se apresentar um panorama de como os estudos de caso foram planejados com seus respectivos resultados e quais referenciais empresas e pesquisadores poderão adotar quando do planejamento e execução de estudos de caso abordando a adoção e migração para a computação em nuvem.

### 5.1 CONTEXTO

A migração de serviços para a nuvem não é uma tarefa trivial para empresas. O número de empresas que analisam a possibilidade de adoção ou migração para a computação nas nuvens é cada vez maior (ZHANG et al., 2010) (LI et al., 2013a). Isto se deve às diversas vantagens que o ambiente pode proporcionar. Porém, não se sabe até que ponto as empresas têm acesso a estudos e relatos de experiência que permitem avaliar cenários e desafios da migração e adoção da nuvem. Verifica-se uma tendência dos grandes fornecedores de serviços de computação em nuvem disponibilizarem relatórios sucintos em uma perspectiva executiva descrevendo sucintamente suas experiências (desafios, soluções e resultados). A forma como os dados são disponibilizados na maioria das vezes dificulta a tomada de decisão por parte das empresas, baseada em suas necessidades e no seu perfil organizacional, tecnológico e sua posição no mercado.

Por outro lado, foram identificadas algumas empresas que possuíam experiência na adoção e ou migração de recursos para a nuvem, porém as dificuldades encontradas na disponibilização de informações por parte destas empresas, como por exemplo, o acesso a pessoas chave que permitissem a realização do trabalho, a disponibilização dos dados e obtenção de uma amostragem adequada aos estudos também dificultaram a realização deste estudo de caso.

Considerando-se este cenário, optou-se por utilizar evidências encontradas na literatura a partir dos dados obtidos dos artigos selecionados na revisão sistemática apresentada no capítulo 4. Os dados obtidos destes artigos foram o ponto de partida para a caracterização dos estudos de caso que são foco deste capítulo.

## 5.2 OBJETIVOS DA CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO

### 5.2.1 Objetivo Geral

Identificar na literatura quais as principais estratégias consideradas no planejamento e execução de estudos de caso no contexto de adoção e migração para computação em nuvem.

### 5.2.2 Objetivos Específicos

A tabela 8 apresentada a seguir descreve os objetivos específicos da caracterização de estudos de caso.

Tabela 8 - Objetivos Específicos da Caracterização de Estudos de Caso

<b>Objetivo Específico (OE)</b>	<b>Descrição</b>
OE1	Elaborar um repositório de estudos de caso reais relatados na literatura e relacionados ao tema.
OE2	Classificar elementos e estratégias adotadas nos estudos de caso listados no repositório.
OE3	Identificar evidências de elementos, padrões e tendências no planejamento e execução de estudos de caso relacionados ao tema.

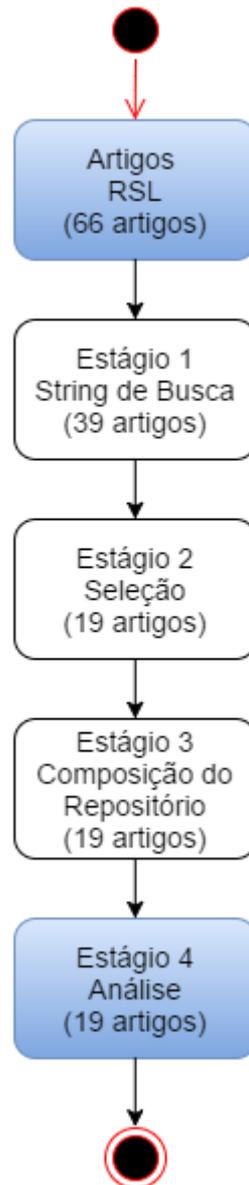
## 5.3 ESTRATÉGIA ADOTADA

A caracterização teve como ponto de partida os 66 estudos selecionados na Revisão Sistemática de Literatura discutida no capítulo anterior e disponibilizada no Apêndice A desta dissertação. Estes estudos de caso já passaram pelos critérios de inclusão, exclusão e qualidade adotados para a RSL.

### 5.3.1 Estágios da Seleção de Estudos de Caso

A Figura 7 descreve os estágios adotados para a seleção dos estudos de caso candidatos ao repositório citado no objetivo específico 1 (OE1 da Tabela 8).

Figura 7 - Estágios da Caracterização dos Estudos de Caso



#### 5.3.1.1 Estágio 1: Definição da String de Busca

A partir dos 66 artigos foi feita a seleção daqueles que continham a string abaixo.

**”case study” or ”simulation” or ”benchmarking” or ”experimental results” or  
”experience report” or ”empirical study”**

Como resultado deste estágio foi obtido 39 artigos.

### 5.3.1.2 Estágio 2: Seleção dos Estudos de Caso

Os 39 artigos resultantes do estágio 1 serviram de referência para a seleção desde que disponibilizassem dados dos seus respectivos estudos de caso sobre planejamento, execução e análise dos resultados. Decidiu-se pela exclusão dos artigos que não descreveram estudos de caso próprios, mas fizeram referência a estudos de terceiros. O resultado deste estágio foi a seleção de 19 artigos.

### 5.3.1.3 Estágio 3: Composição do Repositório

Este estágio teve o objetivo de propor a estrutura do repositório contendo como registros somente os dados considerados relevantes e provenientes de cada um dos 19 artigos selecionados no estágio anterior. A decisão sobre quais elementos deveriam compor cada registro foi tomada levando em consideração as informações obtidas através da leitura dos artigos. Além dos elementos em si, também buscou-se o relacionamento entre eles e sua relevância no contexto das abordagens para a adoção e migração da computação em nuvem. Estes elementos são apresentados na Figura 8 através de um metamodelo representado como mapa mental.

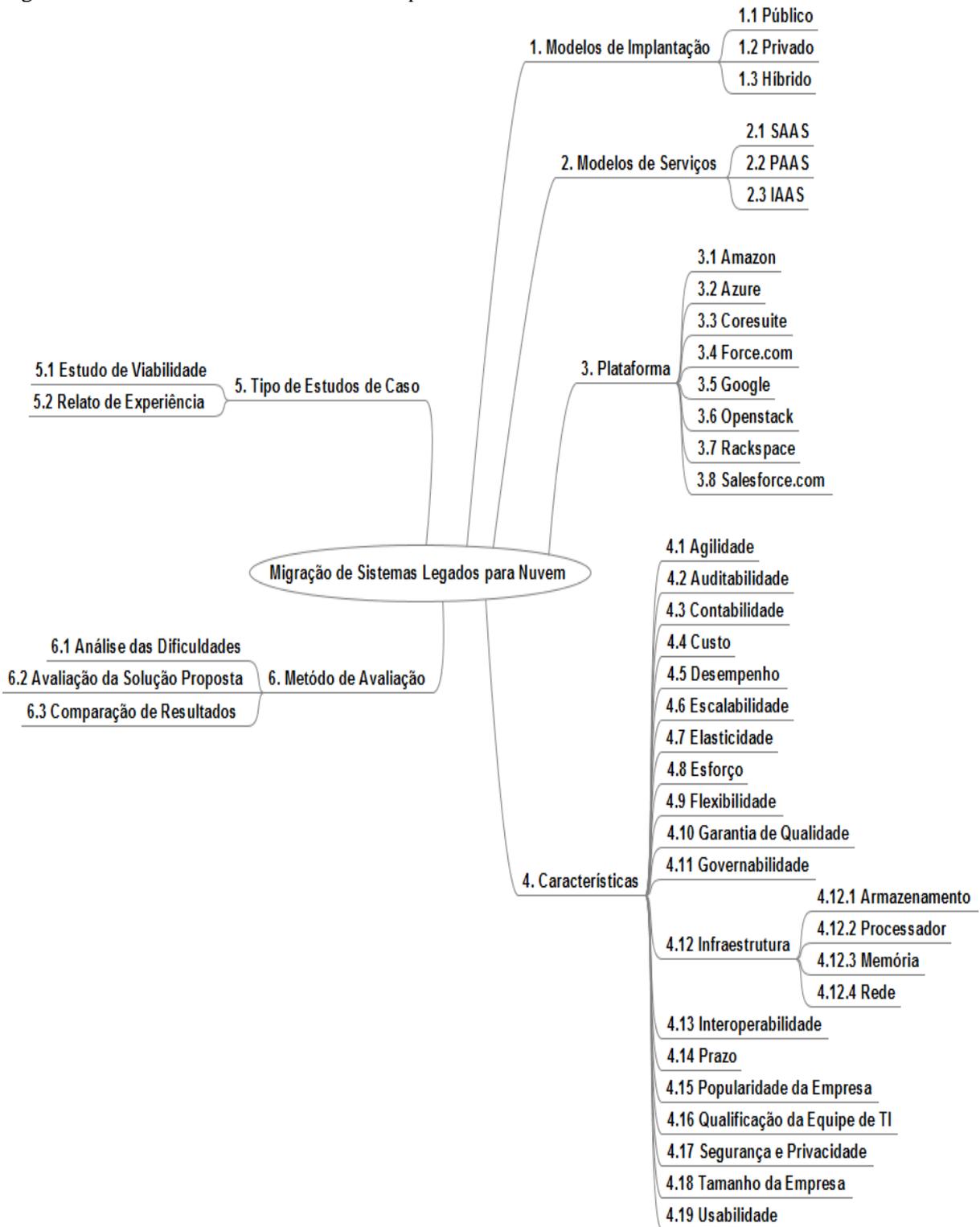
Conforme pode ser verificado, os nós do metamodelo são numerados para facilitar sua identificação na estrutura. Assim, os elementos do nó 1 são relacionados aos modelos de implantação da nuvem. Para este caso existem as seguintes possibilidades: (1.1) Público, (1.2) Privado e (1.3) Híbrido. Os elementos do nó 2 se referem ao modelo de serviços que neste caso subdivide-se em (2.1) SAAS, (2.2) PAAS e (2.3) IAAS. Os elementos do nó 3 são relacionados as Plataformas utilizadas, são elas: (3.1) Amazon, (3.2) Azure, (3.3) Coresuite, (3.4) Force.com, (3.5) Google, (3.6) Openstack, (3.7) Rackspace e (3.8) Salesforce.com<sup>3</sup>. Já nos elementos do nó 4 são relacionadas as características utilizadas na avaliação de cada estudo de caso correspondendo às seguintes possibilidades: (4.1) Agilidade, (4.2) Auditabilidade, (4.3) Contabilidade, (4.4) Custo, (4.5) Desempenho, (4.6) Escalabilidade, (4.7) Elasticidade, (4.8) Esforço, (4.9) Flexibilidade, (4.10) Garantia de Qualidade, (4.11) Governabilidade, (4.12) Infraestrutura, (4.13) Interoperabilidade, (4.14) Prazo, (4.15) Popularidade da empresa, (4.16) Qualificação da equipe de TI, (4.17) Segurança e

---

<sup>3</sup> Vale ressaltar que estas foram plataformas citadas nos estudos de caso selecionados.

Privacidade, (4.18) Tamanho da Empresa e (4.19) Usabilidade. Por último, os elementos do nó 4.12 representam os recursos de infraestrutura e correspondem às seguintes possibilidades: 4.12.1 Armazenamento, 4.12.2 Processador, 4.12.3 Memória e 4.12.4 Rede. No nó 5 são encontrados os tipos de estudos de caso, são eles: 5.1 Estudo de Viabilidade e 5.2 Relato de Experiência. E por último no nó 6, são encontradas abordagens utilizadas na avaliação de cada estudo de caso: 6.1 Análise das Dificuldades, 6.2 Avaliação da Solução Proposta, 6.3 Comparação de Resultados.

Figura 8 - Metamodelo em Formato de Mapa Mental dos Elementos dos Estudos de Caso



A partir da estrutura proposta na Figura 8 foi possível elaborar o repositório representado na tabela 9 composto por 19 estudos de caso. Este repositório é o produto gerado no estágio 3.

Na Tabela 9 são apresentados os dados que permitem atender dois dos três objetivos específicos do estudo descrito neste capítulo: o **Objetivo Específico 1 (OE1)** está sendo atendido na coluna ID onde são apresentados os artigos cujos estudos de casos foram considerados relevantes para a caracterização abordada neste capítulo. A metodologia para seleção destes artigos foi apresentada na seção 5.3. O **Objetivo Específico 2 (OE2)** foi atendido a partir da identificação de elementos e estratégias nos estudos de caso, esses elementos e estratégias foram então classificados e apresentados nas colunas Modelos de Implantação, Modelos de Serviços, Plataforma, Características, Tipo de Estudos de Caso e Método de Avaliação dos Estudos de Caso. Em relação ao **Objetivo Específico 3 (OE3)**, a subseção 5.4, discutirá as evidências de cada estudo de caso para disponibilização de dados que permitam atender o objetivo.

Tabela 9 - Repositório de Estudos de Caso para Caracterização

<b>ID<sup>4</sup></b>	<b>Modelos de Implantação (1)</b>	<b>Modelos de Serviços (2)</b>	<b>Plataforma (3)</b>	<b>Características (4)</b>	<b>Tipo de Estudos de Caso (5)</b>	<b>Método de Avaliação dos Estudos de Caso (6)</b>	<b>Questões de Pesquisa da Dissertação (QPD) (7)</b>
[S2]	Público	IAAS	3.1	4.4	5.1	6.2	QPD2 e QPD3
[S8]	Privado	IAAS	3.6	NM	5.1	6.3	QPD2
[S9]	Público	SAAS	3.5	4.4 e 4.8	5.1	6.2	QPD2
[S11]	Público	IAAS	3.2	4.5	5.1	6.3	QPD2
[S13]	Público	IAAS	3.1	4.4, 4.12.2 e 4.12.3	5.2	6.2	QPD2
[S16]	Público	PAAS e IAAS	3.5	4.4	5.1	6.1	QPD2 e QPD3
[S25]	Privado	IAAS	NM	4.17	5.2	6.1	QPD2
[S31]	Público	SAAS e PAAS	3.3, 3.4 e 3.8	4.6 e 4.9	5.2	6.3	QPD2
[S32]	Público	PAAS	NM	4.4, 4.9, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 e 4.18	5.1	6.1	QPD3
[S40]	Público	IAAS	3.1	4.4 e 4.12	5.2	6.3	QPD4
[S44]	Público	PAAS	3.2	4.5	5.2	6.3	QPD2 e QPD3
[S45]	Híbrido	IAAS	3.1	4.4	5.2	6.3	QPD2
[S46]	Privado	SAAS	NM	4.17	5.2	6.2	QPD4
[S49]	NM	SAAS	NM	4.2, 4.11, 4.13 e 4.17	5.2	6.2	QPD4
[S50]	Privado	PAAS	NM	4.4 e 4.5	5.1	6.3	QPD2
[S54]	Público	IAAS	3.1	4.4 e 4.5	5.2	6.3	QPD4
[S55]	Público	IAAS e PAAS	3.1, 3.2, 3.5 e 3.7	4.4 e 4.5	5.2	6.2	QPD4
[S56]	Público	IAAS	3.1 e 3.5	4.4, 4.12.1 e 4.12.2, 4.12.3 e 4.12.4	5.2	6.3	QPD4
[S57]	Público	IAAS	3.1, 3.2 e 3.7	4.1, 4.3, 4.4, 4.5, 4.10, 4.17, 4.19, 4.7, 4.12.1, 4.12.2 e 4.12.3	5.2	6.2	QPD4

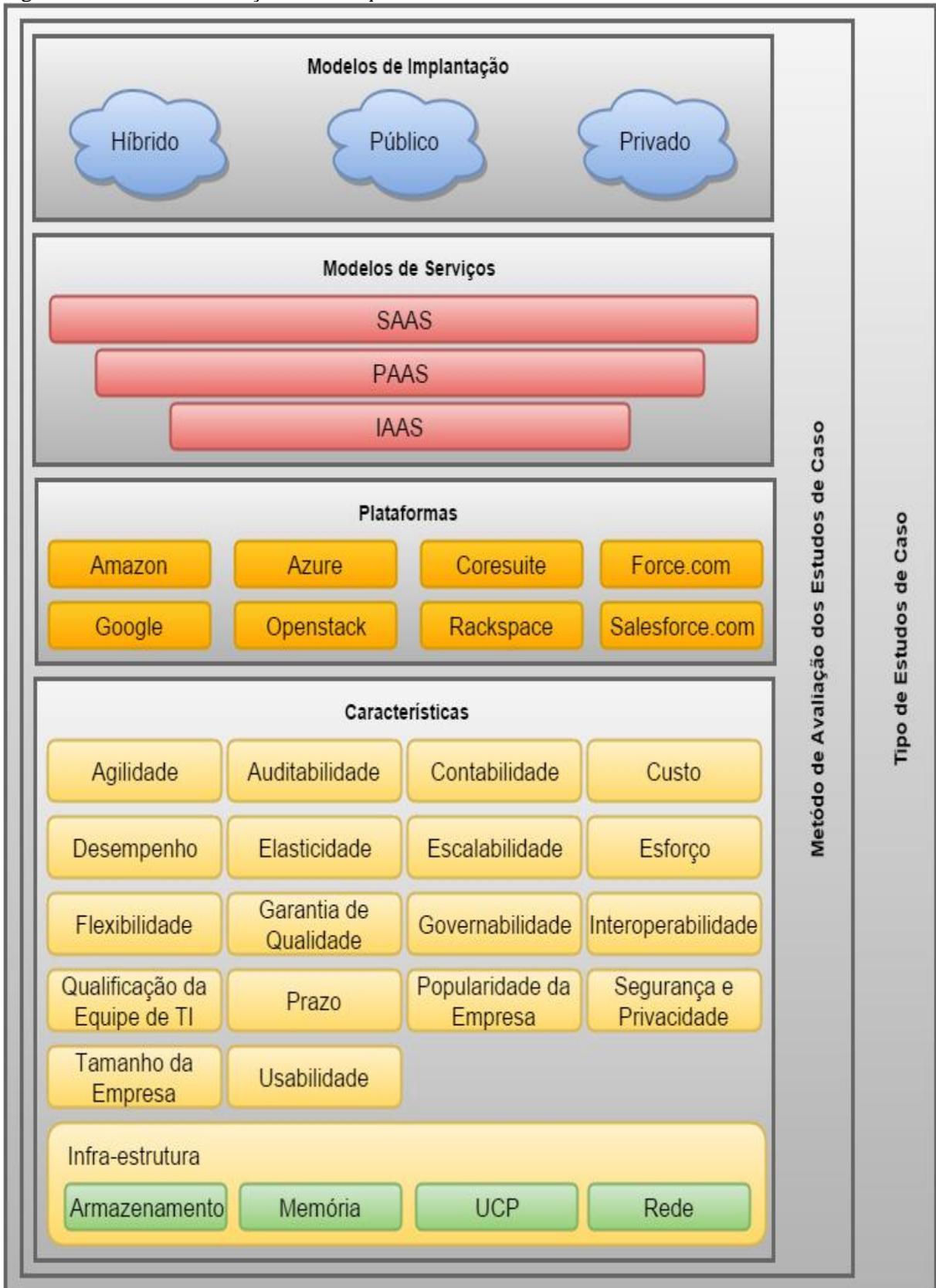
NM = Não Mencionado

<sup>4</sup> O campo ID indica a numeração do artigo que contém o estudo de caso selecionado para a caracterização discutida neste capítulo.

#### **5.3.1.4 Estágio 4: Análise do Repositório**

A estratégia para análise do repositório utilizou a hierarquia entre os elementos com os seguintes níveis de abstração: Modelos de Implantação, Modelos de Serviços, Plataforma e Características. No nível de Modelos de Serviços foi criado um subnível contendo o nível superior SAAS, o nível intermediário PAAS e o nível inferior IAAS. E no nível de Características foi necessário criar um subnível na característica infraestrutura onde foram relacionadas as características Memória, Processador, Rede e Armazenamento. Podem ser observados ainda a presença de mais dois elementos Método de Avaliação de Estudo de Caso e Tipo de Estudo de Caso que se relacionam de forma transversal com os outros elementos citados. O diagrama completo contendo os elementos e seus relacionamentos é apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Níveis de Abstração e Hierarquia de Elementos dos Estudos de Caso



## 5.4 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO SELECIONADOS

Esta subseção apresenta a análise dos estudos de caso selecionados utilizando a estratégia apresentada anteriormente. A leitura de cada estudo de caso selecionado teve o objetivo de identificar elementos relevantes para a análise. Nas subseções a seguir os elementos identificados em cada estudo de caso são numerados de acordo com a estrutura proposta no metamodelo representado na Figura 8.

### 5.4.1 Estudo de caso S2: Avaliação da Ferramenta Modelagem de Custos

Foco: Avaliar a ferramenta de Modelagem de Custos (Cloud Adoption Toolkit) através da comparação de custos de 3 opções: Compra de servidores físicos; Aluguel de recursos equivalentes na nuvem; Usar a elasticidade da nuvem.

No estudo de caso S2, foi avaliada a migração para o modelo de implantação de nuvem **Público (1.1)**, e o modelo de serviços **IAAS (2.3)**. Também foi utilizado o provedor **Amazon (3.1)** Web Services nesta avaliação baseado nos **custos (4.4)** de migração. Com o objetivo de **validar a ferramenta de Modelagem de Custo (6)** parte integrante do kit de ferramentas Cloud Adoption Toolkit esta foi utilizada para investigar a **viabilidade (5)** de migração de alguns dos serviços da escola de computação da Universidade de St Andrews para a nuvem.

### 5.4.2 Estudo de caso S8: Viabilidade de Migração de Web Service

Foco: Demonstrar a viabilidade de migração de uma solução de serviço web para a nuvem.

O estudo de caso S8 utilizou o modelo de implantação de nuvem **Privado (1.2)**, e o modelo de serviços **IAAS (2.3)**. Foi utilizado o **Openstack (3.6)** para implantar dois servidores de nuvem privada. O primeiro servidor hospedou um web service e o segundo hospedou um database service. Os servidores físicos e equipamentos de rede foram substituídos por instâncias virtuais executando em um ambiente controlado. **Não foram mencionadas as características (4)** avaliadas. Foi apresentado um **estudo de viabilidade (5)** na migração de uma solução de web service para a nuvem e a implementação do sistema exigiu somente a criação e execução de máquinas virtuais e **comparação dos resultados(6)** obtidos.

### 5.4.3 Estudo de Caso S9: Avaliação de Ferramentas do Projeto ARTIST

Foco: O artigo propõe três ferramentas: Avaliação de Maturidade, Viabilidade Técnica e Viabilidade de Negócios e o estudo de caso visa provar a validade desta abordagem.

Em S9, o artigo propõe três ferramentas: Avaliação de Maturidade, **Viabilidade Técnica (5)** e **Viabilidade de Negócios (5)** que fazem parte do projeto ARTIST e o estudo de caso visa provar a **validade (6)** desta abordagem. No estudo de caso foi conduzido um experimento com uma aplicação já existente chamada PetStore escrita em Java. Utilizando um modelo de implantação **Público (1.1)**. A aplicação PetStore segue um modelo de aplicações de comércio eletrônico onde clientes podem comprar animais de estimação online usando um browser web. O **Google App Engine (3.5)** foi o ambiente de nuvem escolhido neste experimento e foram avaliados o **custo (4.4)** e **esforço (4.8)** de implementação da aplicação PetStore em um modelo de serviço **SAAS (2.2)**.

### 5.4.4 Estudo de Caso S11: Viabilidade de Migração de Servidor FTP

Foco: Estuda a viabilidade de migração de um servidor FTP para a nuvem a apresenta potenciais benefícios e problemas da migração.

O estudo de caso S11 apresenta o **estudo de viabilidade (5)** a migração de um servidor de FTP tradicional para a nuvem. Foi implementado um servidor de FTP na nuvem **Pública (1.1)** com modelo de serviços **IAAS (2.3)** usando o **Windows Azure (3.2)** com o recurso de elasticidade habilitado, baseado nisso foi criado um **benchmark (6) de desempenho (4.5)** com o objetivo de ilustrar os benefícios e problemas relacionados a migração de aplicações tradicionais para a nuvem.

### 5.4.5 Estudo de Caso S13: Avaliação da Ferramenta D2CM

Foco: O objetivo deste estudo de caso é avaliar a ferramenta D2CM proposta.

O objetivo deste estudo de caso é **investigar aplicabilidade e usabilidade da ferramenta (5) (6)**. Foi utilizado o modelo de implantação **Público (1.1)**, o modelo de serviços **IAAS (2.3)** e a ferramenta Desktop-to-Cloud-Migration (D2CM) para migrar o estudo de caso de eletroquímica para o **Amazon EC2 (3.1)**. A ferramenta D2CM integra

várias bibliotecas de softwares para facilitar a transformação, migração e gerenciamento de experimentos de computação executando na nuvem. **Processador (4.12.2)**, **memória (4.12.3)** e **custos (4.4)** são avaliados.

#### 5.4.6 Estudo de Caso S16: Estudo de Viabilidade e Análise de Dificuldades

Foco: O estudo de caso foca na migração de três aplicações existentes usadas na empresa British Telecom para o Google App Engine: uma aplicação baseada em Java e duas outras baseadas em Python.

O artigo propõe uma lista de verificação de compatibilidades que serve como guia para estimar o **custo (4.4)** da migração de um aplicação para a nuvem **Pública (1.1)**, em particular **quanto esforço é necessário para adaptar aplicações (6)** para um serviço **PAAS (2.2)** selecionado. O estudo de caso apresenta a migração de três aplicações legadas para a nuvem. Foi estudada a viabilidade de migração das três aplicações para um serviço **IAAS (2.3)**, que envolve somente o custo de implementar o gerenciamento de recursos e pode ocorrer sem que seja necessário modificar código, entretanto concluiu-se que o custo de migração dessas aplicações para nuvem iria ser maior do que o custo de adapta-las para um serviço **PAAS (2.2)**. Então foram discutidas as modificações necessárias nas três aplicações citadas para migra-las para o **Google App Engine (3.5)** e assim baseado no esforço **determinar a viabilidade (5)** e o **custo (4.4)** da migração.

#### 5.4.7 Estudo de caso S25: Aspectos de Segurança na Migração

Foco: Avaliar aspectos de segurança na migração de sistemas e-saúde. O estudo de caso descreve a migração de um sistema de registro eletrônico de saúde chamado “Melhor” desenvolvido pela empresa Siemens Healthcare e usado por várias administrações regionais na Suíça, para gerenciar dados de pacientes.

Neste estudo de caso, foi abordada a **experiência (5)** de migração de um sistema de saúde chamado *Melior* para um serviço de nuvem **IAAS (2.3)** utilizando máquinas virtuais. São **avaliados os riscos de segurança introduzidos pelo processo de gestão de máquinas virtuais (6)** e ao final foi proposto um conjunto de procedimentos para mitigar esses riscos. Esse **requisitos de segurança (4.17)** foram obtidos com base na experiência de migração do

“Melior” para uma nuvem **IAAS (2) Privada (1)**. Não foi mencionada a plataforma de serviço de nuvem utilizada (3).

#### 5.4.8 Estudo de caso S31: Comparação entre Duas Migrações

Foco: Comparação da migração de sistemas empresariais de duas empresas diferentes para a nuvem.

O estudo de caso S31, trata de um **estudo de viabilidade (5)** através **comparação de resultados (6)** entre dois estudos de caso de migração de sistemas legados de ERP das empresas Kardex e Valiant para a nuvem **Pública (1.1)**. Foram utilizados os modelos de serviços **SAAS (2.1)** e **PAAS (2.2)**, usando **Salesforce.com (CRM) (3.8)** e **Force.com (PAAS) (3.4)** para migrar o sistema da Valiant e o modelo de serviços **PAAS (2.2)**, usando o **coresuite cloud (PAAS) (3.3)** para migrar o sistema da Kardex. As principais características consideradas para avaliar as soluções adotadas foram a **flexibilidade (4.9)** e a **escalabilidade (4.6)** proporcionadas pela computação em nuvem.

#### 5.4.9 Estudo de caso S32: Seleção de Modelo de Implantação de Serviços

Foco: Determinar qual o modelo de implantação de serviços deve ser usado para adoção da nuvem em um sistema de contabilidade.

Através da **análise das dificuldades (6)** encontradas o estudo de caso visa: estudar a **viabilidade (5)** de migração do sistema de contabilidade para a nuvem, determinar o modelo de serviço a ser adotado, verificar as dificuldades a serem enfrentadas e os identificar os fatores que afetam esta migração. Foi escolhido o modelo de implantação **Público (1.1)**, o modelo de serviços adotado foi o **PAAS (2.2)** e os fatores avaliados foram a **flexibilidade (4.9)**, o **custo (4.4)**, a **popularidade (4.15)** e o **tamanho da empresa (4.18)**, **segurança e privacidade (4.17)**, o **prazo (4.14)**, e a **qualificação da equipe de TI (4.16)**. Não foi mencionada a plataforma de serviços de nuvem (3) utilizada.

#### 5.4.10 Estudo de caso S40: Seleção da Configuração de uma Instância Amazon EC2

Foco: Determinar a configuração mais adequada em uma instância EC2.

Este estudo de caso foi utilizado para exemplificar a modelagem abordada no artigo S40, **determinar a configuração mais adequada em uma instância EC2 (5)**, que apresenta a utilização de um modelo de implantação **Público (1.1)** e de serviços **IAAS (2.3)** e a descrição do **Amazon EC2 (3.1)** como um modelo característico. Para avaliar este modelo são monitorados elementos de **infra-estrutura (4.12)** e **custo (4.4)** e ao final os autores **através da comparação dos resultados obtidos (6)** sugerem a configuração de uma instância usando o modelo de recursos EC2.

#### **5.4.11 Estudo de caso S44: Comparação do Desempenho após a Migração**

Foco: Provar que o desempenho da aplicação não diminui após sua migração para nuvem.

Neste estudo de caso, foi tratada a migração de um aplicação .Net web para uma plataforma **Azure (3.2)** com o objetivo de **mostrar as vantagens (5)** de uso do modelo de serviços **PAAS (2.2)** em uma nuvem **Pública (1.1)**. Depois da migração da aplicação para a nuvem o foi necessário **comparar os resultados (6)** de **desempenho (4.5)** entre a implantação na nuvem e a implantação local para provar que o desempenho de aplicações não deteriora quando essas aplicações são migradas para nuvem.

#### **5.4.12 Estudo de caso S45: Teoria dos Jogos para Estimar Custo da Migração**

Foco: A co-localização é discutida como uma opção. Uma instalação que abriga vários servidores do cliente pode ser muito grande e, pode haver economias de escala em favor de um fornecedor de co-localização.

Em S45, **A co-localização é discutida como uma opção (5)**. Através da **comparação do cálculo (6)** de **custo (4.4)** total de propriedade de um novo data center com o custo de uma instalação local e uso dos serviços do **Amazon EC2 (3.1)**. Foi utilizado um modelo de mercado de teoria dos jogos a fim de estimar preços futuros em cenários de nuvem **Híbrida (1.3)** usando **IAAS (2.3)**.

#### **5.4.13 Estudo de caso S46: Seleção de Provedores de Serviços**

Foco: Demonstrar a aplicabilidade do framework proposto para apoiar a seleção de provedores baseado nos requisitos de segurança e privacidade.

Para **demonstrar a aplicabilidade (5) do framework proposto (6)** em S46, foi executado um estudo de caso do mundo real baseado no desenvolvimento de uma solução que usa serviços de nuvem **SAAS (2.1)** e modelo de implantação **Privado (1.1)** para o domínio de pontos eletrônicos de venda. O objetivo do projeto analisado é desenvolver uma solução baseada em nuvem para permitir a empresa EPOS Ltda. distribuir seus pontos eletrônicos de venda pela nuvem e gerenciar remotamente seus problemas de licenciamento e manutenção. Em outras palavras a empresa EPOS Ltda. tem como objetivo disponibilizar a funcionalidade de softwares como serviço (**SAAS (2.1)**) para seus clientes. O estudo de caso então foca na seleção de um provedor de nuvem baseado nos requisitos de **segurança e privacidade (4.17)** necessários a implantação da aplicação de ponto de venda eletrônico usando o modelo de implantação de nuvem Privado. Foram avaliados três provedores de serviços de nuvem, mas **por razões de confidencialidade o estudo não identifica os provedores de nuvem analisados (3)**.

#### **5.4.14 Estudo de caso S49: Seleção de Provedores de Serviços**

Foco: Verificar se o framework proposto FAGI funciona no mundo real.

O estudo de caso S49 tem como objetivo validar **a aplicação do (5) framework proposto Function, Auditability, Governability and Interoperability (FAGI) (6)** em um projeto real. Foi escolhida uma escola canadense para conduzir o piloto. O processo de seleção de um provedor de serviços de nuvem parceiro para esta instituição consiste na escolha do provedor mais adequado, que seja seguro, auditável, governável e portátil. Foram avaliados a **segurança (4.17)**, **auditabilidade (4.2)**, **governabilidade (4.11)** e **Interoperabilidade (4.13)** em seis provedores de serviços de nuvem utilizando o modelo de serviços **SAAS (2.1)**. **Não foram mencionados a plataforma de serviços de nuvem (3) e o modelo de implantação utilizados (1)**.

#### **5.4.15 Estudo de caso S50: Migração de uma Aplicação de Mineração de Textos**

Foco: Documenta a migração de uma aplicação de mineração de textos para nuvem atuando como proxy de qualquer aplicação legada.

Este estudo de caso documenta a migração de uma aplicação de mineração de textos para a nuvem com objetivo de determinar a **viabilidade (5)** de sua migração. Esta aplicação atua como proxy para qualquer aplicação existente. Foi adotado o modelo de implantação de nuvem **Privado (1.1)** e o modelo de serviços **PAAS (2.2)**. Não foi mencionado a **Plataforma (3)** utilizada. Foram avaliados **custo (4.4)** e **desempenho (4.5)** através da utilização de **benchmark de tempo e uso do Hadoop (6)**.

#### **5.4.16 Estudo de caso S54: Seleção da Configuração de uma Instância Amazon EC2**

Foco: Medir o desempenho de todos os tipos e configurações de Servidores Virtuais Dedicados disponíveis no Amazon EC2.

Com o objetivo de **medir o desempenho (5) de todos os tipos e configurações de Servidores Virtuais Dedicados (6)** disponíveis no **Amazon EC2(3)**. Foi identificado o modelo de implantação **Público (1.1)**, e o modelo de serviços **IAAS (2.3)**. O estudo de caso não aborda um estudo de viabilidade. O desempenho foi medido através mensuração de **custo (4.4)** e **desempenho (4.5)** na execução de **máquinas virtuais (6)** em cada tipo de configuração.

#### **5.4.17 Estudo de caso S55: Avaliação da Ferramenta CloudCMP**

Foco: Verificar se os resultados de benchmark do CloudCmp são consistentes com o das aplicações no mundo real.

Neste estudo de caso, foram implantadas três aplicações simples na nuvem para **verificar se os resultados de benchmark do CloudCmp são consistentes com o desempenho experimentado por aplicações reais (5)**. O **CloudCmp (6)** é um comparador sistemático de **desempenho(4.5)** e **custo(4.4)** de provedores de nuvem. O artigo foca na comparação de provedores de nuvem **Pública (1.1)** e utiliza modelos de serviços (**IAAS (2.3)** e **PAAS (2.2)**). No estudo foram utilizados os provedores de nuvem **Amazon AWS (3.1)**, **Microsoft Azure 3.2)**, **Google App Engine (3.5)** e **Rackspace(3.7)**.

#### **5.4.18 Estudo de caso S56: Comparação entre Provedores de Serviços**

Foco: Comparação entre Google Compute Engine (GCE) e Amazon EC2.

Em S56, foi realizado um benchmark no **Google Compute Engine (GCE) (3.5)** e comparado ao **Amazon EC2 (3.1)**, para ajudar a **entender a capacidade do GCE em lidar com problemas científicos (5)**. Foi utilizado o modelo de implantação **Público (1)**, o modelo de serviços **IAAS (2)**. A avaliação foi efetuada através de um **benchmark de acesso a rede, custo, memória, armazenamento e processamento (4)**. E usa **máquinas virtuais (6)** na sua avaliação.

#### 5.4.19 Estudo de caso S57: Avaliação do Framework SMICloud

Foco: Mostrar a aplicabilidade do framework proposto

Neste estudo de caso, é **mostrada a aplicabilidade do framework Service Measurement Index Cloud (SMICloud) (5)** no artigo S57. O framework SMICloud é um mecanismo para medir e priorizar os serviços de nuvem. O modelo de implantação **Público (1)** e o modelo de serviços **IAAS (2.3)** foram utilizados nos provedores **Amazon (3.1)**, **Microsoft Azure (3.2)**, **Rackspace (3.7)** e as características avaliadas são **Contabilidade (4.3)**, **Agilidade (4.1)**, **Garantia de Qualidade (4.10)**, **Custo (4.4)**, **Desempenho (4.5)**, **Segurança (4.17)**, **Usabilidade (4.19)**, **Elasticidade (4.7)**, **Processador (4.12.2)**, **Memória (4.12.3)** e **Armazenamento (4.12.1)**. Utiliza o **framework proposto (6)** na avaliação.

### 5.5 DISCUSSÃO E RESULTADOS OBTIDOS

Em relação ao **Objetivo Específico 1**, tem-se que através da estratégia descrita na seção 5.3 foram selecionados estudos de caso considerados relevantes e a partir destes artigos foi elaborado o repositório representado na Tabela 9 que atende ao objetivo.

Em relação ao **Objetivo Específico 2**, tem-se que a partir da análise dos dados integrantes do repositório (Tabela 9) foi possível consolidar as informações hierarquicamente em quatro níveis de abstração representados pelas colunas Modelos de Implantação, Modelos de Serviços, Plataforma e Características e de forma transversal os elementos Tipo de Estudos de Caso e Método de Avaliação dos Estudos de Caso

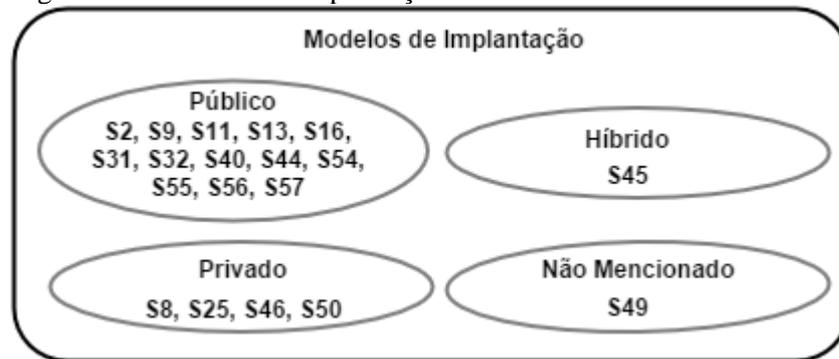
Em relação ao **Objetivo Específico 3**, tem-se que de forma didática optou-se pela análise em separado de cada nível de abstração. A partir da subseção 5.4, onde foram discutidas as evidências de cada estudo de caso e sua relação com os níveis de abstração e

hierarquia de elementos dos estudos de caso (Figura 9), nas seções a seguir serão identificados padrões e tendências no planejamento e execução de estudos de caso relacionados ao tema que atendem este objetivo.

### 5.5.1 Análise dos Modelos de Implantação

Como resultado da análise dos Modelos de Implantação tem-se que o cenário apresentado na Figura 10 revela ênfase para o uso de modelos de implantação Público. Isto ocorre em a 68% dos estudos de casos.

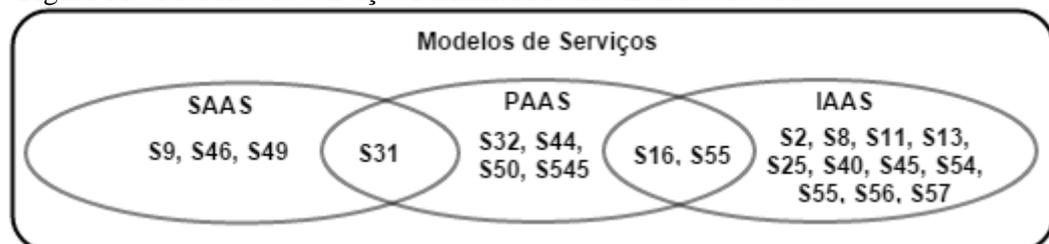
Figura 10 - Modelos de Implantação Identificados nos Estudos de Caso



### 5.5.2 Análise dos Modelos de Serviços

Com relação ao Modelo de Serviços, a análise revela uma tendência para o uso do modelo IAAS que corresponde a 68% dos estudos analisados. Isto pode ser observado através do cenário apresentado na Figura 11.

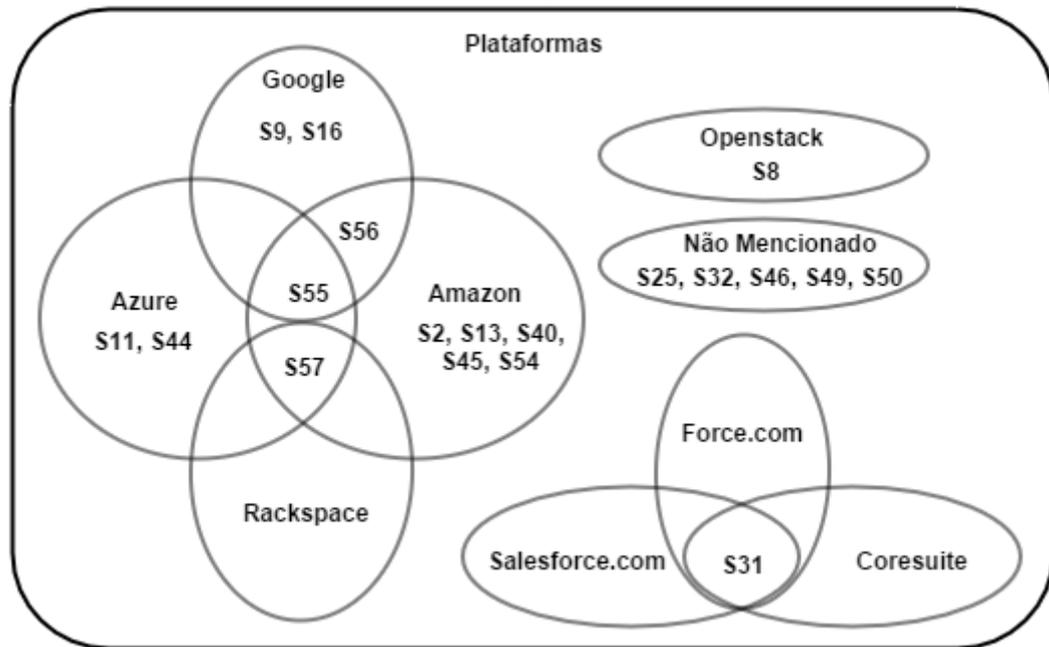
Figura 11 - Modelos de Serviços Identificados nos Estudos de Caso



### 5.5.3 Análise das Plataformas

A partir da análise da Figura 12, observa-se uma preferência pelo uso Plataforma de Nuvem Amazon. Isto ocorre em 42% dos estudos analisados. Há ainda que se considerar cinco estudos de casos que por motivos éticos não mencionaram os nomes dos provedores de serviços estudados, e que podem ter utilizado o Amazon, o que aumentaria sua relevância no resultado da análise.

Figura 12- Plataformas Identificadas nos Estudo de Caso



### 5.5.4 Análise das Características

Ao observar a Tabela 10, pode-se concluir pela importância das características custo, desempenho e segurança e privacidade nas abordagens de estudo de caso analisadas. Sendo destes, a característica custo a mais relevante.

Com a adoção da nuvem as empresas diminuem a necessidade de espaço físico e recursos, a compra de servidores pode ser substituída por aluguel de recursos na nuvem, reduzindo assim os custos com manutenção, consumo de energia, compra de licenças de software e depreciação. Já o desempenho e, a segurança e privacidade são requisitos funcionais considerados prioritários pelos usuários. No que diz respeito a segurança em casos de desastres naturais, por exemplo, os servidores normalmente continuam disponíveis visto a política de segurança dos provedores de serviços localizados a quilômetros de distância da

sede da empresa. Quanto ao desempenho é possível alocar recursos na nuvem alterando as configurações no provedor permitindo assim rápido atendimento as necessidades da empresa e aumentando o desempenho em momentos de picos de processamento. O que torna os serviços oferecidos pela empresa estáveis e além disso após passada a demanda os recursos podem ser retornados a sua configuração inicial reduzindo os custos novamente. Então a infraestrutura alocada para os serviços contratados como memória, processamento e armazenamento são perspectivas que podem assumir diferentes prioridades dependendo do tipo e perfil do serviço prestado. E não somente cada item isolado, mas combinados entre si.

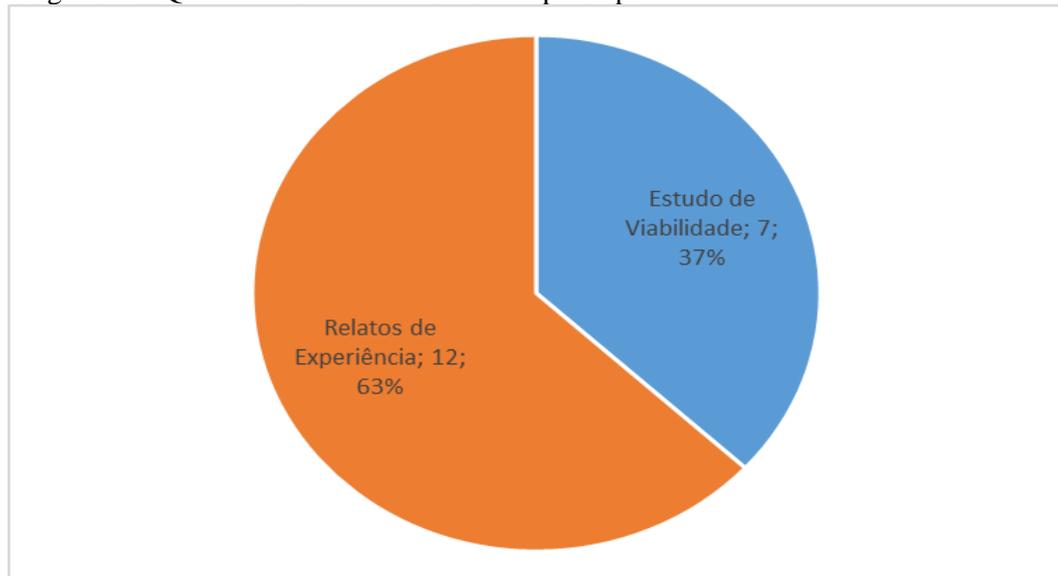
Tabela 10 - Consolidação de Evidências Coletadas dos Estudos de Caso

<b>Características</b>	<b>Estudos de Caso</b>	<b>Número de Estudos de Caso</b>
Custo	S2, S9, S13, S16, S32, S40, S45, S50, S54, S55, S57	11
Desempenho	S11, S44, S50, S54, S55, S57	06
Segurança e Privacidade	S25, S32, S46, S49, S57	05
Infraestrutura (Memória)	S13, S56, S57	03
Infraestrutura (Processador)	S13, S56, S57	03
Infraestrutura (Armazenamento)	S56, S57	02
Flexibilidade	S31, S32	02
Agilidade	S57	01
Auditabilidade	S49	01
Contabilidade	S57	01
Escalabilidade	S31	01
Elasticidade	S57	01
Esforço	S9	01
Garantia de Qualidade	S57	01
Governabilidade	S49	01
Infraestrutura (Rede)	S56	01
Interoperabilidade	S49	01
Prazo	S32	01
Popularidade da Empresa	S32	01
Qualificação da Empresa de TI	S32	01
Tamanho da Empresa	S32	01
Usabilidade	S57	01

### 5.5.5 Análise por Tipo de Estudos de Caso

Na figura 13, observa-se que os estudos de caso fazem referência com maior ênfase a relatos de experiência. O que sugere uma necessidade dos pesquisadores em obter uma quantidade maior de relatos de experiência para apoiar a migração de sistemas legados.

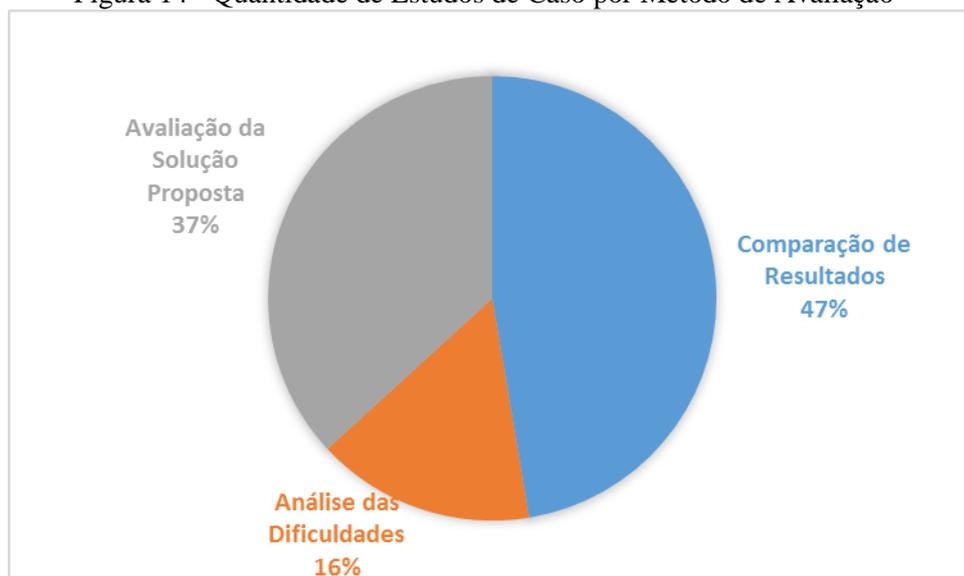
Figura 13 - Quantidade de Estudos de Caso por Tipo



### 5.5.6 Análise por Método de Avaliação dos Estudos de Caso

Na figura 14 pode-se observar uma predomínio nos estudos de caso pela identificação das dificuldades e resultados obtidos, juntos a Análise de Dificuldades e Comparação de Resultados representam 63% dos estudos, e por outro lado a validação de ferramentas e frameworks propostos nos estudos.

Figura 14 - Quantidade de Estudos de Caso por Método de Avaliação



## 5.6 LIMITAÇÕES E AMEAÇAS À VALIDADE DO ESTUDO

Os seguintes tipos de problemas de validade foram considerados na interpretação dos resultados desta avaliação.

**Validade da conclusão.** Pode haver um viés na extração de dados. No entanto, este foi abordado através da composição de um repositório de extração de dados para garantir a extração consistente de dados relevantes e responder aos objetivos específicos da pesquisa. Os resultados e as implicações são baseados nos dados extraídos.

**Validade interna.** Uma possível ameaça é o viés de seleção. Esta ameaça foi abordada durante a etapa de seleção de estudos de caso, ou seja, os estudos incluídos nesta caracterização foram identificados através de um processo de seleção exaustiva, que dispõe de múltiplos estágios.

**Validade da construção.** Os estudos identificados na caracterização foram obtidos a partir da seleção de publicações da revisão sistemática. Uma possível ameaça é o viés na seleção de publicações. Esta questão é abordada através de especificação de um protocolo de pesquisa que define a string de busca na pesquisa que pretendemos utilizar, a estratégia de pesquisa e a estratégia para extração de dados.

**Validade externa.** O número reduzido (19) estudos de caso utilizados no estudo de caracterização pode ser uma ameaça a validade externa deste estudo. Neste caso os resultados obtidos nesta caracterização podem ser questionados em relação a sua generalização. Entretanto, estes estudos de caso foram obtidos através dos artigos selecionados na revisão sistemática, em repositórios de publicações conhecidos e considerando como data de publicação a faixa de 2005 a 2015. Por esse motivo, tem-se que os 19 estudos utilizados na caracterização possuem certa representatividade enquanto amostra considerando o protocolo utilizado para sua seleção.

## 5.7 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo discorreu acerca da caracterização de estudos de caso realizada nesta dissertação. A seguir serão apresentadas as considerações finais desta dissertação, bem como resultados obtidos e perspectivas para trabalhos futuros.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação apresentou uma Caracterização da Adoção da Computação em Nuvem Baseada em Evidências da Literatura. Para esta finalidade, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura e uma análise de estudos de caso com o objetivo de responder as questões de pesquisa estabelecidas nesta dissertação.

Na Revisão Sistemática de Literatura (Capítulo 4) foi possível identificar, classificar e comparar evidências existentes de estratégias utilizadas pelas empresas para migrar para a nuvem, assim como a relação custo-benefício desta migração e a seleção de Provedores de Serviços de Nuvem. No total foram selecionados 66 estudos que foram evidências utilizadas para responder **QPD1 (Quais os estudos mais relevantes publicados na literatura que abordam a migração de sistemas legados para a nuvem?)**.

Para responder **QPD2 (Quais as estratégias utilizadas pelas empresas para adotar e migrar para computação em nuvem?)** foi possível observar que as empresas tendem a utilização de modelos de implantação de nuvem pública e modelos de serviços IAAS, visto uma menor complexidade de migração nestes casos (Capítulos 4 e 5).

Para responder **QPD3 (Quais fatores as empresas consideram para avaliar a relação custo-benefício da adoção e migração para a computação em nuvem?)** foram identificados como fatores relevantes o custo, desempenho e a segurança e privacidade respectivamente nesta ordem, sendo o custo considerado o fator mais importante (Capítulos 4 e 5).

Para responder **QPD4 (Como as empresas selecionam provedores de serviços de acordo suas necessidades e perfil?)** os estudos demonstram uma tendência das empresas na utilização de métodos como a análise das dificuldades, a comparação de resultados, e a avaliação de soluções propostas para avaliar oportunidades de migração ou adoção da nuvem e selecionar o provedor mais adequado.

Para responder **QPD5 (Como os estudos de caso publicados na literatura contribuem no contexto da migração de sistemas legados para a nuvem?)** foram utilizadas evidências identificadas na caracterização de Estudos de Caso relatados na literatura (Capítulo 5). Através desta caracterização foi possível identificar quais os principais elementos, padrões e tendências considerados no planejamento e execução no contexto de

adoção e migração para computação em nuvem. A partir desta análise foi apresentado um panorama de como os estudos de caso foram planejados. E os resultados destes estudos de caso poderão servir de referência para que empresas e pesquisadores as adotem quando do planejamento e execução de estudos de caso abordando a adoção e migração para a computação em nuvem.

## 6.1 CONTRIBUIÇÕES

Compartilhamento das informações apresentadas nos resultados da revisão sistemática e da caracterização de estudos de caso para apoiar a tomada de decisão no planejamento de estudos de caso relacionados à migração para nuvem. Obtidas através da identificação de fatores e estratégias relevantes para a adoção da computação em nuvem, bem como o desenvolvimento de um senso do peso relativo da relação custo-benefício, da seleção de provedores e seus respectivos serviços e de padrões e tendências no uso de modelos de implantação, modelos de serviços, características relevantes, tipos de estudos de caso e métodos de avaliação.

Foi possível perceber uma tendência das empresas quanto à utilização do modelo de implantação Público uma vez que o aluguel de recursos na nuvem em alguns reduz os gastos com imobilização de capital, obsolescência, manutenção de hardware, compra e atualização de licenças e pessoal qualificado de TI.

Também percebeu-se uma tendência no uso do modelo de serviços IAAS. Em virtude da menor complexidade de migração para a nuvem neste caso. Normalmente utilizam-se máquinas virtuais. Pois ao migrar para a nuvem usando PAAS é necessário adaptar as aplicações e por muitas vezes reescrever o código fonte, substituir bibliotecas e APIs que podem ser incompatíveis com o provedor de serviços de nuvem escolhido, isto torna o esforço de maior e aumenta o custo da migração. Vide exemplo de migração no estudo de caso relatado por (Vu e Asal, 2012). Nos dois casos acima vale a pena considerar a análise do potencial de relação custo/benefício quando uma empresa que está no cenário tradicional adota o modelo IAAS ou o modelo PAAS.

Observa-se ainda uma maior ênfase aos relatos de experiência o que pode significar uma necessidade dos profissionais e pesquisadores em obter mais conhecimento sobre experiências de migração para nuvem.

Os métodos de avaliação de oportunidade de migração para a nuvem ou ainda de seleção de provedores, incluem à análise das dificuldades de migração e a comparação de resultados das características consideradas mais relevantes como custo, desempenho e a segurança e privacidade.

A leitura dos artigos permitiu ainda observar uma tendência à adoção da computação em nuvem principalmente por pequenas e médias empresas onde prevalece o custo como o fator mais importante, uma vez que grandes empresas conseguem patrocinar os seus custos de Infraestrutura de TI com mais facilidade. O modelo de implantação de nuvem Público torna-se mais atraente pela utilização do método *pay as you go*. O método *pay as you go*, ou seja, pagar somente pelo que consome oferece as pequenas e médias empresas a capacidade de dimensionar melhor seus recursos, sem que sejam necessários grandes investimentos em recursos de TI e permite ainda a essas empresas focar na sua atividade fim. Já com relação ao uso do modelo de serviços IAAS a utilização de máquinas virtuais facilita a migração de recursos para a nuvem, a virtualização permite as empresas transferir servidores inteiros para a nuvem.

Por último, observa-se ainda uma tendência das empresas em utilizar concomitante o modelo de implantação Público, o modelo de serviços IAAS, a plataforma de nuvem Amazon e a avaliação de custos quando da migração para a nuvem. A utilização da plataforma de serviços Amazon não foi justificada.

## 6.2 LIMITAÇÕES

A escolha de uma amostra reduzida na caracterização de estudos de caso pode não expressar os resultados de forma generalizada. Além disso as técnicas utilizadas na análise de dados não permitiram descobrir as razões que conduzem aos padrões e tendências identificados. Contudo, os trabalhos podem servir como base para tomada de decisão na adoção da computação em nuvem.

## 6.3 TRABALHOS EM ANDAMENTO E FUTUROS

Recomenda-se a elaboração de outros estudos que possam auxiliar as empresas na adoção da computação em nuvem:

- a) O mesmo modelo de pesquisa pode ser repetido a fim de ampliar o escopo do estudo com a adição de artigos publicados após junho de 2015 e encontrar novas tendências.
- b) A adoção da computação em nuvem também pode ser avaliada do ponto de vista dos provedores de serviços considerando-se o atendimento as expectativas dos usuários e empresas, facilidades de uso dos serviços, aceitação, entre outros.
- c) E por último, podem ser realizadas novas pesquisas com empresas para obter os padrões e estratégias considerando os resultados obtidos nesta dissertação.

## REFERÊNCIAS

- BOND, James. **The enterprise cloud: best practices for transforming legacy IT**. [S.l.]: O'Reilly Media, 2015.
- Breivold, H. P. et al. Architecting for the cloud: A systematic review. In: COMPUTATIONAL SCIENCE AND ENGINEERING (CSE), 2014 IEEE 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2014. **Proceedings...** 2014.
- Brereton, P. et al. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. **Journal of systems and software**, v.80, n.4, p.571–583, 2007.
- Buyya, R. et al. Cloud computing and emerging it platforms: vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. **Future Generation computer systems**, v.25, n.6, p.599–616, 2009.
- CHEN, L. ; BABAR, M. A. A systematic review of evaluation of variability management approaches in software product lines. **Information and Software Technology**, v.53, n.4, p.344–362, 2011.
- COSTA, P. J. P. da ; CRUZ, A. M. R da. Migration to Windows Azure Analysis and Comparison. **Procedia Technology**, v.5, p.93–102, 2012.
- DAVIS, F. D. **User acceptance of information systems: the technology acceptance model (TAM)**. Michigan: University of Michigan Business School, 1987.
- DE PAULA, A.; CARNEIRO, G. Cloud Computing Adoption, Cost-Benefit Relationship and Strategies for Selecting Providers: A Systematic Review. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION OF NOVEL APPROACHES TO SOFTWARE ENGINEERING (ENASE), 11., 2016. **Proceedings...** 2016.
- DILLON, T.; WU, C.; CHANG, E. Cloud computing: issues and challenges. In: ADVANCED INFORMATION NETWORKING AND APPLICATIONS (AINA), 2010 24TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 24., 2010. **Proceedings...** 2010.
- DYBA, T. ; DINGSOYR, T. Empirical studies of agile software development: a systematic review. **Information and Software Technology**, v.50, n.9-10, p.833–859, 2008.
- GARG, S. K.; VERSTEEG, S. ; BUYYA, R. A framework for ranking of cloud computing services. **Future Generation Computer Systems**, v.29, n.4, p.1012–1023, 2013.
- GARRISON, G.; KIM, S.; WAKEFIELD, R. L. Success factors for deploying cloud computing. **Communications of the ACM**, v.55, n.9, p.62–68, 2012.
- GIRIRAJ, M. ; MUTHU, S. From cloud computing to cloud manufacturing. **Communications in Computer and Information Science, 330 CCIS**, v.1, p.303–312, 2012.
- GUPTA, P.; SEETHARAMAN, A. ; RAJ, J. R. The usage and adoption of cloud computing by small and medium businesses. **International Journal of Information Management**, v.33, n.5, p.861–874, 2013.

JAMSHIDI, P.; AHMAD, A.; PAHL, C. Cloud Migration Research: A Systematic Review. **IEEE Trans. Cloud Comput.**, v.1, n.2, p.142–157, 2013.

KITCHENHAM, B. ; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. **Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE**, 2007.

KOUSIOURIS, G. ; KYRIAZIS, D. Legacy applications on the cloud: Challenges and enablers focusing on application performance analysis and providers characteristics. In: CLOUD COMPUTING AND INTELLIGENT SYSTEMS (CCIS), IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2., 2012. **Proceedings...** 2012.

KUNSEMOLLER, J. ; KARL, H. A game-theoretic approach to the financial benefits of infrastructure-as-a-service. **Future Generation Computer Systems**, v.41, p.44–52, 2014.

Li, A., Yang, X., Kandula, S., and Zhang, M. (2010). Cloudcmp: comparing public cloud providers. In: ACM SIGCOMM CONFERENCE ON INTERNET MEASUREMENT, 10., 2010. **Proceedings...** 2010.

LI, Q. et al. Towards the business–information technology alignment in cloud computing environment: an approach based on collaboration points and agents. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v.24, n.11, p.1038–1057, 2011.

LI, Z. et al. Towards a taxonomy of performance evaluation of commercial cloud services. In: CLOUD COMPUTING (CLOUD), INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 5., 2012. **Proceedings...** 2012a.

LI, Z. et al. On a catalogue of metrics for evaluating commercial cloud services. In: ACM/IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRID COMPUTING, IEEE Computer Society , 13., 2012. **Proceedings...** 2012b.

Li, Z. et al. On evaluating commercial cloud services: A systematic review. **Journal of Systems and Software**, v.86, n.9, p.2371–2393, 2013a.

Li, Z. et al. Early observations on performance of Google compute engine for scientific computing. Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2013 In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 5., 2013. **Proceedings...** 2013b.

MAHESH, S et al. A decision table for the cloud computing decision in small business. **Information Resources Management Journal**, v.24, n. 3, jul. 2011

MELL, P. ; GRANCE, T. **The nist definition of cloud computing**. [S.l.]: National Institute of Standards and Technology. Information Technology Laboratory. Computer Security Division. Technical Report, 2011.

NOBLIT, G. W. ; HARE, R. D. **Meta-ethnography: synthesizing qualitative studies**, volume 11. Newbury Park, CA: Sage, 1988.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 4. ed. New York: The Free Press. A division of Simon and Schuster INC., 2010.

- SADIGHI, M. Accounting system on cloud: a case study. Information technology: new generations (ITNG). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 11., 2014. **Proceedings...** 2014.
- SEFRAOUI, O.; AISSAOUI, M. ; ELEULDJ, M. Cloud computing migration and it resources rationalization. In: MULTIMEDIA COMPUTING AND SYSTEMS (ICMCS), 2014 INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2014. **Proceedings...** 2014.
- TANG, C. ; LIU, J. 2015. Selecting a trusted cloud service provider for your saas program. **Computers & Security**, v.50, p.60–73, 2015.
- TORNATZKY, L. ; FLEISCHER, M. **The process of technology innovation, lexington, ma.** [S.l.]: Lexington Books, 1990.
- TROTT, P. The role of market research in the development of discontinuous new products. **European Journal of Innovation Management**, v.4, p.117–125, 2001.
- VELTE, T.; VELTE, A.; ELSENPETER, R. **Cloud computing, a practical approach.** [S.l.]: McGraw-Hill, Inc., 2009.
- VU, Q. H. ; ASAL, R. Legacy application migration to the cloud: practicability and methodology. In: IEEE WORLD CONGRESS ON SERVICES, PAGES 270–277. IEEE. 8., 2012. **Proceedings...** 2012.
- WEISS, A. Computing in the clouds. **Computing**, v.16, 2007.
- Wu, J. et al. Migrating a digital library to a private cloud. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLOUD ENGINEERING, 2014. **Proceedings...** 2014.
- ZHANG, H. et al. Identifying relevant studies in software engineering. **Information and Software Technology**, v.53, n.6, p.625–637, 2011.
- ZHANG, Q.; CHENG, L.; BOUTABA, R. Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. **Journal of internet services and applications**, v.1, n.1, p.7–18, 2010.

**APÊNDICE A – LISTA DE ARTIGOS SELECIONADOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA**

<b>ID</b>	<b>Autor, Título</b>	<b>Local de Publicação</b>	<b>Ano</b>
S1	J.-F. Zhao and J.-T. Zhou, Strategies and Methods for Cloud Migration.	IJAC	2014
S2	A. Khajeh-Hosseini, D. Greenwood, J. W. Smith and I. Sommerville, The Cloud Adoption Toolkit: Supporting Cloud Adoption Decisions in the Enterprise. Top Ten Cited Paper According to Google Scholar	SPE	2012
S3	S. C. Misra and A. Mondal, Identification of a Companys Suitability for the Adoption of Cloud Computing and Modelling Its Corresponding Return on Investment. Top Ten Cited Paper According to Google Scholar	MCM	2011
S4	B. Rimal, A. Jukan, D. Katsaros and Y. Goeleven. Architectural requirements for cloud computing systems: an enterprise cloud approach. Top Ten Cited Paper According to Google Scholar	JGC	2011
S5	M. I. M. Almanea. A Survey and Evaluation of the Existing Tools that Support Adoption of Cloud Computing and Selection of Trustworthy and Transparent Cloud Providers.	INCoS	2014
S6	S. Frey, and W. Hasselbring, An Extensible Architecture for Detecting Violations of a Cloud Environments Constraints during Legacy Software System Migration.	CSMR	2011
S7	F. Fittkau, S. Frey and W. Hasselbring, CDOSim: Simulating cloud deployment options for software migration support.	MESOCA	2012
S8	O. Sefraoui, M. Aissaoui and M. Eleuldj, Cloud computing migration and IT resources rationalization.	ICMCS	2014
S9	J. Alonso, L. Orue-Echevarria, M. Escalante, J. Gorrnogoitia and D. Presenza, Cloud modernization assessment framework: Analyzing the impact of a potential migration to Cloud.	MESOCA	2013

<b>ID</b>	<b>Autor, Título</b>	<b>Local de Publicação</b>	<b>Ano</b>
S10	B. Wadhwa, A. Jaitly, and B. Suri, Cloud Service Brokers: An Emerging Trend in Cloud Adoption and Migration.	APSEC	2013
S11	L. Zhou, CloudFTP: A Case Study of Migrating Traditional Applications to the Cloud.	ISDEA	2013
S12	V. S. Sharma and S. Anwer, Detecting Performance Antipatterns before Migrating to the Cloud.	CloudCom	2013
S13	S. N. Srirama, V. Ivanistsev, P. Jakovits, and C. Willmore, Direct migration of scientific computing experiments to the cloud.	HPCSim	2013
S14	P. R. M. Andrade, R. G. Araujo, J. C. Filho, T. R. Pereira, A. B. Albuquerque, and N. C. Mendonca, Improving Business by Migrating Applications to the Cloud Using Cloudstep.	WAINA	2015
S15	A. Juan-Verdejo, S. Zschaler, B. Surajbali, H. Baars, and H.-G. Kemper, InCLOUDer: A Formalised Decision Support Modelling Approach to Migrate Applications to Cloud Environments.	SEAA	2014
S16	Q. H. Vu and R. Asal, Legacy Application Migration to the Cloud: Practicability and Methodology.	SERVICES	2012
S17	G. Kousiouris and D. Kyriazis, Legacy applications on the cloud: Challenges and enablers focusing on application performance analysis and providers characteristics.	SERVICES	2012
S18	J. Wu, P. Teregowda, K. Williams, M. Khabsa, D. Jordan, E. Treece, C. L. Giles, Migrating a Digital Library to a Private Cloud.	IC2E	2014
S19	A. Bergmayr, H. Brunelire, J. L. C. Izquierdo, J. Gorrogoitia, G. Kousiouris, D. Kyriazis, M. Wimmer, Migrating legacy software to the cloud with ARTIST.	CSMR	2013
S20	C. Pahl, and H. Xiong, Migration to PaaS clouds - Migration process and architectural concerns.	MESOCA	2013
S21	F. Wang, J. Liu, M. Chen and H. Wang, Migration Towards	TNET	2014

	Cloud-Assisted Live Media Streaming.		
<b>ID</b>	<b>Autor, Título</b>	<b>Local de Publicação</b>	<b>Ano</b>
S22	M. Manuja, Moving agile based projects on Cloud.	IAdCC	2014
S23	J. Banerjee, Moving to the cloud: Workload migration techniques and approaches.	HiPC	2012
S24	B. Cai, F. Xu, F. Ye and W. Zhou, Research and application of migrating legacy systems to the private cloud platform with cloudstack.	ICAL	2012
S25	A. Michalas, N. Paladi and C. Gehrman, Security aspects of e-Health systems migration to the cloud.	HealthCom	2014
S26	V. Andrikopoulos, Z. Song and F. Leymann, Supporting the migration of applications to the cloud through a decision support system.	CLOUD	2013
S27	H.-I. Wang, and C. Hsu, The paradigm framework of cloud migration based on BPR and gBPR.	ICAwST	2013
S28	S. Saadat and H. R. Shahriari, Towards a process-oriented framework for improving trust and security in migration to cloud.	ISCISC	2014
S29	B. P. Peddigari, Unified Cloud Migration Framework Using factory based approach.	INDCON	2014
S30	T. Parveen and S. Tilley, When to Migrate Software Testing to the Cloud?	ICSTW	2010
S31	T. Boillat and C. Legner, Why Do Companies Migrate Towards Cloud Enterprise Systems? A Post-Implementation Perspective.	CBI	2014
S32	M. Sadighi, Accounting System on Cloud: A Case Study.	ITNG	2014
S33	B. C. Tak, B. Uргаonkar and A. Sivasubramaniam, Cloudy with a Chance of Cost Savings.	TPDS	2012
S34	J. Opara-Martins, R. Sahandi and F. Tian, Critical review of vendor lock-in and its impact on adoption of cloud computing.	i-Society	2014
S35	L. Mastroeni and M. Naldi, Long-range Evaluation of Risk in the Migration to Cloud Storage.	CEC	2011
S36	C. -Y. Yam, A. Baldwin, S. Shiu and C. Ioannidis Migration to	TrustCom	2011

	Cloud as Real Option: Investment Decision under Uncertainty.		
<b>ID</b>	<b>Autor, Título</b>	<b>Local de Publicação</b>	<b>Ano</b>
S37	S. Yi, A. Andrzejak and D. Kondo Monetary Cost-Aware Checkpointing and Migration on Amazon Cloud Spot Instances.	TSC	2011
S38	N. Phaphoom, X. Wang, S. Samuel, S. Helmer and P. Abrahamsson A survey study on major technical barriers affecting the decision to adopt cloud services.	JSS	2015
S39	E. Park and K. J. Kim An Integrated Adoption Model of Mobile Cloud Services: Exploration of Key Determinants and Extension of Technology Acceptance Model.	TELE	2014
S40	J. Garca-Galn, P. Trinidad, O. F. Rana and A. Ruiz-Corts Automated configuration support for infrastructure migration to the cloud.	FGCS	2015
S41	X. Xu From cloud computing to cloud manufacturing. Top Ten Cited Paper According to Google Scholar	RCIM	2012
S42	M. Stieninger, D. Nedbal, W. Wetzlinger, G. Wagner and M. A. Erskine Impacts on the Organizational Adoption of Cloud Computing: A Reconceptualization of Influencing Factors.	PROTCY	2014
S43	M. J. OSullivan and D. Grigoras Integrating mobile and cloud resources management using the cloud personal assistant.	SIMPAT	2014
S44	P. J. P. da Costa and A. M. R. da Cruz. Migration to Windows Azure Analysis and Comparison.	PROTCY	2012
S45	J. Knsemller and H. Karl A game-theoretic approach to the financial benefits of infrastructure-as-a-service.	FGCS	2014
S46	H. Mouratidis, S. Islam, C. Kalloniatis and S. Gritzalis. A framework to support selection of cloud providers based on security and privacy requirements.	JSS	2013
S47	S. Le, H. Dong, F. K. Hussain, O. K. Hussain, E. Chang, L. Sun, E. Chang. Cloud service selection: State-of-the-art and future research directions.	JNCA	2014
S48	M. Ouedraogo and H. Mouratidis Selecting a Cloud Service	COSE	2013

	Provider in the age of cybercrime.		
--	------------------------------------	--	--

<b>ID</b>	<b>Autor, Título</b>	<b>Local de Publicação</b>	<b>Ano</b>
S49	C. Tang and J. Liu. Selecting a trusted cloud service provider for your SaaS program.	COSE	2015
S50	F. CRowe, J. Brinkley and N. Tabrizi. Migrating Legacy Applications to the Cloud.	CLOUDCOM	2013
S51	Z. Yang, J. Sun, Y. Zhang and Y. Wang. Understanding SaaS adoption from the perspective of organizational users: A tripod readiness model.	CHB	2014
S52	Z. Li, L. OBrien, R. Cai and H. Zhang. Towards a Taxonomy of Performance Evaluation of Commercial Cloud Services.	CLOUD	2012
S53	Z. Li, L. OBrien, H. Zhang and R. Cai. On a Catalogue of Metrics for Evaluating Commercial Cloud Services.	IWGC	2012
S54	R. Prodan and S. Ostermann. A Survey and Taxonomy of Infrastructure as a Service and Web Hosting Cloud Providers. Top Ten Cited Paper According to Google Scholar	IWGC	2009
S55	A. Li, X. Yang, S. Kandula and M. Zhang. CloudCmp: Comparing Public Cloud Providers. Top Ten Cited Paper According to Google Scholar	IMC	2010
S56	Z. Li, L. OBrien, R. Ranjan and M. Zhang. Early Observations on Performance of Google Compute Engine for Scientific Computing.	CLOUDCOM	2013
S57	S. K. Garg, S. Versteeg and R. Buyya. A framework for ranking of cloud computing services. Top Ten Cited Paper According to Google Scholar	FGCS	2013
S58	J. W. Lian, D. C. Yen, Y. T. Wang. An exploratory study to understand the critical factors affecting the decision to adopt cloud computing in Taiwan hospital.	IJIM	2014
S59	P. Gupta, A. Seetharaman, and J. R. Raj. The usage and adoption of cloud computing by small and medium businesses. Top Ten Cited Paper According to Google	IJIM	2013

<b>ID</b>	<b>Autor, Título</b>	<b>Local de Publicação</b>	<b>Ano</b>
	Scholar		

<b>ID</b>	<b>Autor, Título</b>	<b>Local de Publicação</b>	<b>Ano</b>
S60	P. F. Hsu, S. Ray and Y. Y. Li-Hsieh. Examining cloud computing adoption intention, pricing mechanism, and deployment model.	IJIM	2014
S61	T. Oliveira, M. Thomas and M. Espadanal. Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors.	IM	2014
S62	S. Frey, W. Hasselbring and B. Schnoor. Automatic conformance checking for migrating software systems to cloud infrastructures and platforms.	JSEP	2013
S63	M. Stieninger and D. Nedbal. Diffusion and Acceptance of Cloud Computing in SMEs Towards a Valence Model of Relevant Factors.	HICSS	2014
S64	Y. Alshamaila, S. Papagiannidis and F. Li. Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England. Top Ten Cited Paper According to Google Scholar	JEIM	2013
S65	A. Benlian, T. Hess and P. Buxmann. Drivers of SaaS-Adoption An Empirical Study of Different Application Types. Top Ten Cited Paper According to Google Scholar	BISE	2009
S66	M. Carcary, E. Doherty and G. Conway. The Adoption of Cloud Computing by Irish SMEs an Exploratory Study.	EJISE	2014