

André Faria Ruaro

**AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE COMPUTAÇÃO EM
NUVEM PARA EMPRESAS VIRTUAIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestrado em Engenharia de Automação e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo José Rabelo.

Florianópolis
2016

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

Ruaro, André Faria

Avaliação de ferramentas de computação em nuvem para
empresas virtuais / André Faria Ruaro ; orientador,
Ricardo José Rabelo - Florianópolis, SC, 2016.
143 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Automação e Sistemas.

Inclui referências

1. Engenharia de Automação e Sistemas. 2. Computação em
Nuvem. 3. Empresas Virtuais. 4. Pequenas e Médias
Empresas. I. Rabelo, Ricardo José . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Automação e Sistemas. III. Título.

AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM PARA EMPRESAS VIRTUAIS

André Faria Ruaro

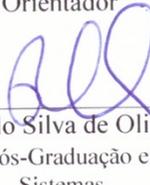
Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina
como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Engenharia
de Automação e Sistemas.

Florianópolis, 11 de março de 2016.



Prof. Ricardo José Rabelo, Dr.

Orientador



Prof. Rômulo Silva de Oliveira, Dr.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e
Sistemas

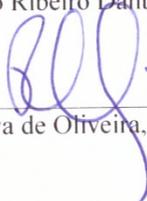
Banca Examinadora:



Prof. Carlos Barros Montez, Dr. – DAS / UFSC



Prof. Mário Antônio Ribeiro Dantas, Dr. – INE / UFSC



Prof. Rômulo Silva de Oliveira, Dr. – DAS / UFSC

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma doaram um pouco de si para que a conclusão deste trabalho se tornasse possível:

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades desta jornada.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

À minha esposa, Josiane, que acreditou e confiou na minha competência, me dando total incentivo para o ingresso e realização deste mestrado, que com amor e paciência, me deu apoio e ânimo nas horas difíceis, de desalento e cansaço.

Ao meu orientador, pelo empenho dedicado e paciência à elaboração deste trabalho.

À UFSC, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Automação e Sistemas, ao seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram esta nova conquista.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da conclusão desta etapa da minha formação, o meu muito obrigado.

"Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma".

(Antoine Laurent Lavoisier).

RESUMO

A globalização da economia mundial vem impondo novos patamares de competitividade às Pequenas e Médias Empresas (PMEs). Mais vulneráveis, têm buscado nas alianças estratégicas um modelo de sustentabilidade que as permita ser mais eficazes e ágeis no atendimento das demandas do mercado. Um tipo proeminente de alianças são as Empresas Virtuais (EV). EV é uma rede de PMEs autônomas e distribuídas geograficamente que se unem temporariamente para a realização de um trabalho que requeira a junção de diferentes competências e/ou capacidades produtivas. Um dos principais aspectos que diferenciam redes tipo EV é o intenso e rotineiro uso da Internet e ferramentas de TI no suporte às transações técnico-financeiras realizadas entre empresas no transcorrer da execução do trabalho contratado. Porém, esse suporte informático exige investimento em TI pelas PMEs. Isto acaba por ser um grande problema dado às suas usuais grandes limitações de aquisição e manutenção em software, hardware e recursos humanos de TI. As alianças tipo EV se baseiam na ideia de compartilhamento de custos, recursos e riscos. Entretanto, pouco se observa um compartilhamento das infraestruturas de TI, o que pouparia investimentos e ao mesmo tempo se faria um uso mais racional delas. Esta dissertação explora a tecnologia de “computação em nuvem” (*cloud computing*) como uma abordagem de colaboração entre os membros de uma EV. Por um lado, um cenário de EVs traz um conjunto de requisitos que precisa ser considerado; por outro, há inúmeras ferramentas de nuvem no mercado, basicamente dos tipos SaaS, PaaS e IaaS. O trabalho desta dissertação explora o recorte analítico oriundo da intersecção desses dois pontos: quais seriam as mais adequadas ferramentas de nuvem para EV? Um trabalho bibliográfico foi realizado para melhor identificar os requisitos gerais de EVs assim como para selecionar adequadas ferramentas de nuvem. Posteriormente foi realizado um trabalho experimental com as ferramentas escolhidas (duas de SaaS, duas de PaaS e duas de IaaS), o que proporcionou não apenas um comparativo, mas também uma melhor compreensão das suas possibilidades e deficiências. Ao final, é feita uma análise quantitativa e qualitativa com um maior foco do ponto de vista do usuário final das empresas, sobre a adequabilidade de ferramentas de nuvem para EVs.

Palavras-chave: Computação em Nuvem. Empresa Virtual. Pequenas e Médias Empresas (PMEs).

ABSTRACT

The globalization of the world economy has been imposing higher and higher levels of competitiveness to Small and Medium sized Enterprises (SMEs). More vulnerable, they have sought for establishing strategic alliances as a means to reach more sustainable business models that leverage them to work more efficiently and agilely so as to cope with market demands. A prominent type of alliance is the Virtual Enterprise (VE). A VE is a temporary network of autonomous and geographically distributed set of SMEs that decide to work together to handle the execution of given projects requiring the union of different competences and production capacities. One of the main aspects that differentiate VEs is the intense and uneventful use of the Internet and IT tools to support the execution of all sort of financial and technical transactions among the enterprises. However, this need requires high investments in IT by SMEs. This ends up creating a relevant problem regarding the usual limitations of SMEs for buying and maintaining software, hardware and IT-related human resources. VEs are strongly based on the idea of sharing costs, resources and risks. Nevertheless, it is far from being usual the sharing of IT infrastructures, which might save investments and provide a more rational use of such resources at the same time. This thesis exploits the cloud computing technology as a IT approach to support the collaboration among VE members. If on the one hand VEs have some requirements to be supported, on the other hand there are several cloud computing tools already available in the market, basically under the form of SaaS, PaaS and IaaS. This thesis focuses on the analytical research space from the intersection between these two points, so about which cloud computing tools fit VE requirements best? A literature review was carried out to more properly identify the VE requirements for such tools as well as to select them. An experimental work was performed after that using the selected tools (being two of SaaS, two of PaaS and two of IaaS). This provided not only a comparison among tools, but also a better understanding upon the strengths and weaknesses of their features. A more qualitative and quantitative analysis from the end-user perspective about the suitability of cloud computing tools for VEs is presented at the end.

Keywords: Cloud Computing. Virtual Enterprises. Small and Medium sized Enterprises (SMEs).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cenário Tradicional de EV e Cenário com Nuvem de EV.	21
Figura 2. Características da Computação em Nuvem.	28
Figura 3. Modelos de Implantação de Computação em Nuvem.	29
Figura 4. Modelos de Serviços de Computação em Nuvem.	30
Figura 5. Mapa mental de elementos específicos de SLA em <i>Cloud</i>	40
Figura 6. Ciclo de vida de um VBE.	43
Figura 7. Exemplo de Interface do <i>OneDrive</i>	59
Figura 8. Exemplo de Interface do <i>Google Drive</i>	61
Figura 9. Exemplo de Interface do <i>Dropbox</i>	62
Figura 10: Cenário de EV utilizando Ferramentas em Nuvem.	89
Figura 11: Telas do <i>Google Drive</i>	92
Figura 12: Telas do <i>Google Apps</i>	94
Figura 13: Telas do <i>OneDrive</i>	97
Figura 14: Telas do <i>Office 365</i>	98
Figura 15: Tela do <i>Google Cloud Platform</i> , Painel Inicial.	101
Figura 16: Tela do <i>Google Cloud Platform</i> , Atividades.	101
Figura 17: Tela do <i>Google App Engine Launcher</i>	102
Figura 18: Tela de desenvolvimento <i>Notepad++</i>	102
Figura 19: Tela do <i>Google Cloud Platform</i> , Painel <i>Google App Engine</i>	103
Figura 20: Tela do <i>Google Cloud Platform</i> , Painel <i>Google Cloud SQL</i>	104
Figura 21: Tela de Controle de Projetos, página de Cadastro de Projetos, rodando no <i>Google App Engine</i>	104
Figura 22: Tela de Controle de Projetos, página de Andamento de Projetos, no <i>Google App Engine</i>	105
Figura 23: Tela do <i>Microsoft Azure Platform</i>	107
Figura 24: Tela do <i>Microsoft Azure Platform</i> , Grupo de Recursos.	108
Figura 25: Tela do <i>Microsoft Azure Platform</i> , Recurso do <i>MySQL</i>	108
Figura 26: Tela do <i>Microsoft Visual Studio</i> , de script em linguagem <i>PHP</i>	109
Figura 27: Tela de Controle de Projetos, página de Cadastro de Projetos, no <i>Microsoft Azure Platform</i>	110
Figura 28: Tela de Controle de Projetos, página de Andamento de Projetos, rodando no <i>Microsoft Azure Platform</i>	110
Figura 29: Tela do <i>Google Compute Engine</i> , criação de VM.	113
Figura 30: Tela do <i>Google Compute Engine</i> , Instancia da VM.	113
Figura 31: Tela de conexão <i>SSH</i> com a VM do <i>Google Cloud Platform</i>	114
Figura 32: Página de acesso externo da VM instanciada no <i>Google Compute Engine</i>	115
Figura 33: Tela do <i>Microsoft Azure Platform</i> , criação de VM.	117
Figura 34: Tela do <i>Microsoft Azure Platform</i> , recurso de Instância da VM.	118
Figura 35: Tela de conexão <i>SSH</i> com a VM do <i>Microsoft Azure</i>	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estudo dos Requisitos de Cloud Computing para EVs.	56
Tabela 2. Requisitos de <i>Cloud Computing</i> para EVs X Indicadores.	77
Tabela 3: Descrição de pesos para os indicadores.	79
Tabela 4: Classificação dos Pesos dos Indicadores da Plataforma SaaS.....	81
Tabela 5: Classificação dos Pesos dos Indicadores da Plataforma PaaS.....	83
Tabela 6: Classificação dos Pesos para os Indicadores da Plataforma IaaS. 85	
Tabela 7: Descrição dos valores dos indicadores Qualitativos.	87
Tabela 8: Descrição dos valores dos indicadores Quantitativos.	88
Tabela 9. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas SaaS <i>Google Apps</i> e <i>Google Drive</i>	94
Tabela 10. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas SaaS <i>Microsoft Office 365</i> e <i>OneDrive</i>	98
Tabela 11. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataforma PaaS <i>Google App Engine</i>	105
Tabela 12. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas PaaS <i>Microsoft Azure Platform</i>	111
Tabela 13. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataforma IaaS <i>Google Compute Engine</i>	115
Tabela 14. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas IaaS <i>Microsoft Azure Platform</i>	119
Tabela 15. Tabela comparativa das avaliações dos indicadores para Plataformas <i>Cloud Computing</i> SaaS.	122
Tabela 16. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas <i>Cloud Computing</i> PaaS.	124
Tabela 17. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas <i>Cloud Computing</i> IaaS.	126

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
1.1. Objetivo Geral	22
1.2. Objetivos Específicos	22
1.3. Enquadramento Metodológico da Pesquisa	23
1.4. Delimitação do Trabalho	24
1.5. Organização do Documento	25
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
2.1. Cloud Computing	27
2.1.1. Características Essenciais	27
2.1.2. Modelos de Serviços	30
2.1.2.1. SaaS (Software as a Service)	30
2.1.2.2. PaaS (Platform as a Service)	33
2.1.2.3. IaaS (Infrastructure as a Service)	34
2.2. Abordagens de Integração e Interoperação de Sistemas Computacionais em Nuvem	36
2.2.1. Integração em Nuvem	36
2.2.2. Interoperabilidade em Nuvem	37
2.3. Segurança em Cloud Computing	39
2.3.1. Service Level Agreement	39
2.3.2. Questões de Segurança e Privacidade	40
2.4. Redes Colaborativas	42
2.4.1. Ambiente de Criação de Organizações Virtuais)	42
2.4.2. Empresas Virtuais	43
3. REVISÃO DA LITERATURA E FERRAMENTAS	47
3.1. Requisitos de Empresas Virtuais	47
3.2. Plataformas de Cloud Computing	57
3.2.1. Software como Serviço	58
3.2.2. Plataforma como Serviço	64
3.2.3. Infraestrutura como Serviço	69
4. AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS EM NUVEM	77
4.1. Indicadores para Plataformas de Cloud Computing	77
4.2. Contribuições	88
4.3. Construção de Cenários de Teste	88
4.4. Recursos	90
5. EXPERIMENTOS E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	91
5.1. Experimentações e Análise das Ferramentas	91
5.1.1. Ferramentas SaaS	91
5.1.2. Ferramentas PaaS	100
5.1.3. Ferramentas IaaS	112

5.2. Avaliação dos Resultados	120
5.2.1. Ferramentas SaaS.....	121
5.2.2. Ferramentas PaaS.....	123
5.2.3. Ferramentas IaaS.....	125
6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	129
REFERÊNCIAS.....	133
APÊNDICE A – Glossário de Indicadores de Desempenho.....	141

INTRODUÇÃO

Com a crescente globalização da economia mundial, especialmente as Pequenas e Médias Empresas (PMEs) precisam ser cada vez mais ágeis e flexíveis para que possam conseguir uma vantagem competitiva no mercado em relação aos seus concorrentes, quer pequenas, quer grandes empresas. Uma das estratégias que vem ganhando muita força para tal é o trabalho colaborativo entre empresas. Neste, as empresas procuram trabalhar mais intensamente em conjunto, estabelecendo alianças, com o objetivo de unir esforços, compartilhar competências e recursos, reduzir custos, aumentar a produtividade e a satisfação dos seus clientes (Myers, 2006).

De uma maneira genérica, Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2005) definem uma Rede Colaborativa (CN - *Collaborative Networks*) como uma rede de empresas autônomas, geograficamente distribuídas e heterogêneas em termos de suas respectivas operações, cultura e objetivos, que colaboram entre si visando alcançar metas comuns ou compatíveis, e cujas interações entre seus sistemas são suportadas por infraestruturas de comunicações baseadas na Internet.

A criação efetiva de uma CN entre empresas ocorre geralmente em dois momentos, que são: o estabelecimento inicial de um Ambiente de Criação de Organizações Virtuais (VBEs – *Virtual Organization Breeding Environment*) contendo um conjunto de empresas aptas e cadastradas a participar de negócios (Sanchez et al., 2005); e a criação de alianças particulares com seus membros. Um exemplo dessas alianças são as Empresas Virtuais (VE – *Virtual Enterprises*). Uma EV corresponde a um agrupamento lógico e estratégico de empresas independentes, distribuídas geograficamente e heterogêneas em uma aliança temporária que se une dinamicamente para atender a um determinado negócio, atuando como se fosse uma única empresa, e que se desfaz quando o trabalho é finalizado e as obrigações legais associadas terminam (Qiushi et al., 2010).

Ao longo do ciclo de vida de uma EV, as transações entre os parceiros nos inúmeros processos de negócios dão-se preponderantemente via redes de computadores, e não via telefone, fax, papel, etc.

Em cada fase do ciclo de vida, as empresas de uma EV, com seus vários e diferentes sistemas computacionais, precisam executar inúmeras funções, tais como consultas de informações umas das outras, coordenação de atividades, planejamentos, discussões e supervisão de

execução de atividades. Em suma, as empresas-membro de uma EV precisam trocar e armazenar informações e executar sistemas associados aos processos transacionais usuais (como compras, vendas e distribuição), bem como os processos colaborativos adicionais (que podem ser o acompanhamento da produção em toda EV, intervenção quando de problemas, a criação em si da EV, etc.) (Camarinha-Matos, Afsarmanesh, Ollus, 2008).

Os membros de uma EV são majoritariamente compostos de PMEs, que geralmente têm grandes restrições financeiras e de recursos humanos. Se por um lado atuar como EV tem sido visto como um modelo de negócios potencialmente importante para uma empresa se manter competitiva, por outro lado implica em a empresa membro implementar inúmeras mudanças.

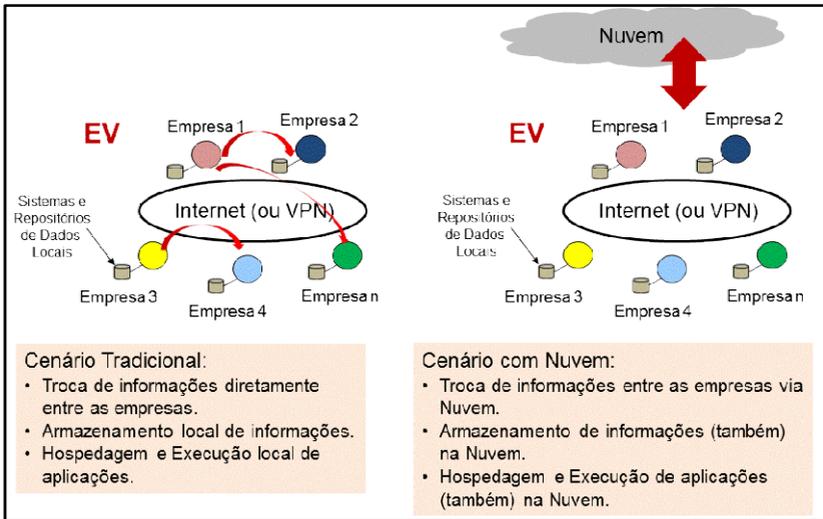
Na perspectiva da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), uma das mudanças envolve a implementação de soluções que permitam aos parceiros de uma EV se comunicar e executar seus sistemas dentro do espaço virtual de colaboração. Porém, isso exige investimentos em TIC, recursos humanos de suporte, aquisição de software, além de manutenção e hospedagem de serviços. Em outras palavras, atuar em EV tem um custo.

Seguindo esta linha de raciocínio, um questionamento que surge é: se as empresas-membro de uma EV compartilham ativos e recursos para melhor desempenharem suas funções na aliança, por que elas não podem também “terceirizar” a infraestrutura de TIC de suporte ao trabalho e processos colaborativos?

Neste sentido, uma direção tida como muito promissora para fazer frente a este problema é a adoção da tecnologia de “Computação em Nuvem” (*Cloud Computing*) (CSA, 2012). Resumidamente, isso significa ter a possibilidade de, com relativamente baixo investimento, acessar as TICs requeridas sob demanda, pagas por uso, e disponíveis quando e quanto necessitar. Em outras palavras, significa permitir que os membros de EV suportem a execução das devidas transações vendo as TICs como um serviço. Portanto, esta é a direção-base que este estudo pretende focar, ou seja, em soluções de nuvem voltadas para o funcionamento de EVs.

A figura 1 ilustra o cenário-base que, do ponto de vista mais tecnológico, reflete a diferença entre o cenário clássico de transações numa EV (lado esquerdo da figura) e o desejado de ser avaliado nesta dissertação (lado direito da figura).

Figura 1. Cenário Tradicional de EV e Cenário com Nuvem de EV .



As plataformas comerciais e *open-source* para Computação em Nuvem são já uma realidade desde há alguns anos e oferecem os mais variados tipos de apoio para hospedagem de dados e aplicações assim como para execução de aplicações e serviços de *software*. A questão é que existem atualmente inúmeras soluções de nuvem, cada uma com suas características funcionais, não-funcionais, de integração e custos de operação. Além disso, a Computação em Nuvem oferece tipos diferentes de soluções, com diferentes objetivos, como as plataformas (PaaS – *Platform-as-a-Service*), as infraestruturas (IaaS – *Infrastructure-as-a-Service*) e os serviços (SaaS – *Software-as-a-Service*).

Com este problema geral de pesquisa, a questão principal está relacionada a qual ferramenta de Computação em Nuvem apresenta a solução mais adequada.

Mais especificamente, a pergunta de pesquisa que esta dissertação pretende responder é:

- *As ferramentas de Computação em Nuvem atualmente disponíveis no mercado atendem aos requisitos gerais de Empresas Virtuais ?*

Dentro da literatura já avaliada não se encontrou artigos que venham a responder diretamente a essa pergunta de pesquisa. O que se encontra são artigos que relatam o uso de Computação em Nuvem em empresas e em EVs. Considerando a realidade das PMEs e a quantidade de soluções de nuvem disponíveis, é importante que as PMEs tenham pelo menos uma noção de quais requisitos de TIC devem ser considerados quando forem trabalhar como uma EV e, dentro disso, quais são as soluções de nuvem (comerciais e *open-source*) mais adequadas para tal.

Este estudo se propõe a fornecer algumas contribuições científicas para este cenário, promovendo a identificação dos requisitos e necessidades de redes de PMEs em termos de Computação em Nuvem, além de possibilitar uma melhor compreensão das possibilidades e das limitações das soluções de Computação em Nuvem por meio de uma análise na perspectiva do “usuário final” (empresas), ou seja, não na de desenvolvedores.

1.1. Objetivo Geral

Analisar e comparar soluções de Computação em Nuvem que possam ser usadas no suporte à comunicação, hospedagem e execução de sistemas e processos em um cenário de Empresa Virtual (EV).

1.2. Objetivos Específicos

No escopo do objetivo geral, os objetivos específicos deste trabalho são os seguintes:

- Identificação dos requisitos de EVs para com ferramentas de Computação em Nuvem;
- Análise e Seleção de ferramentas de Computação em Nuvem que atendam aos requisitos identificados;
- Identificação dos Indicadores de Desempenho a serem aplicados nas ferramentas de Computação em Nuvem;
- Avaliação quantitativa e qualitativa, em nível de usuário final, das ferramentas de Computação em Nuvem selecionadas.

1.3. Enquadramento Metodológico da Pesquisa

Este experimento de pesquisa foi desenvolvido dentro do seguinte enquadramento metodológico:

- Pesquisa **aplicada**: e não básica, pois se utilizou de um conjunto de fundamentações teóricas já existentes como suporte à análise do problema de seleção de ferramentas de Computação em Nuvem para EVs;
- Abordagem **quantitativa**: não visou a construção de um modelo, mas sim de experimentos computacionais visando-se avaliar plataformas de Computação em Nuvem através de um conjunto de indicadores essencialmente quantitativos, embora complementados com alguns qualitativos;
- Paradigma **positivista**: A realidade (dentro da qual o problema está inserido) é tangível, palpável, passível de predição e controle, permitindo avaliar diversas ferramentas de Computação em Nuvem em um ambiente controlado e cenários de testes pré-definidos, tomando como premissa os requisitos de EV em termos de necessidades de TICs nos seus vários processos.
- Objetivo **descritivo**: buscou-se transcrever os resultados dos experimentos sobre ferramentas de Computação em Nuvem sem a interferência ou análise subjetiva do pesquisador, analisando-se as suas adequações para um cenário de EV.
- Método de Pesquisa essencialmente **indutivo**: embora com algumas ações dedutivas. No método indutivo utilizam-se constatações e teorias particulares para formular uma elaboração geral com eventuais adaptações a contextos particulares, que podem ser teorias ou modelos genéricos; no caso, sobre requisitos de EVs, indicadores de desempenho para ferramentas de Computação em Nuvem, e cenários de negócios para EVs para testes das ferramentas.

Como principais instrumentos e procedimentos de pesquisa, este trabalho se apoiou fundamentalmente em **pesquisa bibliográfica**, aplicando-se principalmente o método *SLR* (*Systematic Literature Review*) para pesquisa em principais bases de dados científicas

internacionais para a revisão dos trabalhos correlatos e de algumas fundamentações teóricas.

Foi feito um **estudo transversal**, com os experimentos sendo realizados num único momento, considerando variadas situações referentes aos requisitos de EVs, e posterior anotação e análise. A observação durante os experimentos foi do tipo **sistemática**, realizada em condições controladas para observar e responder a propósitos previamente estabelecidos.

1.4. Delimitação do Trabalho

Como citado anteriormente, existem inúmeras ferramentas de Computação em Nuvem (Saas, IaaS e PaaS) que em teoria deveriam ser analisadas e testadas. Porém, analisar, fazer experimentos e análises, e comparações de todas disponíveis umas com as outras seria inviável pelo tempo que isso exigiria dentro de um mestrado realizado em tempo parcial.

Desta forma, foi estabelecida a estratégia de limitar a escolha a algumas das soluções, com os seguintes critérios básicos: ferramentas mais conhecidas, abertas e/ou de baixo custo. Esses critérios estão diretamente relacionados à realidade técnico-financeira nas PMEs em termos dos seus usuais critérios de decisão quanto a ferramentas computacionais.

A opção por “mais conhecidas” tem a ver que as PMEs tendem a preferir sistemas de empresas mais consolidadas, que lhes possa depois dar alguma assistência, inclusive num mais longo prazo. Analogamente, as PMEs tendem a preferir sistemas que já sejam considerados mais estáveis, normalmente traduzindo-se em serem sistemas muito conhecidos pelas pessoas, seja nas suas práticas profissionais, seja nas pessoais.

A opção por “abertas” tem a ver com o cuidado que as PMEs devem ter com os aspectos de integração, quer dos seus sistemas, quer com os sistemas dos demais parceiros de uma EV, com as ferramentas de cloud a serem usadas. Sistemas abertos potencializam menores gastos e tempos de integração, assim como menor dependência tecnológica (*locking-in*) de uma empresa provedora.

A opção por “baixo custo” (ou mesmo gratuito) tem a ver com a natural limitação financeira das PMEs, onde se prefere (ou pondera-se sobre) uma ferramenta que requiera pouco investimento de aquisição, uso, manutenção e treinamento de pessoas.

1.5. Organização do Documento

Este documento está organizado em cinco capítulos que serão brevemente descritos a seguir.

No Capítulo 1 é exposta a problemática, uma conceituação do que se pretende estudar, e os objetivos e resultados a serem alcançados.

No Capítulo 2 são sumarizadas as principais fundamentações teóricas de base para a realização do trabalho de pesquisa.

No Capítulo 3 são identificados, a partir da revisão da literatura, os requisitos para EV e o conjunto de ferramentas de Computação em Nuvem inicialmente analisadas.

No Capítulo 4 são apresentados os indicadores de desempenho para possibilitar a análise das ferramentas, as contribuições pretendidas com o estudo, os cenários de teste para cada ferramenta SaaS, PaaS e IaaS, além de descrever brevemente os recursos utilizados.

No Capítulo 5 são apresentados os experimentos realizados com as ferramentas de Computação em Nuvem selecionadas, com uma descrição de suas potencialidades e funcionalidades, além de análises individuais e comparativas das mesmas.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões obtidas com este estudo e sugestão de trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. *Cloud Computing*

O nome *Cloud Computing* ou Computação em Nuvem é uma metáfora da *Internet*. Em sua representação em diagramas, a *Internet* tem a forma de uma nuvem (Taurion, 2009).

Apesar de não haver uma única definição do que é Computação em Nuvem, pode-se tomar como referência algumas das definições mais abrangentes. Por exemplo, de acordo com Taurion (2009), uma definição simples para o conceito de Computação em Nuvem pode ser um conjunto de recursos com capacidade de processamento, armazenamento, conectividade, plataformas, aplicações e serviços disponibilizados pela *Internet*. Ou seja, a Computação em Nuvem é um conjunto de recursos virtualizados de fácil acesso (*hardware*, plataformas de desenvolvimento e serviços).

Já o NIST (2014) a define como: “A Computação em Nuvem é um modelo que permite o acesso à rede sob demanda para um grupo de recursos computacionais configuráveis partilhados que podem ser rapidamente adquiridos e liberados com mínimo esforço de gestão ou de interação com o fornecedor de serviços.”

2.1.1. Características Essenciais

O NIST (2014) apresenta as características essenciais da Computação em Nuvem (Figura 2) como:

1. Auto-atendimento sob Demanda (*On-demand Self-Service*): Podendo ser adquirido recursos computacionais de acordo com sua necessidade, como por exemplo tempo de processamento ou armazenamento no servidor.
2. Agrupamento de Recursos (*Resource Pooling*): Os recursos computacionais do provedor são organizados e agrupados para servir múltiplos usuários, com diferentes recursos físicos e virtuais.
3. Amplo Acesso a Rede (*Broad Network Access*): Os recursos são disponibilizados via rede e acessados por meio de mecanismos padronizados que possibilitam o uso por diferentes plataformas.
4. Elasticidade Rápida (*Rapid Elasticity*): Os recursos disponíveis para uso parecem ser ilimitados e podem ser adquiridos em

qualquer quantidade e a qualquer momento.

5. Serviço Medido (*Measured Services*): Sistemas em nuvem automaticamente controlam e otimizam o uso de recursos por meio de uma capacidade de medição, possibilitando ao usuário pagar apenas pelo serviço que de fato se utiliza.

Figura 2. Características da Computação em Nuvem.



Fonte: Adaptado de NIST (2014).

Modelos de Implantação

Os modelos de Computação em Nuvem têm sido usados não apenas como alternativa à redução de custos e complexidades gerais de gestão de TI, mas também como estratégia das empresas para atingir três objetivos, que podem ser complementares, como: terceirização de infraestrutura, economia e desempenho (Kuada et al., 2013).

Devido às diversas abordagens da Computação em Nuvem existem variados modelos de implantação disponíveis na literatura. O NIST (2014) descreve quatro modelos de implantação de *Cloud* como sendo os mais significativos (Figura 3):

Figura 3. Modelos de Implantação de Computação em Nuvem.



Fonte: Adaptado de NIST (2014).

Nuvem Privada: Neste modelo de implantação a infraestrutura de nuvem é utilizada exclusivamente para uma organização, sendo ela local ou remota e administrada pela própria empresa ou terceiros. Segundo Taurion (2009), a característica que diferencia as nuvens privadas é o fato da restrição de acesso, pois a nuvem se encontra por de trás do firewall da empresa, permitindo assim uma forma de adotar a tecnologia e se beneficiar das suas vantagens, mantendo o controle do nível de serviço e aderência às regras de segurança da instituição.

Nuvem Pública: Neste modelo, a infraestrutura é de propriedade de uma organização que disponibilizada ao público em geral e pode ser acessada por qualquer usuário em qualquer que seja sua localização. Os serviços não podem aplicar restrições quanto ao gerenciamento de redes, e menos ainda, utilizar técnicas de autenticação e autorização.

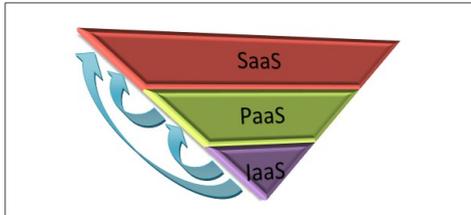
Nuvem Comunitária: Neste modelo é possível que várias organizações possam utilizar a mesma nuvem, a qual poderá ser administrada por uma ou mais organizações participantes da comunidade. De acordo com Veras (2012), a infraestrutura da nuvem comunitária é compartilhada por diversas organizações e suporta uma comunidade que possui interesses comuns, sendo possível existir tanto fora como dentro das organizações.

Nuvem Híbrida: Neste modelo de implantação de nuvem é utilizada a composição de dois ou mais modelos de nuvens (privada, pública ou comunitária), que continuam sendo entidades únicas, ligadas por uma padronização de tecnologias que permite a portabilidade de dados e aplicações. Sendo melhor compreendida como a junção de ambos os serviços locais e remotos na sua implantação.

2.1.2. Modelos de Serviços

Segundo Veras (2012), os principais modelos de ambientes de Computação em Nuvem são compostos por três modelos, fundamentais na definição de um padrão de arquitetura (Figura 4).

Figura 4. Modelos de Serviços de Computação em Nuvem.



Fonte: Adaptado de NIST (2014).

2.1.2.1. SaaS (*Software as a Service* - Software como Serviço)

De acordo com Goscinski e Brock (2010), *Software as a Service* (SaaS) refere-se ao uso de serviços específicos através da Internet permitindo que os clientes utilizem o software sem a preocupação com os custos e esforços de manutenção.

Outra definição para “SaaS” é feita por ThinkStrategies (2005), que apresenta SaaS como uma solução de software que fica hospedada no provedor do serviço, que está disponível na web e pode ser acessada pelos usuários através da *Internet* dispensando o cliente da necessidade de implantar e manter a infraestrutura de TI.

Ainda segundo Goscinski e Brock (2010), o fornecimento de SaaS é um conceito atrativo para os profissionais de TI que se deparam com intermináveis atualizações, correções e licenças de *software*.

Qualquer solução SaaS oferece uma interface que representa a terceirização, com responsabilidades definidas e vinculadas ao serviço entregue. Porém, quando se pensa em utilizar aplicações SaaS é preciso se analisar algumas premissas gerais: (Borges et al., 2012)

- **Confiança:** um quesito fundamental para qualquer aplicação é se ter confiança no fornecedor, que se resume basicamente na qualidade dos serviços e suporte de atualização, além da longevidade do fornecedor.

- **Segurança:** seja ela lógica ou física, onde quanto mais encapsulado for o produto final, mais seguro será o serviço, pois os componentes e possíveis falhas ficam na infraestrutura do fornecedor, sendo este o responsável por toda segurança.
- **Propriedade de Dados:** com esta mudança de paradigma este aspecto é muito impactado, onde a questão principal seria onde estão armazenados os dados e quem tem acesso a eles?
- **Plataformas Proprietárias:** sempre gera uma preocupação, onde sempre foi um motivo de discussões sobre o assunto. Não é difícil de imaginar e aceitar que aplicações que rodam na nuvem podem substituir, em larga escala, aplicativos que necessitam de licença para ser utilizado.
- **Disponibilidade:** neste aspecto as aplicações de produtividade precisam de vários recursos disponíveis constantemente para seu funcionamento, sendo que podem acessar de qualquer lugar e a qualquer tempo.

Características do SaaS

Segundo Kepes (2011) e Borges et al (2011), algumas definições de características do modelo SaaS incluem:

- **Arquitetura Multi-Cliente:** Todos os clientes compartilham uma estrutura em comum e uma base de softwares, que é mantida centralizada. Esta característica permite que os fornecedores inovem rapidamente, liberando novas versões com mais funcionalidades e correções, economizando um grande tempo que antes era gasto com a manutenção destas diversas versões de *software*.
- **Aplicações Configuráveis:** Esta característica permite que aplicações SaaS suportem configurações de um conjunto de opções a parâmetros, que alteram as funcionalidades e aparência da aplicação. Um exemplo seria a permissão para o cliente fornecer seu logotipo e um conjunto de cores, embora não seja permitido alterar o layout das páginas para algo que não tenha sido projetado, sendo que estas alterações são mantidas quando a aplicação sofrer atualização.
- **Rápido Desenvolvimento:** Os desenvolvedores podem se preocupar única e exclusivamente com os detalhes das regras de

negócio, pois o ambiente de desenvolvimento já se encontra instalado e configurado, reduzindo assim o tempo de desenvolvimento de *software* e aumentando sua produtividade.

- **Rápida Atualização:** As atualizações ocorrem mais frequentemente, pois o *software* é centralizado, sendo visíveis e transparentes a todos os clientes, sem a necessidade de reinstalação específica no cliente. Como a configuração também é única e centralizada, os testes também ocorrem com maior rapidez. Sendo possível analisar, por meio de web analítica, o comportamento do usuário e facilitar a identificação de áreas com necessidade de melhorias.
- **Protocolos de Integração Abertos:** É conhecido que as aplicações SaaS não podem ter acesso a sistemas internos de uma empresa, sendo necessário para as mesmas oferecer protocolos de integração bem como APIs que permitam esta conexão.
- **Funcionalidades Colaborativas:** Com a disponibilidade centralizada do *software* é possível ser realizada uma colaboração implícita ou explícita entre os usuários de clientes distintos. Funcionalidades que podem ser utilizadas para identificar novas ideias para melhoria do sistema.
- **Disponibilidade:** Permite que o *software* seja acessado e utilizado por meio de rede remota ou conexão à *Internet*, estando disponível ao usuário a qualquer tempo e em qualquer que seja sua localização, independente de qual dispositivo computacional esteja usando. Dando garantia de que todos possam ver as informações ao mesmo tempo.
- **Licenças:** São baseados em um modelo de assinatura, ao invés de ter uma taxa única para uso perpétuo. Baseia-se em tempo de uso e somente é cobrado aquilo que realmente foi utilizado pelo cliente.
- **Gerenciamento:** É totalmente gerenciada pelo provedor, onde acordos SLA (*Service Level Agreement*) regem a qualidade, disponibilidade e suporte que o fornecedor deve prestar ao cliente. Algumas formas de gerenciamento podem ainda incluir o provisionamento, funções de configuração, controle de pagamento, monitoração e suporte.

2.1.2.2. PaaS (*Platform as a Service* - Plataforma como Serviço)

O conceito de plataforma como um serviço, PaaS, consiste em uma camada de *software* programável para o desenvolvimento e instalação (*deploy*) de serviços de mais alto nível SaaS (Miller, 2008).

A camada PaaS, por sua vez, fornece aos desenvolvedores de *software* uma plataforma com sistemas e ambientes que permitem desenvolver, testar, implantar e hospedar aplicações (Rimal, Choi e Lumb, 2009). Em outras palavras, PaaS disponibiliza um ambiente virtual para desenvolvimento de aplicações trazendo vantagens como redução de custos e tempo de desenvolvimento, uma vez que a abordagem dispensa preocupações com configurações, armazenamento, segurança dentre outras questões (Lawton, 2008).

Características do PaaS

De acordo com Kepes (2011) e Borges et al (2011) algumas características importantes do modelo PaaS são:

- **Abstração:** Oferecem aos usuários uma forma para implantar suas aplicações em um repositório aparentemente ilimitado de recursos, eliminando a complexidade de implantação e configuração de infraestrutura.
- **Automação:** Ambientes automatizam processos de implantação de aplicativos para uma infraestrutura, configurando componentes do aplicativo, aspectos de provisionamento e suporte a tecnologias, e ainda gerenciam mudanças baseados em políticas definidas pelo usuário. PaaS é capaz de reduzir custos relacionados ao desenvolvimento, implantação e gerenciamento do ciclo de vida da aplicação.
- **Serviço na Nuvem:** Disponibilizam aos desenvolvedores serviços de APIs que ajudam a simplificar o trabalho de prover elasticidade e escalabilidade. Proporcionam uma larga variedade de funcionalidades que podem representar a diferença entre seus concorrentes.
- **Arquitetura Multi-Cliente:** Permitem a utilização de recursos comuns de computação como *hardware*, Sistemas Operacionais e *softwares* com um esquema compartilhado para suportar múltiplos usuários simultaneamente.
- **Interface de Usuário Customizável:** Disponibilizam

funcionalidades flexíveis para construção e configuração de interfaces de usuários em tempo real. Deve permitir, de forma simplificada, invocar bibliotecas reutilizáveis de componentes sem a necessidade de se escrever códigos complexos.

- Banco de Dados Configuráveis: Facilitam a criação, configuração e implantação de persistências de dados sem requerer programação especialista.
- Controle sobre Segurança e Compartilhamento: Oferecem um controle de acesso flexível que permita um controle detalhado sobre o que os usuários de uma aplicação SaaS podem ver e quais dados podem acessar.
- Modelo de Integração Flexível: Como característica básica uma PaaS deve suportar um modelo de integração flexível que deve fornecer como padrão funcionalidades de criação, leitura, alteração e exclusão, bem como métodos de pesquisa, *upload* e *download* de arquivos. As APIs devem possuir as mesmas permissões e restrições de controle de acesso que foram especificadas por um modelo de segurança. Além de disponibilizar uma variedade de conectores pré-fabricados para acelerar a integração entre aplicações.

2.1.2.3. IaaS (*Infrastructure as a Service* - Infraestrutura como Serviço)

O conceito de infraestrutura como um serviço, IaaS, consiste oferecer ao cliente da nuvem recursos de *hardware*, permitindo que hospede seus próprios serviços sem a preocupação com os custos dos equipamentos (Goscinski e Brock, 2010). Segundo Bhardwaj, Jain e Jain (2010), IaaS é uma forma de hospedagem que inclui acesso à rede, serviços de roteamento e armazenamento. Alguns benefícios citados na literatura em relação à adesão de infraestrutura como serviço são a forma de pagamento baseada no uso e a possibilidade de utilização da tecnologia mais recente por parte dos clientes (Rimal, Choi e Lumb, 2009).

Características do IaaS

Dawoud et al (2010) descreve uma série de componentes e conceitos fundamentais sobre uma IaaS:

- **Região Geográfica:** Os recursos podem estar alocados fisicamente em diferentes regiões geográficas, mas vistos como uma mesma entidade virtual. Sua importância é ressaltada quando se discute sobre latência e situações de calamidade. Normalmente, quanto maior a distância entre as regiões geográficas maior será o isolamento e a latência entre eles, tornando-se um efetivo desafio para o ambiente de nuvem.
- **Service Level Agreement (SLA):** É necessário o uso de SLA para garantir um nível aceitável da qualidade dos serviços (QoS – *Quality of Service*). Geralmente os clientes são obrigados a confiar no monitoramento do SLA feito pelos próprios provedores, até que não se padronize adequadamente o ambiente em nuvem.
- **Computação Utilitária:** De forma resumida o que ocorre é que os serviços entregues aos clientes, como recursos de tempo de processamento, largura de banda, capacidade de armazenamento são entregues encapsulados. Gerando assim uma redução de custo ao cliente e o proprietário possuirá um sistema escalonável.
- **Plataforma de Virtualização:** É uma tecnologia fundamental para os serviços em nuvem. Permite que vários sistemas operacionais totalmente distintos, disponíveis como máquinas virtuais, possam ser utilizados em uma mesma plataforma de *hardware*. A abstração do *hardware* esconde a complexidade do gerenciamento de plataformas computacionais físicas e simplifica a escalabilidade dos recursos computacionais. Também propicia a utilização de múltiplos usuários simultâneos.
- **Máquinas Virtuais:** Deve permitir a criação e instanciação de máquinas virtuais de diferentes Sistemas Operacionais para atender a necessidade do cliente.
- **Discos Virtuais:** Compreendem a um espaço de armazenamento permanente de tamanho configurável que pode ser disponibilizado para acesso de dentro de uma máquina virtual.

- **Conectividade com Redes e *Internet*:** Para propiciar a disponibilidade e o desempenho, a infraestrutura faz uso de múltiplas regiões geográficas para reduzir a latência e os danos causados por desastres ambientais. Estes possuem várias conectividades a *internet* de alta velocidade. Porém, com estes vários acessos, os ambientes em nuvem também herdam as vulnerabilidades da rede de *internet*.
- ***Hardware* do Computador:** Faz o provimento de uma interface para um repositório de recursos computacionais físicos e distribuídos, como memória, armazenamento, processamento e rede, e entrega um modelo compartilhado de negócios para dar suporte aos múltiplos usuários que desejam estes recursos.

2.2. Abordagens de Integração e Interoperação de Sistemas Computacionais em Nuvem

Seguindo o contexto deste trabalho, uma EV representa uma união estratégica para alcançar maior competitividade e agilidade nas turbulentas condições de negócios da atualidade. Cada empresa envolvida numa EV possui suas próprias estratégias, processos e formas de gestão, sendo necessário que haja uma interoperabilidade também organizacional para que alcancem juntas o objetivo da oportunidade de negócios (Camarinha-Matos, Afsarmanesh, Ollus, 2008).

2.2.1. Integração em Nuvem

O atual desenvolvimento de tecnologias de computação em nuvem não só demonstram uma tendência emergente no sentido da integração dos serviços de infraestrutura baseada em nuvem através de novas integrações de modelos híbridos de nuvens, arquiteturas e ferramentas de integração. Ele também suporta o provisionamento de um ambiente comum e interoperável para a migração de infraestruturas e serviços existentes para as arquiteturas baseadas em nuvem virtualizadas (NIST, 2014).

Um sistema de informações para EVs deve fornecer diferentes mecanismos e níveis de integração de sistemas. As principais características que refletem a operação multiplataforma suportam a integração de dados, integração de sistemas e aplicações, e podem ter um *framework* de operação extensível e interface externa padrão (Hyvonen et al., 2008).

Atualmente na literatura são encontrados várias estratégias de integração de sistemas (Linthicum, 2000):

- **Integração de Interface de Usuário:** métodos que permite aos usuários compartilhar e colaborar de dentro e de fora dos limites da empresa.
- **Integração de Dados:** Realiza a integração de dados que é o processo fundamental para integração de aplicativos e opera como um banco de dados único, transparente, trocando informações de um banco para outro. A integração de base de dados heterogêneas é crucial para a harmonização de dados.
- **Integração de Processos de Negócios:** É uma forma avançada de integração orientada a processos. Realiza a integração de fluxos de trabalho e fluxo de dados dentro da empresa, assim como a integração de processos internos, processos a montante e jusante ao longo da cadeia produtiva.
- **Integração de Serviços:** Sobre uma Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), existe uma plataforma de serviços para gerenciamento de aplicativos.

Alguns modelos de integração baseiam-se em *Linked Data Adapters* para formar um mapeamento sistemático dos dados. Os adaptadores são fornecidos como componentes genéricos que podem ser configurados de acordo com o modelo de dados do domínio para conectar a uma específica base de dados. O uso de adaptadores oferecem a vantagem de poder integrar sistemas legados sem modificações nos mesmos (Munch et al., 2013).

Integração é geralmente considerado como algo além da interoperabilidade de envolver algum grau de dependência funcional. Enquanto os sistemas interoperáveis podem funcionar de forma independente, um sistema integrado perde a funcionalidade significativa se o fluxo de serviços é interrompido. Um grupo integrado de sistemas deve, necessariamente, ser interoperáveis, mas os sistemas interoperáveis não precisam ser integrados (Panetto e Molina, 2008).

2.2.2. Interoperabilidade em Nuvem

A Interoperabilidade é a capacidade de dois ou mais sistemas ou aplicativos para trocar de informações e utilizar mutuamente as informações que foram trocadas, de forma transparente ao cliente. Interoperabilidade é realizada através da aplicação de normas (ETSI SR

002 761). No contexto das redes empresariais, a interoperabilidade se estende à habilidade de realizar interações (troca de informações e serviços) entre os sistemas das empresas.

Atingir a interoperabilidade exige resolução em vários níveis distintos. De acordo com Kasunic e Anderson (2004), existem quatro níveis de interoperabilidade. Os níveis de interoperabilidade são técnico, sintático, semântico e interoperabilidade organizacional.

- Interoperabilidade Técnica: É alcançada entre os sistemas de comunicação ou equipamentos de comunicações eletrônica, quando os serviços ou informações podem ser trocados diretamente e de forma satisfatória entre eles e seus usuários. A interoperabilidade técnica é tipicamente associada com os componentes de *hardware / software*, sistemas e plataformas que permitem a comunicação máquina-a-máquina. Este tipo de interoperabilidade é focado em protocolos de comunicação e a infraestrutura necessita destes protocolos para funcionar (Charalabidis e Pantelopoulos, 2004).
- Interoperabilidade Sintática: É definida como a capacidade de trocar dados. Interoperabilidade sintática é geralmente associada com formatos de dados. As mensagens transferidas por protocolos de comunicação devem possuir uma sintaxe bem definida e codificada, mesmo que apenas na forma de tabela de bits (Van der Veer e Wiles, 2008).
- Interoperabilidade Semântica: É definida como a capacidade de operar os dados em conformidade com a semântica. A interoperabilidade semântica é normalmente relacionada com a definição de conteúdo, e lida com o ser humano, em vez de interpretação de máquina deste conteúdo. Assim este nível significa que existe um entendimento comum entre as pessoas em relação à definição do conteúdo (informação) sendo trocados (Lewis e Wrage, 2006).
- Interoperabilidade Organizacional: Refere-se à capacidade das organizações para se comunicar e transferir dados significativos, apesar do uso de uma variedade de sistemas de informação e diferentes tipos de infraestrutura, e de diferentes regiões geográficas e culturais, de forma eficaz. Interoperabilidade organizacional baseia-se na interoperabilidade de sucesso dos aspectos técnicos, sintáticas e semânticas (Van der Veer e Wiles, 2008)(Charalabidis et al., 2008).

A interoperabilidade é responsável pela migração e integração de aplicações e de dados entre nuvens de diferentes fornecedores (Yoo, 2011).

2.3. Segurança em *Cloud Computing*

Questões de segurança da informação sempre é uma preocupação para as empresas, ainda mais quando se trata de computação em nuvem. Isto porque, ao se adotar uma plataforma de *Cloud Computing*, significa colocar seus dados / informações particulares em servidores espalhados pelo país ou até mesmo pelo mundo, sendo estes dados transferidos via *Internet* (Taurion, 2009).

De acordo com o NIST (2011), Controles de Segurança em Computação em Nuvem não são diferentes dos controles de segurança em qualquer ambiente de Tecnologia da Informação. Uma vez que os controles de segurança e privacidade têm compartilhado a responsabilidade da execução da plataforma, dependendo do modelo de serviço de nuvem utilizado (IaaS, PaaS, SaaS), as organizações devem prever, junto com o provedor, os contratos e acordos de nível de serviço em nuvem, a dotação específica dessas responsabilidades. O *Service Level Agreements* (SLA) mantém a harmonia e boa divisão das responsabilidades da segurança (NIST, 2014).

2.3.1. *Service Level Agreement*

O SLA (*Service Level Agreement*) refere-se às garantias, em forma de contratos, fornecidas pelos fornecedores de serviços para os seus consumidores. Esses contratos definem termos e condições de acesso e de uso dos serviços fornecidos pelo provedor. Geralmente estes termos contêm informações detalhadas de licença de uso, limitações de responsabilidades e de alteração dos termos de acordo (NIST, 2014).

A Figura 5 NIST (2014) demonstra um mapa mental de alguns elementos específicos para uma SLA em Cloud.

Figura 5. Mapa mental de elementos específicos de SLA em *Cloud*.



Fonte: Adaptado de NIST (2014).

2.3.2. Questões de Segurança e Privacidade

Em seu guia “*Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing*” o NIST (2011) apresenta as considerações de segurança e de privacidade que resultam da terceirização de tecnologia da informação:

Governança

Governança em *Cloud* implica no controle e fiscalização, pelas organizações, sobre as políticas, procedimentos e normas para o desenvolvimento de aplicações e de investimento em serviços de tecnologia da informação, bem como o *design*, implementação, teste, uso e monitoramento de serviços implantados ou locados.

Conformidade

A conformidade refere-se a questões de responsabilidade de uma organização para operar de acordo com as leis estabelecidas, regulamentos, normas e especificações de cada país. Cada país possui seus tipos de leis e regulamentos de segurança e privacidade dentro de diferentes níveis, como nacional, estadual e local, tornando o seu cumprimento uma questão potencialmente complicada para a computação em nuvem.

Confiança

Na computação em nuvem, as organizações abandonam o controle direto sobre vários aspectos de segurança e privacidade, transferindo um elevado nível de confiança para o provedor dos serviços. Por isso é extremamente importante que as organizações entendam os controles de privacidade e de segurança, para poderem estabelecer dispositivos adequados em seus SLAs, permitindo assim ajustar, monitorar e exigir um cumprimento dos controles definidos em contrato.

Arquitetura

Refere-se ao *hardware* e *software* utilizado pelo provedor, uma vez que podem variar significativamente de um para outro. Neste caso as questões de segurança são entendidas como: ataque ao ambiente, proteção da rede, imagens de máquinas virtuais, e proteção ao *side-client*.

Autenticação e Controle de Acesso

Outra importante questão de segurança é o gerenciamento e controle de acesso de usuários, que tem como finalidade proteger os dados da organização de acessos indevidos e ou não autorizados. Usando a autenticação é possível criar um nível de confiança para um usuário, garantindo a autenticação para aplicações e informações devidamente desejadas, avaliando os riscos envolvidos. Juntamente com o controle de acesso que dá a capacidade de se adaptar privilégios e recursos necessários.

Proteção de Dados

Dados armazenados na nuvem geralmente são hospedados em um ambiente compartilhado com dados de outros clientes. Assim as organizações devem considerar o meio de acesso controlado e dados mantidos em segurança para a confidencialidade dos seus dados. Acordos de serviços devem ser estabelecidos para assegurar a proteção dos dados de forma adequada durante todo o ciclo de vida do sistema.

Disponibilidade

Em termos gerais, a disponibilidade é a medida que o conjunto completo de recursos de uma organização são acessíveis e utilizáveis. A questão da disponibilidade quanto a segurança é identificada por meio de perdas temporárias ou permanentes de acesso, pelo sofrimento de ataque de negação de serviço, falhas de equipamentos ou mesmo

desastres naturais. Implicando na inatividade e não entrega do serviço / informação.

2.4. Redes Colaborativas

O termo Redes Colaborativas (*Collaborative Networks*) tem sido empregado para representar alianças constituídas por instituições, empresas e organizações, sejam públicas, privadas ou não governamentais, que encontram-se geograficamente distribuídas, possuindo seus ambientes operacionais, culturais e capital social próprios (portanto, geralmente bastante heterogêneos entre si), porém que observam no trabalho colaborativo uma maneira de aumentar rendimentos e competitividade além de compartilhar recursos e conhecimentos (Camarinha-Matos, Afsarmanesh, Ollus, 2008)

A criação efetiva de uma rede de colaboração entre empresas ocorre em dois momentos, que são: o estabelecimento inicial de um Ambiente de Criação de Empresas/Organizações Virtuais (VBEs – *Virtual Organization Breeding Environment*), contendo um conjunto de empresas aptas e cadastradas a participar de negócios (Sanchez et al., 2005); e a criação de Empresas Virtuais (VE – *Virtual Enterprises*), que são redes temporárias e dinamicamente formadas pelos selecionados mais adequados membros do VBE para atender a cada oportunidade de negócio (Qiushi et al., 2010). Em cada um desses momentos as empresas (ou seja, seus vários e diferentes sistemas computacionais) precisam executar inúmeras funções, tais como consultas umas as outras, coordenação de atividades, planejamentos, discussões, supervisão de execução de atividades, entre muitas e muitas outras (Camarinha-Matos, Afsarmanesh, Ollus, 2008).

2.4.1. VBEs - *Virtual Organization Breeding Environment* (Ambiente de Criação de Organizações Virtuais)

Um VBE - *Virtual Organization Breeding Environment* representa uma associação de organizações e suas relacionadas instituições de suporte, aderindo a um termo de cooperação de longo prazo, e ainda adotar um conjunto de princípios operacionais e de infraestrutura em comum, com o objetivo principal de incrementar sua capacidade para uma criação e configuração ágil de alianças temporárias em potenciais EVs. Geralmente quando uma oportunidade de negócio é identificada por um membro, um subconjunto de empresas integrantes

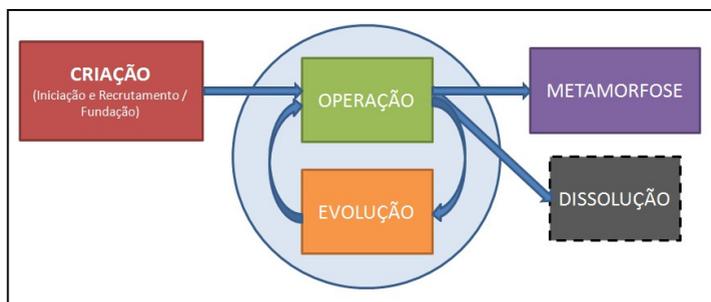
da VBE mais adequadas ao negócio são selecionadas para formar uma EV (Camarinha-Matos, Afsarmanesh, Ollus, 2008).

Um VBE tem como foco a preparação das diversas entidades para futuras empresas /organizações virtuais, e assim promovendo uma base para o estabelecimento de redes dinâmicas guiadas a oportunidades (Afsarmanesh, Camarinha-Matos e Ermilova, 2008).

O ciclo de vida de um VBE é composto pelas seguintes fases básicas (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 2005):

- Criação: a qual pode ser dividida em iniciação/recrutamento e fundação/*startup*;
- Operação: é a principal fase do ciclo de vida da rede, uma vez que os seus objetivos são alcançados;
- Evolução: envolve executar as mudanças necessárias durante a fase de operação, tais como responsabilidades ou provisão de parceiros;
- Dissolução ou metamorfose: uma rede de colaboração temporária, como uma organização virtual, por exemplo, tipicamente se dissolverá depois de alcançar seus objetivos.

Figura 6. Ciclo de vida de um VBE.



Fonte: Adaptado de Gasparotto e Guerrini (2011).

2.4.2. Empresas Virtuais

São inúmeros os autores e as definições por eles escritas para esclarecer o que é uma Empresa Virtual (EV). Com a intenção de mostrar uma definição que melhor descreva este termo vamos elencar algumas das definições encontradas na literatura:

"Uma Empresa Virtual é uma rede temporária de instituições independentes, negócios ou indivíduos especializados, que trabalham juntos de uma forma espontânea através do uso da

tecnologia de informação e comunicação, a fim de obter um ganho no exigente mercado competitivo" (Fuhrer, 1997).

"Uma Empresa Virtual é uma aliança temporária de empresas que juntam e compartilham suas competências e recursos para obter uma melhor resposta a oportunidades de negócios, e esta colaboração é suportada por redes de computação". (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999).

"Empresa Virtual é uma nova forma organizacional caracterizada pelo agrupamento temporário ou permanente de indivíduos dispersos geograficamente, grupos ou departamentos organizacionais não pertencentes à mesma organização, que são dependentes em comunicação eletrônica para continuar seus processos produtivos". (Travica, 1997)

"A Empresa Virtual é uma aliança dinâmica entre organizações que trazem as competências complementares e recursos e que são coletivamente avaliadas por cada um, com o objetivo de entregar um produto ou serviço para o mercado". (Jagers, 1998)

Conhecendo estas definições, uma EV pode ser considerada como uma forma de organização constituída por várias e diferentes empresas, independentes, distribuídas geograficamente e com ambientes heterogêneos, em uma aliança temporária e dinamicamente formada pelos mais adequados membros de um VBE para atender uma determinada oportunidade de negócio, e que se desfaz quando o objetivo é alcançado. Uma EV promove o compartilhamento de recursos, tecnologias e conhecimentos a fim de aumentar a agilidade, competitividade e redução de custos e riscos da oportunidade de mercado.

O Ciclo de Vida de uma EV pode ser interpretado como um período entre a criação / integração até a dissolução. Muitos autores apresentam suas propostas para o ciclo de vida das EVs, como por exemplo, Camarinha-Matos e Afsarmanesh (1997), Faisst (1997), Fucks (1997), Kanet et al. (1999).

De acordo com a literatura, foram identificadas muitas fases no ciclo de vidas das EVs, então foram propostas duas fases distintas de classes: uma considerando a reconfiguração ou modificação de parcerias e outra desconsiderando.

A primeira classe do ciclo de vida de uma EV, por Camarinha-Matos e Afsarmanesh (1997, 1999), propunha as seguintes fases:

- Criação: a fase inicial onde as Empresas Virtuais envolvidas são criadas e configuradas. Requisitos como funcionalidades são buscados e selecionados como padrões, negociações nas participações, definição de contratos e definição de processos de operações, configurações e dissoluções entre os parceiros.
- Operação: fase onde as EVs operam para alcançar os objetivos do negócio. Requerem mecanismos de segurança da informação, gerenciamento de pedidos, processamento de pedidos, gerenciamento de distribuição de tarefas entre outros. Durante esta fase é possível fazer adições e /ou substituições de parceiros devido à incapacidade de desenvolvimento das tarefas ou outro evento qualquer.
- Modificação ou Evolução: nesta fase as funcionalidades são as mesmas da fase de criação.
- Dissolução: fase onde as EVs concluem sua existência, por alcançarem seus objetivos ou por decisão feita pelos parceiros.

Um ciclo de vida equivalente foi proposto por Faisst (1997) com quatro fases: Identificação de Necessidades, com guias de design conceitual de EV, seguido de um processo automatizado de Seleção Padrões, Operações de uma EV, incluindo o controle e monitoramento de participantes ativos, e a possibilidade de reconfiguração em caso de faltas, e por fim, a fase de Dissolução.

Uma segunda classe de ciclo de vida de EVs se refere ao modelo de Kanel et al. (1999), onde não se considera a reconfiguração de requerimentos. O autor propõe as fases seguintes: Identificação, com o reconhecimento da oportunidade; Formação, consistindo na seleção de parceiros; Design, correspondendo ao *framework* legal e sistemas de integração; Operação; e Dissolução. O ciclo de vida proposto por Fucks (1997) também não prevê a necessidade de reconfiguração.

3. REVISÃO DA LITERATURA E FERRAMENTAS

As atividades abaixo listam os resultados obtidos em algumas das ações delineadas que visam ao final, construir um cenário e conjunto de experimentos para que se possa adequadamente analisar e comparar as várias soluções de Nuvem para EVs.

Este capítulo está organizado em função de parte dos objetivos específicos deste trabalho. Inicialmente, na seção 3.1, é feito um levantamento bibliográfico para se levantar os requisitos de EVs. Após isso, na seção 3.2, algumas ferramentas de Nuvem foram analisadas e selecionadas para serem utilizadas como base ferramental para testes de cenários. Finalmente, a seção 3.3 apresenta a revisão na literatura efetuada para se levantar os indicadores de desempenho mais apropriados para serem aplicados na avaliação de ferramentas de Nuvem.

3.1. Requisitos de Empresas Virtuais

Nesta etapa realizaram-se buscas por publicações para levantar os principais requisitos que empresas-membro de uma EV têm quando transacionam entre si do ponto de vista de dados e aplicações, em termos de acesso, hospedagem, etc. Além disso, e alinhado aos objetivos específicos desta dissertação, procurou-se observar os cenários utilizados por outros autores para o levantamento desses requisitos bem como os obstáculos e impactos gerais verificados com as soluções de *Cloud* e no geral para com os membros de uma EV. Com isso foram levantados requisitos iniciais genéricos para qualquer ramo de negócios utilizando computação em nuvem, sendo realizado posteriormente um filtro destes requisitos para a área de Colaboração entre Empresas, *Clusters* Industriais, Empresa Virtual e Organizações Virtuais.

Para a elaboração da revisão bibliográfica do estado da arte foi utilizado o método SLR (KITCHENHAM, 2007). Este método consiste em três fases principais: o **planejamento** onde são definidos o objetivo da pesquisa e o protocolo de revisão; a **condução**, onde os estudos são identificados, selecionados e avaliados conforme os critérios de inclusão e exclusão e então os dados são extraídos de cada estudo; e por fim o **relato**, onde é apresentado um relatório formal.

Com base no método SLR e no tema de pesquisa foi elaborada a seguinte string básica de busca:

("Cloud Computing Platforms" OR "Cloud Platforms" OR "Cloud Computing Platform" OR "Cloud Platform") AND ("Collaborative Networks" OR "Industrial Cluster" OR "Virtual Enterprises" OR "Virtual Organizations" OR "Virtual Organisations" OR "Virtual Breeding Environment" OR "Networked Organisations" OR "Networked Organizations" OR "Collaborative Network" OR "Virtual Enterprise" OR "Virtual Organization" OR "Virtual Organisation" OR "Networked Organisation" OR "Networked Organization")

Essa *string* foi aplicada nas seguintes bases teóricas, procurando-se inicialmente analisar as publicações sobre o assunto escritas em inglês no período compreendido entre 2004 e 2015:

- IEEEExplore (<http://ieeexplore.ieee.org/>);
- ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com/>);
- Scopus (<http://www.scopus.com/>)
- ACM Digital Library (<http://dl.acm.org/>)

Os resultados obtidos pela busca da *string* foram:

- IEEEExplore, 33 publicações;
- ScienceDirect, 48 publicações;
- Scopus, 86 resultados;
- ACM Digital Library, 23 resultados.

Apesar dos resultados mostrarem uma quantidade razoável de artigos, foram realizadas leituras e algumas devidas filtragens nas publicações para selecionar apenas os artigos que, de fato, abordavam os assuntos relevantes sobre requisitos de nuvem para EVs. Em uma pré-seleção foram eliminados os artigos comuns encontrados em diferentes bases de dados de artigos científicas, restando assim uma quantidade menor para ser melhor analisada. Após essa etapa, foram aplicados filtros de contexto, onde um dos filtros utilizado foi a seleção apenas dos artigos que apresentavam algum tipo de solução / aplicabilidade de plataformas, e não somente contendo a teoria, conceitos e definições de *Cloud* e Empresa Virtual. Outro filtro utilizado foi em relação a alguns termos / palavras que poderiam ser erroneamente interpretados nos artigos e assim serem selecionados.

Através da busca realizada com a pesquisa SLR, 14 trabalhos foram considerados como relevantes para o levantamento dos requisitos, apresentados de forma resumida a seguir. A descrição de cada trabalho está organizada em três aspectos. O primeiro visa dar uma ideia do cenário geral do caso. O segundo lista os requisitos que os autores identificaram como necessários fazer frente. O terceiro aspecto resume os problemas e eventuais impactos relatados pelos autores.

Ao final, através de um procedimento indutivo, uma tabela sumarizada é apresentada, compilando e generalizando tais requisitos.

Research on Producer Service Innovation in Home-Textile Industrial Cluster Based on Cloud Computing Platform (Zhang et al., 2010)

1 - O artigo propõe um cenário onde se utiliza serviços baseados na nuvem para modernizar e ajudar na competitividade das indústrias têxteis caseiras da China, que são fornecedores da indústria têxtil. Estes fornecedores são considerados parceiros e interagem uns com os outros trocando serviços e participando do processo de co-criação do produto.

2 - São mencionados requisitos como multiusuário, integração de recursos, compartilhamento de informações, *pay-per-use*, rápida implementação e atualização, segurança e elasticidade.

3 - Apresentam duas soluções para o uso da tecnologia em nuvem para aumentar a competitividade. Uma delas é criar um *e-business* como um novo canal de vendas; e a outra é vender toda sua produção para empresas parceiras.

CloudVO: Building a Secure Virtual Organization for Multiple Clouds Collaboration (Li et al., 2010)

1 - O artigo propõe um cenário onde um *framework* chamado *CloudVO* gerencia a segurança de organizações virtuais através de múltiplas *clouds*. A plataforma proposta adota delegações e regras de políticas para implementar a colaboração entre as organizações, podendo assim enfrentar os desafios dos ambientes dinâmicos, autônomos e distribuídos da nuvem.

2 - Mencionam-se requisitos como segurança, multiusuários, compartilhamento de recursos, integração, flexibilidade, uso e pagamento sob demanda, e dinamismo do ambiente de operação.

3 - Esta solução apresentou contribuições como acordos de membros, políticas de conflitos e gerenciamento de confiança.

Virtual Enterprise Model for Enabling Cloud Computing for SMMEs (Mvelase et al., 2011)

1 - O artigo propõe a criação de Empresas Virtuais utilizando arquiteturas baseadas em nuvem em níveis de negócios e tecnologia. O nível de negócios dispõe de modelos organizacionais, modelos de processos, habilidades e competências, enquanto o nível de tecnologia é composto por recursos de TI. A criação da EV proporciona a alianças entre empresas para poder cumprir com uma determinada oportunidade de negócio.

2 - São mencionados como requisitos a capacidade de agilidade, flexibilidade, adaptabilidade, interoperabilidade, escalabilidade, compartilhamento de recursos e segurança.

3 - É apresentado como solução uma Arquitetura de Empresas na Nuvem, a *VE - enabled cloud enterprise architecture*, onde é demonstrado a definição do nível de negócio e de tecnologia, e enfatizado que em uma EV deve se dar preferência para o uso compartilhado de recursos já existentes para que os custos dos recursos de TI serem economicamente viáveis.

Industrial clusters' information based on SaaS Model (Jingjing e Haitao, 2011)

1 - O artigo propõe um cenário onde se analisa uma plataforma de colaboração entre empresas baseadas em computação em nuvem do tipo SaaS para promover a inovação e industrialização da produção de empresas de pequeno e médio porte da China.

2 - Mencionam-se requisitos como controle de permissão, privacidade, segurança, compartilhamento, escalabilidade e dispersão geográfica.

3 - A solução relata a complementaridade entre a plataforma SaaS e a introdução do cooperativismo, que pode promover *clusters* industriais e partilha de informações entre empresas para aumentar a capacidade tecnológica e de competitividade global.

Knowledge cloud system for network collaboration: A case study in medical service industry in China (Lai, Tam e Chan, 2012)

1 - Os autores propõem um novo modelo de *Cloud Computing*, o *Knowledge as a Service* (KaaS), cujo propósito é facilitar a interoperabilidade entre membros em uma rede de conhecimento. O *framework* KaaS foi modelado a partir da necessidade de unir conhecimentos em uma rede colaborativa da indústria de serviços médicos.

2 - Os requisitos mencionados foram a agilidade, compartilhamento, interoperabilidade, escalabilidade, elasticidade, segurança, níveis de acesso e colaboração entre membros.

3 - Esta solução apresentada limita-se à formação de uma rede de conhecimento privada para colaboração empresarial, deixando em aberto para outras pesquisas em diferentes plataformas e em outros tipos de formação de rede.

Cloud Computing Based Logistics Resource Dynamic Integration and Collaboration (Gao et al., 2012)

1 - O artigo propõe um cenário de um *framework* como um serviço de integração de recursos dinâmicos de logística, que agrega valor ao serviço de logística e promove a colaboração de empresas do ramo, no qual o objetivo é implementar uma rede colaborativa de empresas para reduzir custos e aumentar a eficiência nos serviços.

2 - Mencionam-se requisitos como alta escalabilidade, reutilização e compartilhamento de recursos, serviços sob demanda, segurança e interoperabilidade.

3 - A solução mostra que na prática é possível acelerar a implantação da informatização de pequenas e médias empresas de logística se beneficiando da redução de custo e eficiência das ferramentas colaborativas baseadas em nuvem.

A Cloud Based Data Integration Framework (Jiang et al., 2012)

1 - O artigo descreve o cenário de um *Framework* de Integração de Dados baseado em *Cloud* que pode ser usado para dar suporte a Empresas Virtuais a descobrir, explorar e responder a mais oportunidades emergentes de negócios, os quais requerem acesso imediato e flexível de informações por parte do cliente. Este modelo foi motivado por um estudo de caso para Gerenciamento de Incidentes de Sistemas de Eletricidade da Espanha, usando a *Cloud* baseada em Dados como Serviços.

2 - São mencionados requisitos como *on-demand*, acessibilidade e flexibilidade, segurança, controle de acesso, interoperabilidade e padronização.

3 - Esta solução mostra que é possível resolver problemas do “mundo real” com uma aplicação sob demanda de tecnologia em nuvem.

Software Co-development in the Era of Cloud Applications Platforms and Ecosystems: The Case of CAST (Kourtesis et al., 2012)

1 - O artigo propõe o cenário de uma plataforma de aplicação *Cloud* para suportar avançadas formas de co-desenvolvimento de *software* e de fomentar o surgimento de um novo tipo de ecossistema de *software*. A plataforma apresentada promove o suporte colaborativo entre um provedor PaaS e um ecossistema de desenvolvimento SaaS.

2 - São mencionados requisitos como controle de acesso, multiusuário, interoperabilidade, disponibilidade e segurança.

3 - Esta solução apresenta uma contribuição para a modelagem do futuro dos *softwares* de co-desenvolvimento, onde a plataforma de aplicação é baseada em nuvem e objetiva o suporte colaborativo entre plataformas PaaS e desenvolvedores de sistemas SaaS.

An Innovative Virtual Enterprise Approach to Agile Micro and SME-Based Collaboration Networks (Munch et al., 2013)

1 - O artigo analisa um cenário de abordagem colaborativa e descentralizada de infraestrutura para empresas virtuais. É apresentada uma arquitetura de referência. Por fim, destacam-se as principais melhorias e relevâncias de impacto em termos de economia e competitividade.

2 - Como requisitos são mencionados a controle de acesso descentralizado, mobilidade entre dispositivos, usabilidade, flexibilidade, integração e segurança.

3 - A solução abordada ressalta o impacto que as pequenas e médias empresas têm sobre a forte necessidade de colaboração para poderem se tornar competitivas diante do dinamismo do mercado de oportunidades.

A Comparative Analysis of Pricing Models for Enterprise Cloud Platforms (Mvelase et al, 2013)

1 - O artigo analisa um dado cenário apresentando uma comparação entre a avaliação de uma Empresa Virtual utilizando uma Arquitetura de Empresa na Nuvem (*VE-enabled cloud enterprise architecture*) e o modelo de preços da plataforma *Amazon EC2*, para demonstrar que seu modelo é mais adequado e economicamente viável para as Micro, Pequenas e Médias Empresas.

2 - São mencionados requisitos como segurança, disponibilidade, escalabilidade, interoperabilidade, segurança, integração de dados, governança, privacidade, questões políticas e jurídicas e gerenciamento de serviços de negócio.

3 - A solução apresentada demonstra por meio de comparação que o modelo de preços proposto comprova benefícios sobre o uso do modelo de preço por assinatura de plataformas públicas como uma única empresa, apresentando um custo 17 vezes menor quando comparado ao modelo de preços da *Amazon EC2*.

Assessing the maturity of collaborative networks: a case study analysis in the Italian fashion SMEs (Bandinelli et al., 2014)

1 - O artigo apresenta um cenário onde se avaliam as características de redes de colaboração nas empresas italianas que trabalham como fornecedores da indústria da moda, por meio de uma pesquisa de estudo de caso múltiplo. Demonstrando a realidade das Redes Colaborativas no contexto italiano, fornece relatos sobre questões relacionadas à colaboração entre as PMEs.

2 - Mencionam-se requisitos como integração, controle de acesso, multiusuários e elasticidade.

3 - O resultado deste artigo apresenta e analisa a avaliação de um questionário distribuído e respondido por entrevistados de diferentes níveis empresariais e que demonstra a perspectiva observada por eles sobre o assunto *Cloud*.

Cloud-based Collaborative Business Services Provision (Camarinha-Matos et al., 2014)

1 - O artigo analisa um cenário dado por empresas do setor de energia solar, com o desenvolvimento de serviços colaborativos entre uma rede de empresas interessadas e o fornecimento de uma solução/produto ao cliente.

2 - Mencionam-se requisitos como interoperabilidade, compartilhamento, privacidade e segurança, acessibilidade e disponibilidade.

3 - A solução apresentada contribui com a clarificação de conceitos e de definições de um *framework* para criação de serviços colaborativos de negócios. Este *framework* baseia-se em uma plataforma de colaboração em nuvem para suportar a criação, estabelecimento e operação de redes colaborativas entre empresas envolvidas.

The challenge of networked enterprises for cloud computing interoperability (Mezgar e Rauschecker, 2014)

1 - O artigo apresenta um breve exemplo de cenário com as possibilidades de aplicação de *cloud* em ambientes de produção e na indústria. Demonstra as vantagens e desvantagens da *cloud* e sobressalta

os desafios da interoperabilidade. Além de apresentar uma visão geral sobre problemas de interoperabilidade e padronização de computação em nuvem, uma taxonomia é introduzida sobre possíveis formas de conexão das arquiteturas corporativas.

2 - Como requisitos mencionam-se a escalabilidade, segurança, privacidade, interoperabilidade e padronização, aspectos econômicos, TI verde e preocupações legais.

3 - O artigo apresenta as principais características de um *Networked Enterprise* e os diferentes modelos de *Cloud Computing*, permitindo analisar a perspectiva de uma solução sobre um cenário de aplicação de *Cloud* na indústria.

Proposal for a Cloud Computing solution and application in a pedagogical virtual organization (Gueye et al., 2014)

1 - O artigo propõe um cenário particular de composição de organização virtual para o uso em organizações pedagógicas. A proposta é criar um ambiente colaborativo e de compartilhamento de recursos como *hardware* e *software*. Demonstra a possibilidade de criar uma VO a partir de IaaS para facilitar o compartilhamento destes recursos, sendo modelados de uma forma centralizada com acesso via *Internet*, e descentralizado compartilhando fisicamente os recursos não acessíveis pela web.

2 - Mencionam-se requisitos como compartilhamento, integração, distribuição geográfica, controle de acesso e privacidade, escalabilidade e flexibilidade.

3 - A solução apresenta a possibilidade de criação de VOs/VEs a partir de IaaS, descentralizando o compartilhamento de recursos e proporcionando redução de custos.

Corroborando com os requisitos identificados anteriormente na literatura, um projeto intitulado 4CaaS, publicado no artigo ***Building the PaaS Cloud of the Future. Immigrant PaaS Technologies***, criado por Tobias Binz et al. (2011), fornece um relatório específico e técnico feito pela Comissão Europeia no âmbito do seu Programa Quadro 7, resumindo o estado da arte em 4 tecnologias de *Cloud*: motores de banco de dados relacional; servidores de aplicação; desenvolvimento de *frameworks*; e integração de tecnologias.

Embora generalizando para tais tecnologias, este trabalho faz um apanhado também em termos de requisitos, como:

- Padrões e Funcionalidades: contemplam requisitos como padrões, especificações, funcionalidades avançadas, além de características de propriedade da plataforma.
- *Multi-Tenancy*: contempla requisitos como privacidade de dados, controle de acesso de usuários, gerenciamento de acessos e arquitetura multi-usuário.
- Escalabilidade e Elasticidade: contempla requisitos como escalabilidade dinâmica, escalabilidade transparente, balanceamento de carga e *clustering*.
- Extensibilidade e abertura (*Openness*): contempla requisitos como licenciamento e direitos, arquitetura modular, além de acesso à documentação, fóruns, comunidades e treinamentos.
- Segurança e Confiabilidade: contempla requisitos como autenticação de usuários, SLAs e confiabilidade.
- Suporte de Controle de Acesso: contempla requisitos como controle QoS e mecanismos de medição e faturamento.
- Ferramentas de Desenvolvimento: contempla requisitos de suporte para desenvolvedores, além de *Plugins IDE*.
- Gerenciamento e Operacionalidade: contempla requisitos como interface de gerenciamento e API gestora.
- Interoperabilidade: contempla requisitos de suporte de interoperabilidade de processos de negócios, serviços web, adaptadores comuns ou personalizados e mecanismo de transmissão de mensagens.

Desta forma, com os principais requisitos levantados em termos de *Cloud Computing* para EVs de PMEs, foi feita uma compilação e generalização, como mostra a Tabela 1. Como alguns dos trabalhos analisados usaram as vezes termos diferentes ou com semânticas diferentes, esta tabela também já representa uma “harmonização” feita nos dados encontrados.

Tabela 1. Estudo comparativo dos Requisitos de *Cloud Computing* para EVs.

ID	Título do Artigo	Referência	Padrões e Funcionalidades	Multi-Tenancy	Escalabilidade e Elasticidade	Extensibilidade e abertura (Openness)	Segurança e Confiabilidade	Suporte de Controle de Acesso	Ferramentas de Desenvolvimento	Gerenciamento e Operacionalidade	Interoperabilidade
1	<i>Research on Producer Service Innovation in Home-Textile Industrial Cluster Based on Cloud Computing Platform</i>	(Zhang et al, 2010)	x	x	x	x	x	x			x
2	<i>CloudVO: Building a Secure Virtual Organization for Multiple Clouds Collaboration</i>	(Li et al, 2010)	x	x	x		x	x		x	x
3	<i>Virtual Enterprise Model for Enabling Cloud Computing for SMMEs</i>	(Mvelase et al, 2011)	x	x	x	x	x		x		x
4	<i>Industrial clusters' information based on SaaS Model</i>	(Jingjing e Haitao, 2011)	x	x	x		x	x		x	
5	<i>Knowledge cloud system for network collaboration: A case study in medical service industry in China</i>	(Lai et al, 2012)		x	x		x	x		x	x
6	<i>Cloud Computing Based Logistics Resource Dynamic Integration and Collaboration</i>	(Gao et al, 2012)	x	x	x		x	x	x	x	x
7	<i>A Cloud Based Data Integration Framework</i>	(Jiang et al, 2012)	x		x		x	x		x	x
8	<i>Software Co-development in the Era of Cloud Applications Platforms and Ecosystems: The Case of CAST</i>	(Kourtesis et al, 2012)	x	x			x	x			x

9	<i>An Innovative Virtual Enterprise Approach to Agile Micro and SME-Based Collaboration Networks</i>	(Munch et al, 2013)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	<i>A Comparative Analysis of Pricing Models for Enterprise Cloud Platforms</i>	(Mvelase et al, 2013)	x		x	x	x	x			x	x
11	<i>Assessing the maturity of collaborative networks: a case study analysis in the Italian fashion SMEs</i>	(Bandinelli et al, 2014)	x	x	x			x				x
12	<i>Cloud-based Collaborative Business Services Provision</i>	(Camarinha-Matos et al, 2014)	x	x			x	x				x
13	<i>The challenge of networked enterprises for cloud computing interoperability</i>	(Mezgar e Rauschecker, 2014)	x		x	x	x	x			x	x
14	<i>Proposal for a Cloud Computing solution and application in a pedagogical virtual organization</i>	(Gueye et al, 2014)	x	x	x	x	x	x	x			x

3.2. Plataformas de *Cloud Computing*

Nesta sessão será apresentada algumas soluções de SaaS, PaaS e IaaS que foram pré-selecionadas para análise considerando os critérios gerais mencionados no Capítulo 2.

Esta lista é resultado de uma revisão bibliográfica, além da busca por fontes de informação não científicas relacionadas ao tema, como sites de fornecedores e suporte *online*.

Atualmente existem inúmeros fornecedores de Computação em Nuvem, como citado em Velte et al (2009), Zhou et al (2010), Buyya (2010), Ramanathan et al (2011), Jenkins et al (2011) e Bahrami (2015), incluindo nomes de empresas como a *Google*, *Microsoft* e *Amazon*. Baseando-se na literatura, tendo em mente aqueles requisitos de *Cloud* para EVs (seção 3.1) e questões de viabilidade de se avaliar “todas” as ferramentas disponíveis, foram levantadas apenas algumas das consideradas como principais ferramentas, mais citadas.

Esta seção está dividida em três subseções, de ferramentas de SaaS, PaaS e IaaS.

As informações técnicas são basicamente oriundas dos sites das empresas fornecedoras dos produtos.

3.2.1. Software como Serviço (*Software as a Service - SaaS*)

Existe uma grande diversidade de ferramentas do tipo SaaS disponibilizada atualmente. Os serviços mais comuns de SaaS observados na literatura são ferramentas de criação, armazenamento e compartilhamento de arquivos (Skendzic e Kovacic, 2012) (Costa et al, 2013) (Aazam et al, 2014). Com base no pesquisado, a maior parte dos artigos e materiais em geral citam as ferramentas *OneDrive (Microsoft)*, *GoogleDrive (Google)*, *Dropbox (Dropbox)*, *Office 365 (Microsoft)* e *Google Apps (Google)* como muito utilizadas por empresas.

Essas cinco ferramentas são apresentadas a seguir.

OneDrive

É a opção de armazenamento e compartilhamento de arquivos em nuvem da *Microsoft*. O serviço de armazenamento já vem embutido em versões mais recentes do Sistema Operacional *Windows*, como 8, 8.1 e 10, onde aparece no gerenciador de arquivos junto de todos os arquivos no disco do seu computador.

Tem suporte para armazenar arquivos de qualquer tipo, possibilitando acessá-los que qualquer dispositivo, seja ele um computador ou dispositivo móvel, além do portal web que pode ser acessado pelo navegador.

Possui um aplicativo que sincroniza os arquivos em todos os seus dispositivos, mantendo assim seus dispositivos com uma copia atualizada dos arquivos, para acesso a qualquer momento, *online* ou *offline*.

De acordo com a fornecedora, ele é mais indicado para quem usa *Windows* e o *Office* por ser criado especialmente para estes sistemas, sendo totalmente integrado e compatível. É compatível com *Windows* e *Mac*, além de sistemas operacionais de dispositivos móveis como *WindowsPhone*, *IOS*, *Android* e também consoles *Xbox*.

O *OneDrive* e *OneDrive for Business* fazem parte das ferramentas de produtividade e colaboração do *Microsoft Office 365* oferecidas na nuvem. O *OneDrive for Business* traz o portal de administração para controlar e gerenciar o armazenamento, usuários e configurações.

A provedora afirma garantir 99,9% de tempo de ativação com um SLA e acordo de processamento de dados robusto, além de funcionalidades de prevenção contra perda de dados, auditoria e geração de relatórios avançados.

Atualmente dispõe de uma versão gratuita, uma versão paga para planos de maior armazenamento, e uma versão empresarial que possui uma série de ferramentas de produtividade e colaboração incluídas.

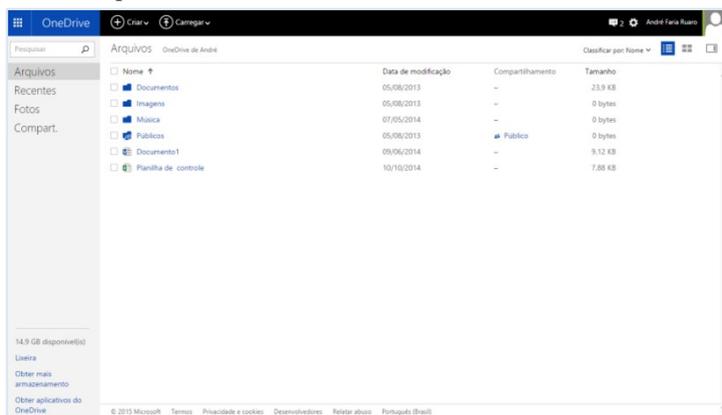
O serviço oferece diversas formas para seus usuários obterem armazenamento extra e reforçar sua capacidade de armazenamento.

O *OneDrive* oferece os seguintes planos:

- Plano gratuito (por usuário): 15 GB;
- Planos pagos domésticos (por usuário): 50 GB por R\$ 4,00/mês e 1 TB iniciam por R\$ 21,00/mês;
- Plano empresarial (por usuário): 1 TB por R\$ 18,80/mês.

A figura 7 mostra uma das interfaces gráficas do *OneDrive*. (MICROSOFT, 2015)

Figura 7. Exemplo de Interface do *OneDrive*.



Google Drive

É um serviço de armazenamento e compartilhamento de arquivos *online* da *Google*. Ele faz parte de um pacote de aplicativos chamado de *Google Apps*, que foi projetado como um serviço totalmente baseado na nuvem. Sua forma de acesso é baseada em navegadores web e aplicativos.

Estes aplicativos servem tanto para computadores quanto para dispositivos móveis (como *tablets* e *smartphones*), podendo gerenciar seus arquivos de qualquer dispositivo, uma vez que eles irão ser sincronizados com a nuvem e podem ser acessados de qualquer lugar. Para computadores, é compatível com *Windows* e *Mac*, além de sistemas

operacionais de dispositivos móveis como iOS e Android.

Este serviço possui um plano gratuito para usuários comuns, e um plano pago, geralmente usado para empresas. O plano pago se chama *Google Apps for Work*, onde são fornecidos diversos serviços a nível empresarial não inclusos no plano gratuito. Para o *Google Drive*, os benefícios são o armazenamento adicional, suporte por e-mail e telefone 24 horas, 99,9% de tempo de disponibilidade garantido, interoperabilidade com outros serviços, recursos de segurança aprimorados e gerenciamento total de todas as contas de usuários.

Para contratar o *Google Drive* é preciso contratar o pacote de serviços *Google Apps* ou *Google Apps for Work*, pois estes pacotes foram desenvolvidos para ser uma solução completa com ferramentas integradas que funcionam de forma complementar.

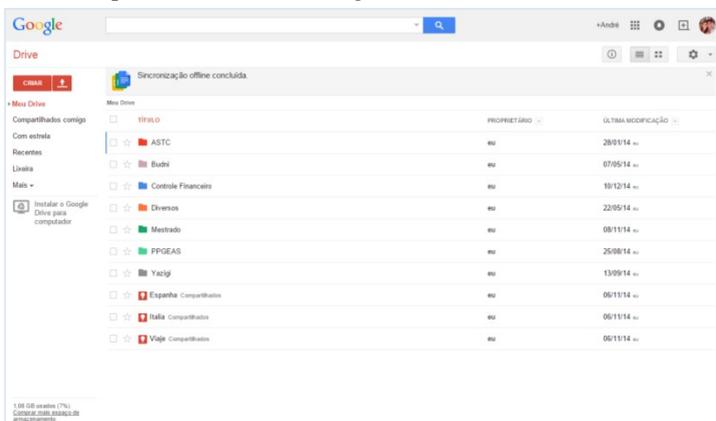
A forma de contrato se dá pela quantidade de usuários e período de uso, sendo possível assinar mensalmente ou anualmente. Com o plano flexível é possível adicionar e excluir contas de usuários a qualquer momento, com o benefício de pagar apenas pelos serviços que usar.

De acordo com o provedor, os custos de contrato do serviço *Google Apps* e *Google Apps for Work* são:

- Plano gratuito (por usuário) é de 15 GB;
- Planos pagos *App for Work* (por usuário): 30 GB por US\$ 5/mês, 1 TB por US\$ 10/mês (caso a assinatura tiver até 5 usuários), armazenamento Ilimitado por US\$ 10/mês (acima de 5 usuários).
- Planos pagos (por usuário): 100 GB por US\$ 1,99/mês, 1 TB por US\$ 9,99/mês, 10 TB por US\$ 99,99/mês, 20 TB por US\$ 199,99/mês, 30 TB por US\$ 299,99/mês.

A Figura 8 mostra uma das interfaces gráficas do *Google Drive*. (GOOGLE, 2014)

Figura 8. Exemplo de Interface do *Google Drive*.



DropBox

O *Dropbox* é um serviço de armazenamento em nuvem da empresa *Dropbox*. Ele possui um serviço de sincronização automática de arquivos que proporciona que seus arquivos estejam sempre na nuvem e se tenha acesso a qualquer momento no portal do *Dropbox* ou em seu computador. Isto é suportado pelo seu aplicativo, disponível para diferentes sistemas operacionais, e também em seus dispositivos móveis, por meio de *Apps*, para diversos sistemas operacionais de dispositivos móveis.

É possível armazenar qualquer tipo de arquivo no *Dropbox* e não possui limite de tamanho de arquivos.

Para computadores é compatível com *Windows*, *Mac* e *Linux*, além de sistemas operacionais de dispositivos móveis como *WindowsPhone*, *iOS*, *Android* e também o leitor *KindleFire*.

Um dos pontos fortes relatados é a sua segurança. O projeto do site do *Dropbox* é simples e “limpo”, ficando limitado quanto a controlar a forma de exibição de arquivos.

O serviço oferece diversas formas para seus usuários obterem armazenamento extra e reforçar sua capacidade de armazenamento.

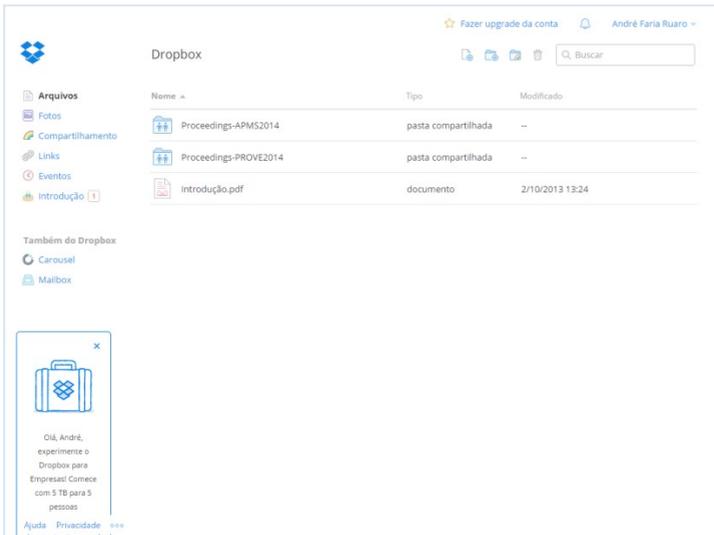
Atualmente dispõe de uma versão gratuita e também uma versão paga para planos de maior armazenamento, além de uma versão empresarial.

O armazenamento *online* para seus arquivos possuem os seguintes planos:

- Plano gratuito (por usuário) é de 2 GB;
- Plano pago (por usuário): 1 TB por US\$9,99/mês;
- Plano empresarial (por usuário): 1 TB por US\$15,00/mês.

A Figura 9 mostra uma das interfaces gráficas do *Dropbox*. (DROPTBOX, 2015)

Figura 9. Exemplo de Interface do *Dropbox*.



Office 365

É o mesmo pacote de ferramentas de escritório da *Microsoft*, porém está disponível na nuvem, para ser usado quando e onde for preciso. São disponibilizados em uma variedade de planos para atender melhor às necessidades da organização.

A família *Business* é oferecida para um número máximo de 300 usuários e tem planos como: *Office 365 Business*, *Office 365 Business Essentials*, *Office 365 Business Premium*. As famílias *Enterprise*, *Education* e *Government* oferecem número ilimitado de usuários e apresentam planos como: *Office 365 Enterprise E1*, *Office 365 Enterprise E3*, *Office 365 Enterprise E4*, *Office 365 Enterprise K1* e seus correspondentes nas outras famílias *Education* e *Government*.

Todos incluem confiabilidade por meio de contrato de nível de serviço (SLA), segurança, administração, atualizações automáticas, possibilidade de integração com *Active Directory* (AD) e suporte.

Ainda, é possível mesclar a sua assinatura, misturando, de acordo com a necessidade, planos diferentes.

Ele permite a integração com o sistema de armazenamento e compartilhamento de arquivos em nuvem, *OneDrive*, com 1 TB de armazenamento por usuário, e e-mail com calendário e contatos com uma caixa de entrada de 50 GB. Integração do *Active Directory* para gerenciar facilmente as permissões e as credenciais do usuário.

Possui os seguintes planos (MICROSOFT, 2015):

- Os planos de assinatura anual do Office 365 Business, Office 365 Business Essentials e Office 365 Business Premium apresentam valores por usuário de R\$ 36,10/mês, R\$ 21,90/mês e R\$ 54,70/mês respectivamente.
- Os planos de assinatura anual do Office 365 Enterprise E1, Office 365 Enterprise E3, Office 365 Enterprise E5 apresentam valores por usuário de R\$ 35,00/mês, R\$ 87,50/mês e R\$ 144,30/mês respectivamente.

Google Apps e Google Apps for Work

O *Google Docs*, Planilhas e Apresentações fazem parte do pacote *Google Apps* e são aplicativos de produtividade que permite criar, editar, armazenar e compartilhar diferentes tipos de documentos online, além de poder trabalhar em tempo real simultaneamente com outros usuários.

Por ter armazenamento em nuvem, pode-se acessar e editar os arquivos em qualquer dispositivo, seja computador, *tablet* ou *smartphone*.

Ele permite uma série de possibilidades de *upload* e *download*, permitindo que seja salvo localmente em formatos *Microsoft Office*, *OpenOffice*, PDF, HTML ou zip. Além disso, tem uma ferramenta que traduz o documento para outro idioma.

Um aplicativo de sincronização faz com que seja possível atualizar uma pasta do computador com o armazenamento na nuvem.

Questões de confiabilidade e interoperabilidade entre as ferramentas do pacote foram explicitadas na ferramenta *Google Drive*, que faz parte do pacote de produtividade *Google Apps*. Também, conforme já citado, possui uma série de funcionalidades de controle e gerenciamento de usuários, além de dados para auditoria e relatórios referentes ao conteúdo e ao compartilhamento de arquivos.

De acordo com o provedor, os custos de contrato do serviço *Google Apps* e *Google Apps for Work* são (GOOGLE, 2015):

- Plano gratuito (por usuário) é de 15 GB;
- Planos pagos *App for Work* (por usuário): 30 GB por US\$ 5/mês, 1 TB por US\$ 10/mês (caso a assinatura tiver até 5 usuários), armazenamento Ilimitado por US\$ 10/mês (acima de 5 usuários).
- Planos pagos (por usuário): 100 GB por US\$ 1,99/mês, 1 TB por US\$ 9,99/mês, 10 TB por US\$ 99,99/mês, 20 TB por US\$ 199,99/mês, 30 TB por US\$ 299,99/mês.

3.2.2. Plataforma como Serviço (*Platform as a Service - PaaS*)

Plataforma como Serviço tem como principal foco o de permitir a criação de aplicativos baseados em nuvem.

Abaixo são analisadas três das ferramentas de PaaS consideradas mais relevantes no meio empresarial (Velte et al, 2009).

Google App Engine

É a plataforma como serviço oferecida pela *Google*. Esta plataforma permite o desenvolvimento e execução de aplicativos na infraestrutura da *Google*. A manutenção dos servidores fica a cargo do provedor, eliminando esta tarefa do cliente e permitindo o desenvolvimento sem necessidade de gerenciar uma infraestrutura proprietária. É considerada pelo provedor como de fácil desenvolvimento, manutenção, e fácil escalonamento de tráfego de dados e alteração de dados armazenados.

O *Google App Engine* suporta aplicativos escritos em diferentes linguagens de programação, como Java, Python, PHP e Gocode.

Ele inclui uma série de funcionalidades ao projeto de desenvolvimento de aplicativos, como armazenamento persistente de dados, buscas, ordenações e transações; balanceamento de carga e escalonamento automático; agendamento de tarefas e integração com outros serviços *Google Cloud Platform* e APIs.

Os aplicativos são executados com segurança, em ambientes fechados, permitindo a distribuição entre vários servidores, e escalonando servidores de acordo com a demanda.

Possui um SDK (*Software Development Kit*) com suporte às linguagens acima listadas, além de bibliotecas e APIs. Possui também um simulador, que emula uma estação local, e ferramentas de desenvolvimento que permitem "levantar" sua aplicação para a nuvem e gerenciar diferentes versões da aplicação.

Quanto à forma de cotas e custos, cada aplicativo pode consumir uma quantidade fixa de recurso de computação sem custo, definida por um conjunto de cotas. Caso o aplicativo consuma mais recursos isso se tornará pago. Ao utilizar recursos além das cotas livres, a cobrança será feita sobre o excedente.

Os custos são contados da seguinte forma:

Custo por Recursos

Recursos	Unidades	Custo por Unidade (em US \$)
Instancias	Horas de Instâncias	\$0.05
Tráfego de saída de rede	Gigabytes	\$0.12
Tráfego de entrada de rede	Gigabytes	Grátis
Armazenamento de dados	Gigabytes por mês	\$0.18
Blobstore, Logs, e tarefas de armazenamento de dados	Gigabytes por mês	\$0.026
Memcache dedicado	Gigabytes por hora	\$0.06
Logs API	Gigabytes	\$0.12
SSL Virtual IPs (VIPs)	Virtual IP por mês	\$39.00
Envio de Email, Memcache compartilhado, Pagespeed, Cron, APIs (URLFetch, Task Queues, Imagem, Sockets, Arquivos, e Usuários)		Sem adicional por alteração

Custo por Chamadas ao DataStore

Operação	Custo
Leitura / escrita	\$0.06 por 100,000 operações
Pequeno	Grátis

Custo por Buscas

Recursos	Custos
Armazenamento Total (Documentos e Indexes)	\$0.18 por GB por mês
Queries	\$0.50 por 10K queries
Pesquisa indexável de Documentos	\$2.00 por GB

(GOOGLE, 2015)

Microsoft Azure Platform (Aplicativos Web)

É a plataforma para desenvolvimento de aplicativos da *Microsoft*. Com esta ferramenta é possível desenvolver, criar pacotes e implantar aplicativos e serviços na nuvem. Com o *Microsoft Azure Platform* o cliente somente se preocupa em desenvolver sua aplicação sem se preocupar com o *hardware*, provisionamento e balanceamento de carga e monitoramento de integridade. Os aplicativos têm garantia por meio de SLAs de 99,95%.

O desenvolvimento pode ser feito por *Visual Studio* e o SDK do *Azure*, possibilitando o uso de linguagens de programação como .NET, Java, Node.js, PHP, Python ou Ruby. Também é possível testar o aplicativo por meio de um Emulador do *Azure* antes de implantá-lo na nuvem, o que permite testar novas versões sem comprometer versões existentes.

Os Serviços de nuvem do *Microsoft Azure Platform* foram projetados para implantar aplicativos e mantê-los sempre disponíveis durante travamentos e falhas, redirecionando o tráfego de instâncias com problemas para instâncias em perfeito funcionamento.

Possui um painel de métricas de integridade que mostra uma visão geral das principais estatísticas do serviço.

É possível definir limites de dimensionamento para quando for necessário o *Microsoft Azure Platform* redimensionar automaticamente, sem prejudicar o desempenho dos seus clientes.

O Serviço de Aplicativo reúne os recursos necessários para criar aplicativos web e móveis para qualquer plataforma e qualquer dispositivo. Os planos Gratuito e Compartilhado permitem hospedar aplicativos em um ambiente compartilhado, enquanto os planos Básico, *Standard* e *Premium* fornecem Máquinas Virtuais dedicadas ao seu plano. É possível hospedar diversos aplicativos e domínios em cada instância que for implantada dentro de seu plano.

Limites dos Recursos por Planos

	Gratuito	Compartilhado	Básico	Standard	Premium
	Desenvolva e teste aplicativos	Desenvolvimento / teste com limites maiores	Entre no ar com aplicativos básicos	Entre no ar com aplicativos Web, móveis e lógicos	Dimensionamento máximo e integração para empresas
Aplicativos Web, móveis ou de API	10	100	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Aplicativos lógicos	10	10	10	20 /núcleo	20 /núcleo
Integração	Desenvolvimento e teste	Desenvolvimento e teste	Desenvolvimento e teste	Conectores Standard	Conectores Premium + Serviços BizTalk
Espaço em disco	1 GB	1 GB	10 GB	50 GB	500 GB
Máximo de instâncias	--	--	Até 3	Até 10	Até 50
Ambientes de Serviço de Aplicativo	--	--	--	--	Com suporte
Contrato de Nível de Serviço	--	--	99,90%	99,95%	99,95%

Custo por Recursos / Instância

	Instância	Núcleos	RAM	Tamanhos de disco	Preço
Gratuita e Compartilhada	F1 Gratuito	Compartilhado (60 Minutos de CPU / dia)	1 GB	1 GB	\$0
	D1 Compartilhada (visualização)	Compartilhado (240 Minutos de CPU / dia)	0.5 GB	1 GB	~\$0,013 por site por hora
Plano de serviço Básico	B1 Básico	1	1,75 GB	10 GB	\$0,075/h (~\$56/mo)
	B2 Básico	2	3,50 GB	10 GB	\$0,15/h (~\$112/mo)
	B3 Básico	4	7 GB	10 GB	\$0,30/h (~\$223/mo)
Plano de	S1 Standard	1	1,75	50 GB	\$0,10/h

	Instância	Núcleos	RAM	Tamanhos de disco	Preço
serviço Standard			GB		(~\$74/mo)
	S2 Standard	2	3,50 GB	50 GB	\$0,20/h (~\$149/mo)
	S3 Standard	4	7 GB	50 GB	\$0,40/h (~\$298/mo)
Plano de serviço Premium	P1 Premium	1	1,75 GB	500 GB	\$0,30/h (~\$223/mo)
	P2 Premium	2	3,50 GB	500 GB	\$0,60/h (~\$446/mo)
	P3 Premium	4	7 GB	500 GB	\$1,20/h (~\$893/mo)
	P4 Premium	8	14 GB	500 GB	\$2,40/h (~\$1.786/mo)

(MICROSOFT, 2015)

AWS Elastic Beanstalk

É um serviço da *Amazon.com* para implantação e escalabilidade de aplicações e serviços da web. A plataforma se encarrega automaticamente do provisionamento de capacidade de recursos, balanceamento de carga e monitoramento da aplicação.

Permite total controle sobre os recursos do *AWS*, que possibilitam a operação do seu aplicativo e pode acessar recursos subjacentes em qualquer momento.

Possui suporte para desenvolvimento web às seguintes linguagens de programação Java, .NET, PHP, Node.js, Python, Ruby, Go e Docker, além de possuir servidores familiares como Apache, Nginx, Passenger e IIS.

O desenvolvedor pode se utilizar do *AWS Management Console*, um repositório Git ou um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) como o *Eclipse* ou o *Visual Studio* para carregar o aplicativo. O *Elastic Beanstalk* provisiona e opera a infraestrutura para que o cliente não precise gastar tempo com tal tarefa.

São várias as opções de armazenamento e de banco de dados disponíveis, como: *Amazon RDS*, *Amazon Dynamo DB*, *Amazon Simple DB*, *Microsoft SQL Server*, *Oracle*, *IBM DB2* ou o *Informix*.

Não há custo para utilização da plataforma, sendo cobrado apenas pelos recursos do *AWS* necessário para armazenar e executar os

aplicativos como instâncias do *Amazon EC2* ou *Amazon S3* (abaixo, na seção IaaS, é apresentada a tabela de preços referente ao *Amazon EC2*). (AMAZOM.COM, 2015)

3.2.3. Infraestrutura como Serviço (*Infrastructure as a Service - IaaS*)

O princípio do IaaS é fornecer ao cliente da nuvem os recursos de *hardware/* infraestrutura necessários para permitir que ele possa gerenciar seus próprios serviços.

Abaixo são analisadas três das ferramentas de IaaS consideradas mais relevantes no meio empresarial (Velte et al, 2009) (Jenkins et al, 2011).

Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)

O EC2 é um serviço da web que oferece uma computação dimensionável na nuvem, fornecendo controle completo dos recursos computacionais usados e sendo utilizados. É possível instanciar um servidor rapidamente, alterando sua capacidade à medida que seja necessário, e permitindo pagar somente pelo que realmente utiliza.

Este serviço de hospedagem em nuvem é flexível, podendo escolher várias instâncias, como sistemas operacionais e pacotes de *software*. Ele trabalha em conjunto com outros produtos da AWS, como o *Amazon Simple Storage Service (Amazon S3)*, o *Amazon Relational Database Service (Amazon RDS)*, o *Amazon Simple DB* e o *Amazon Simple Queue Service (Amazon SQS)*, fornecendo uma solução completa de computação, processamento de consulta e armazenamento de uma ampla variedade de aplicativos.

Na questão de segurança, ele trabalha em conjunto com o *Amazon VPC (Virtual Private Cloud)* para oferecer funcionalidades de redes seguras e robustas.

O *Amazon EC2* fornece uma série de recursos para criar aplicativos de classe empresarial escaláveis e resistentes a falhas:

- *Amazon Elastic BlockStore (EBS)*: Oferece armazenamento persistente para as instâncias do EC2. Possui três tipos de armazenamento: uso geral (SSD), IOPS provisionados (SSD) e os volumes magnéticos.
- *Elastic IP*: São os endereços de IP elásticos projetados para computação em nuvem dinâmica. Ele permite realizar a configuração e gerenciamento, além de aplicar filtros da

instancia ou falhas da zona de disponibilidade por meio de mapeamento programado.

- *Amazon Virtual Private Cloud (Amazon VPC)*: Permite provisionar uma seção isolada logicamente, onde é possível controlar todos os recursos sobre seu ambiente de rede virtual, incluindo a seleção do seu próprio intervalo IP, criação de sub redes e configuração de tabelas de roteamento e *gateways* de rede, sem contar que é possível criar uma conexão de *Hardware Virtual Private Network (VPN)*.
- *Amazon Cloud Watch*: Permite o monitoramento de recursos e aplicativos da nuvem AWS. Fornece visibilidade sobre o uso dos recursos, desempenho operacional e padrões de demanda geral, incluindo a utilização da CPU, leituras e gravações em disco e tráfego de rede.
- *Auto Scaling*: Permite que o número de instâncias do *Amazon EC2* utilizado se redimensione durante picos de demanda para manter o desempenho e diminui automaticamente durante quedas de demanda para minimizar custos.
- *Elastic Load Balancing*: Fornece uma distribuição automática do tráfego de entrada dos aplicativos em várias instancias, permitindo uma maior tolerância a falhas e alcançando um desempenho mais consistente.
- *Cluster de Computação de Alta Performance (HPC)*: Permite que uma alta capacidade de performance de rede, memória e CPU. Geralmente utilizado para atender operações com uso intensivo de rede.
- Instâncias de GPU: Para alta performance paralela, oferecendo grande capacidade de memória de vídeo.
- Instâncias de E/S elevada: Para acessos de E/S aleatórios, de baixa latência e dados elevados. Se utilizam da tecnologia IOPS provisionado em SSD.
- Instâncias de armazenamento denso: Fornecem taxas de transferência E/S sequencial de alta capacidade e alto armazenamento de instancias em discos rígidos.
- *VM Import/Export*: Ferramenta que permite a importação de imagens de máquinas virtuais de seu ambiente existente para instancias do *Amazon EC2*, possibilitando a exportação de volta a qualquer momento.
- *AWS Marketplace*: Loja online que ajuda a encontrar, comprar e implementar softwares que possam ser executados na AWS.

O EC2 é uma plataforma bastante ampla, onde se pode colocar qualquer infraestrutura de computação na nuvem.

A definição de preço é feita sobre a sua necessidade de serviços, não possuindo uma taxa mínima, podendo ser calculada através de uma ferramenta Calculadora Mensal da AWS. Com esta ferramenta é possível ter uma visão detalhada de serviços e valores baseados na região onde a instância será executada.

As características fundamentais da definição de preços são baseadas em: horas de execução do servidor; configuração de hardware; qual o tipo de locação da máquina; número de instâncias; balanceamento de rede; detalhamento do monitoramento; escalabilidade automática; elasticidade de endereços IP; sistema operacional e pacotes de *softwares*.

Possui um nível gratuito que permite uma experiência prática com a plataforma por 12 meses. Neste nível é possível ter: 750 horas de *Linux* de utilização de micro-instância t2 (1 GB de memória e suporte para plataformas de 32 e 64 bits); 750 horas de uso de micro-instância t2 com *Microsoft Windows Server* (1 GB de memória e suporte para plataformas de 32 e 64 bits); 750 horas de um *Elastic Load Balancer*, mais 15 GB de processamento de dados; 30 GB de *Amazon Elastic Block Storage* em qualquer combinação de uso geral (SSD) ou magnético e 1 GB de armazenamento de *snapshot*. Sem contar que o *AWS Marketplace* oferece mais de 700 produtos de softwares gratuitos e pagos para executar no nível gratuito.

Neste período de experiência, após a expiração do prazo ou ultrapassando os limites de utilização, é automaticamente iniciado o sistema de cobrança.

Possui três níveis de planos pagos: Instâncias *OnDemand*, com pagamento da capacidade computacional por hora; Instâncias reservadas, com pagamento anual ou trienal pelo tipo de instância; e Instância Spot, com pagamento sobre o tipo de instância por hora, com possibilidade de negociação da capacidade não utilizada. Abaixo, para exemplificar, são mostrados os preços aplicados ao tipo *OnDemand*.

Custo dos Recursos / Instância

		Tipo	vCPU	ECU	Memória (GiB)	Armazenamento da instância (GB)	Uso do Linux/UNIX
Instâncias On Demand	Uso geral	t2.micro	1	Variável	1	Somente EBS	\$0.027 por hora
		t2.small	1	Variável	2	Somente EBS	\$0.054 por hora
		t2.medium	2	Variável	4	Somente EBS	\$0.108 por hora
		m3.medium	1	3	3.75	1 x 4 SSD	\$0.095 por hora
		m3.large	2	6.5	7.5	1 x 32 SSD	\$0.190 por hora
		m3.xlarge	4	13	15	2 x 40 SSD	\$0.381 por hora
		m3.2xlarge	8	26	30	2 x 80 SSD	\$0.761 por hora
	Otimizadas para computação	c3.large	2	7	3.75	2 x 16 SSD	\$0.163 por hora
		c3.xlarge	4	14	7.5	2 x 40 SSD	\$0.325 por hora
		c3.2xlarge	8	28	15	2 x 80 SSD	\$0.650 por hora
		c3.4xlarge	16	55	30	2 x 160 SSD	\$1.300 por hora
c3.8xlarge		32	108	60	2 x 320 SSD	\$2.600 por hora	

(AMAZON.COM, 2015)

Google Compute Engine

É um serviço que fornece máquinas virtuais executadas na infraestrutura do *Google Cloud Platform* e que oferece escalabilidade, desempenho e valor, permitindo operar grandes *clusters* computacionais. É possível executar milhares de CPUs virtuais em um sistema que foi criado em sua totalidade para oferecer alto desempenho e consistência.

Entre as suas características podem-se citar o alto desempenho de máquinas virtuais, balanceamento global de carga, rede global para conexões, sistema de pagamento *pay-per-use*, provisionamento rápido e fácil, conformidade e segurança e processamento flexível.

O *Compute Engine* oferece muitas possibilidades de soluções, algumas das quais descritas abaixo:

- Criar máquinas virtuais com uma grande variedade de configurações: permite rodar uma imagem baseada em Ubuntu, Debian, *Windows* ou outra imagem padrão;
- Mantém e armazena dados em blocos de armazenamento: permite manter o armazenamento de dados persistentes em disco separadamente da máquina virtual, além de poder adicionar redundância. Podem ser em discos rígidos, SSDs e sistema de alto rendimento IOPS;
- Gerenciamento de acesso à rede: oferece uma solução de rede flexível, serviço de balanceamento de carga, dimensionamento de tempos de tráfego, *firewall* configurável, interligação de rede entre máquinas virtuais e com a *Internet*;
- Ferramentas do *Google* para gerenciar as máquinas virtuais: oferece acesso a instâncias de máquinas virtuais através do *Google Developer Console*, RESTful API, ou por linha de comando.

Possui mais de 140 pacotes de softwares para serem implementados, além da possibilidade de integração com outros serviços da *Google*, como serviços de armazenamento, serviços de rede, serviços de banco de dados, gerenciamento e monitoramento, e ferramentas de desenvolvimento.

A definição do preço é calculada pelo uso dos recursos de *hardware* e *software* por hora de execução, além da variação da localização da hospedagem. Conta com uma calculadora de preços, onde é possível escolher os recursos e estimar o valor que será cobrado pelos serviços.

Possui uma versão gratuita para experimentação das plataformas, onde é fornecido um crédito de \$300 dólares para usar em qualquer tipo de serviço do *Google Cloud Platform* por um período de 60 dias ou até que os seus créditos acabem. Esta experimentação só é elegível para clientes novos. Expirado o prazo de teste a sua conta é pausada, com a possibilidade de continuar usando mediante o aceite de migração para conta paga.

Custo dos Recursos / Instância VM

Tipo	Tipo de Máquina	Virtual CPUs	Memória	GCEU1	Preço Normal por hora	Preço Máximo por hora
Standard machine	n1-standard-1	1	3.75GB	2.75	\$0.038	\$0.050
	n1-standard-2	2	7.5GB	5.50	\$0.076	\$0.100
	n1-standard-4	4	15GB	11	\$0.152	\$0.200
	n1-standard-8	8	30GB	22	\$0.304	\$0.400
	n1-standard-16	16	60GB	44	\$0.608	\$0.800
	n1-standard-326 (Beta)	32	120GB	88	\$1.216	\$1.600
Shared-core machine	f1-micro	1	0.60GB	Shared CPU	\$0.006	\$0.008
	g1-small	1	1.70GB	1.38	\$0.021	\$0.027
High-memory machine	n1-highmem-2	2	13GB	5.50	\$0.096	\$0.126
	n1-highmem-4	4	26GB	11	\$0.192	\$0.252
	n1-highmem-8	8	52GB	22	\$0.384	\$0.504
	n1-highmem-16	16	104GB	44	\$0.768	\$1.008
	n1-highmem-326 (Beta)	32	208GB	88	\$1.536	\$2.016
High-CPU machine	n1-highcpu-2	2	1.80GB	5.50	\$0.058	\$0.076
	n1-highcpu-4	4	3.60GB	11	\$0.116	\$0.152
	n1-highcpu-8	8	7.20GB	22	\$0.232	\$0.304
	n1-highcpu-16	16	14.40GB	44	\$0.464	\$0.608
	n1-highcpu-326 (Beta)	32	28.80GB	88	\$0.928	\$1.216

(GOOGLE, 2015)

Microsoft Azure Platform (Máquinas Virtuais)

As máquinas virtuais do *Microsoft Azure Platform* permitem a implementação de uma ampla gama de soluções computacionais de forma ágil, e pagar apenas pelo minuto utilizado. Ela tem suporte a vários sistemas operacionais, possibilitando implantar qualquer carga de trabalho e idioma.

Em questão à segurança, ela garante e protege as máquinas virtuais oferecendo softwares com recursos de criptografia, proteção

contra vírus e *malware*, tráfego de rede segura e identificação e detecção de ameaças.

Na implantação de máquinas virtuais Linux e *Open Technologies*, ele apresenta uma lista de distribuições endossadas incluindo Ubuntu, SUSE, OpenSUSE, CentOS e CoreOS, além de FreeBSD, Debian e centenas de outros sistemas operacionais e aplicativos.

Da mesma forma que seus concorrentes, ele possui integração com outros serviços do *Microsoft Azure Platform*, como serviços de armazenamento, serviços de banco de dados, serviços de rede, serviços de gerenciamento e análises, serviços de desenvolvimento e serviços de aplicativos web e móveis.

Para se fazer uma estimativa de valores da sua conta mensal é possível se utilizar de uma calculadora de preços, onde permite configurar os recursos de acordo com suas necessidades,

A forma de cobrança pelo serviço é feita mensurando recursos de *hardware* que se necessita. São oferecidos três opções de *hardware* para funções web: Série A, conforme especificações na tabela abaixo; Série G, que oferece até 32 vCPUS, 448GB de memória e 6,59TB de armazenamento em SSD; e a Série D, que oferece até 16 vCPUS com desempenho 60% melhor que a Série A, 112 GB de memória e 800GB de armazenamento SSD.

Custo dos Recursos / Instância VM (MICROSOFT, 2015)

	Instância	Núcleos	RAM	Tamanhos de disco	Preço
Básica (Propósito geral)	A0	1	0,75 GB	20 GB	\$0,018/h (~\$13/mo)
	A1	1	1,75 GB	40 GB	\$0,077/h (~\$57/mo)
	A2	2	3,5 GB	60 GB	\$0,154/h (~\$115/mo)
	A3	4	7 GB	120 GB	\$0,308/h (~\$229/mo)
	A4	8	14 GB	240 GB	\$0,616/h (~\$458/mo)
Standard (Propósito geral)	A0	1	0,75 GB	20 GB	\$0,02/h (~\$15/mo)
	A1	1	1,75 GB	70 GB	\$0,09/h (~\$67/mo)
	A2	2	3,5 GB	135 GB	\$0,18/h (~\$134/mo)
	A3	4	7 GB	285 GB	\$0,36/h (~\$268/mo)
	A4	8	14 GB	605 GB	\$0,72/h (~\$536/mo)
Standard (Memória Intensiva)	A5	2	14 GB	135 GB	\$0,33/h (~\$246/mo)
	A6	4	28 GB	285 GB	\$0,66/h (~\$491/mo)
	A7	8	56 GB	605 GB	\$1,32/h (~\$982/mo)

No capítulo de proposta de avaliação de ferramentas em nuvem, são apresentados um levantamento dos indicadores de desempenho, contribuições, construção de cenários de EVs e os recursos utilizados.

4. AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS EM NUVEM

Este capítulo descreve os aspectos relacionados à proposta para avaliar as ferramentas de nuvem para EVs.

4.1. Indicadores para Plataformas de *Cloud Computing*

Dado que o objetivo principal deste trabalho é o de se avaliar ferramentas de *cloud* adequadas para EVs, é importante que se defina os critérios (indicadores) em cima dos quais elas serão avaliadas e comparadas entre si.

Porém, de forma um pouco diferente do que é usualmente feito quando se comparam ferramentas baseado em requisitos gerais, é importante aqui identificar os mais adequados indicadores, considerando os requisitos mais específicos para EVs, demonstrados na Seção 3.1.

A Tabela 2 apresenta os indicadores relacionados aos requisitos e uma breve explicação do que avaliará. Para maiores esclarecimentos vide o APÊNDICE A – Glossário de Indicadores de Desempenho.

Tabela 2. Requisitos de *Cloud Computing* para EVs X Indicadores.

Requisitos	Indicadores	O que avaliará
Padrões e Funcionalidades	Padrões e especificações	Tipos de padrões e especificações
	Funcionalidades avançadas	Suporte a funções avançadas
	Características de propriedade da plataforma	Aberta ou fechada para alterações
Multi-Tenancy	Privacidade de dados	Isolamento de dados
	Gerenciamento de acessos de usuário	Gerenciamento de acessos de usuários
	Arquitetura multiusuário	Possibilidade de múltiplos acessos simultâneos
Escalabilidade e Elasticidade	Escalabilidade dinâmica	Escalabilidade ajustável
	Escalabilidade transparente	Auto escalabilidade
	Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	Balanceamento de carga e múltiplos nós
	Capacidade de armazenamento	Quantidade em GB de armazenamento

Requisitos	Indicadores	O que avaliará
	Capacidade de processamento	Quantidade em VCPUs suportada
	Capacidade de memória	Quantidade de RAM suportada
Extensibilidade e abertura (<i>Openness</i>)	Licenciamento e direitos	<i>Open-source</i> ou proprietária
	Arquitetura modular	Possibilidade de adicionar novas funcionalidades
	Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Documentação, treinamento fornecido
Segurança e Confiabilidade	Autenticação de usuários	Mecanismos
	SLAs	Disponibilidade
	Confiabilidade	Disponibilidade de Mecanismos
	Criptografia	Nível de criptografia
Suporte de Controle de Acesso	Controle QoS	Disponibilidade de Mecanismos
	Mecanismos de medição e faturamento	Disponibilidade de Mecanismos
Ferramentas de Desenvolvimento	Suporte para desenvolvedores	Qualidade da documentação e acessibilidade
	Plugins IDE	Disponibilidade
Gerenciamento e Operacionalidade	Interface de gerenciamento	Usabilidade e a apresentação
	API gestora	Disponibilidade
Interoperabilidade	Suporte de interoperabilidade de processos	Grau de integração das funcionalidades
	Adaptadores comuns ou personalizados	Disponibilidade

Fonte: Adaptado de Binz et al (2011) e Veloudis et al (2015).

Alguns indicadores de desempenho não puderem ser avaliados propriamente em função da limitação dos cenários e ambientes controlados construídos para a avaliação das ferramentas assim como pela análise feita ter focado essencialmente a perspectiva do usuário das ferramentas e não os desenvolvedores. Tais indicadores são o da

Resiliência, Uptime, Scale-up e Scale-out, referentes aos requisitos de *Escalabilidade e Elasticidade*.

Após a definição dos indicadores a questão passa para como avaliar cada um desses indicadores. A escolha de um *software* é um processo que incluiu aspectos quantitativos e qualitativos, envolvendo pontos ligados a graus de importância maior ou menor às necessidades, dos objetivos e do contexto dos usuários das ferramentas (Café et al., 2001). Portanto, em termos das ferramentas de nuvem e suas funcionalidades, não se julgou adequado adotar um processo “binário”, do tipo tem ou não tem, é ou não é, suporta ou não suporta, etc., mas sim algo em termos de faixas, onde se possa expressar o nível de suporte das ferramentas, de importância das suas funcionalidades, etc.

Inspirado no trabalho de Café et al. (2001), os possíveis valores para os pesos dos indicadores são apresentados na tabela abaixo, sendo caracterizados por cores. A cor verde é o coeficiente mais significativo em termos da importância de ser suportado para fins de EVs, a cor amarela um nível intermediário, e a cor vermelha o menos significativo.

Tabela 3: Descrição de pesos para os indicadores.

Peso	Valor	Descrição
Indispensável		Critério imprescindível para a ferramenta <i>Cloud</i> .
Importante		Diferencial interessante para a ferramenta <i>Cloud</i> .
Dispensável		Dispensável.

Fonte: Adaptado de Café et al (2001).

Definidos os valores dos pesos para os indicadores, realizou-se a categorização de cada um dos indicadores levantados, atribuindo-se as cores de coeficiente de importância, observando sua importância para cada modelo de Computação em Nuvem (SaaS, PaaS e IaaS) em um cenário de EV em fase de Operação.

Como explanado no capítulo de Metodologia, essa análise de importância focou preponderantemente na fase de *Operação/Evolução* da EV, ou seja, o nível de importância que uma dada funcionalidade de ferramentas SaaS, PaaS e IaaS teriam para aquela fase.

O passo seguinte envolveu o mapeamento dos *business cases* (tipos-base de ações a serem feitas sobre as ferramentas em um cenário de EV) mais representativos de cada tipo de ferramenta de nuvem para cada um desses indicadores.

Por exemplo, para ferramentas SaaS, foram considerados os indicadores de *privacidade de dados, capacidade de armazenamento,*

interfaces de gerenciamento e adaptadores comuns e personalizados como adequados para avaliar uma EV na ótica do business case referente a necessidades de *criação e compartilhamento de documentos em diferentes formatos*. Isto significa avaliar uma determinada ferramenta SaaS em termos de, por exemplo, quão boa ela é quando se trabalha com o *compartilhamento de documentos* sob o ponto de vista de *privacidade de dados*.

Importante esclarecer que um dado business case pode envolver mais de um dos nove requisitos básicos de EV para ser analisado. No exemplo comentado acima, a *privacidade de dados* está relacionada ao requisitos de *arquitetura multiusuário, capacidade de armazenamento para escalabilidade e elasticidade, interfaces de gerenciamento para gestão e operação, e adaptadores comuns e personalizados* para realizar a interoperabilidade.

Para PaaS, por exemplo, foram considerados indicadores de *arquitetura modular, capacidade de armazenamento e plugins IDE* como sendo adequados para avaliar as necessidades de uma EV (business case) quando da *criação e execução de aplicações web*.

Para IaaS, por exemplo, os indicadores considerados foram a *arquitetura modular, capacidade de armazenamento, capacidade de processamento, capacidade de memória, interfaces de gerenciamento e plugins IDE* para avaliar as necessidades de uma EV quando da *implantação de um servidor web que permite a hospedagem de um aplicativo web com acesso a um banco de dados*.

De acordo com Goscinski e Brock (2010), as ferramentas SaaS são mais relacionadas à utilização de serviços específicos através da Internet, eximindo os clientes da preocupação com o desenvolvimento da aplicação e com o gerenciamento da infraestrutura.

Os pesos dos coeficientes de importância foram atribuídos aos indicadores de SaaS conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Classificação dos Pesos para os Indicadores da Plataforma SaaS.

Indicadores	Descrição	Pesos
Padrões e especificações	Importante, pois trata dos padrões e especificações da forma de acesso e de gerenciamento da ferramenta.	★
Funcionalidades avançadas	Importante, pois analisa funcionalidades avançadas que dão a ferramenta um diferencial interessante.	★
Características de propriedade da plataforma	Importante, pois trata de questões de propriedade da ferramenta.	★
Privacidade de dados	Indispensável por se tratar da privacidade dos dados do cliente / organização.	★
Gerenciamento de acessos de usuário	Importante, apesar de ser uma funcionalidade básica, se trata de uma forma de controle de acesso aos dados.	★
Arquitetura multiusuário	Indispensável, pois é a base da computação em nuvem.	★
Escalabilidade dinâmica	Importante por tratar da possibilidade de expansão dos serviços, seja ele em quantidade de acessos ou planos dos serviços.	★
Escalabilidade transparente	Importante, por se tratar de uma funcionalidade interessante ao cliente / organização.	★
Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	Dispensável, pois para o cliente / organização se exime desta responsabilidade / preocupação.	★
Capacidade de armazenamento	Indispensável, pois pode ser um ponto crítico dependendo da aplicação a ser utilizada.	★
Capacidade de processamento	Dispensável, pois para o cliente / organização se exime desta responsabilidade / preocupação.	★
Capacidade de memória	Dispensável, pois para o cliente / organização se exime desta responsabilidade / preocupação.	★
Licenciamento e direitos	Importante, por se tratar de responsabilidades legais.	★
Arquitetura modular	Indispensável, pois permite a expansão dos serviços sob demanda.	★

Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Indispensável, pois é vital à utilização e esclarecimentos de questões funcionais.	
Autenticação de usuários	Indispensável, pois é uma funcionalidade obrigatória para se manter a segurança.	
SLAs	Indispensável, pois é um mecanismo obrigatória para se controlar os graus de responsabilidade entre Cliente e Fornecedor.	
Confiabilidade	Indispensável, pois é um mecanismo que garante a fidelidade das informações.	
Criptografia	Indispensável, por se tratar de um nível de segurança avançado.	
Controle QoS	Dispensável, pois para o cliente / organização se exime desta responsabilidade / preocupação.	
Mecanismos de medição e faturamento	Importante, pois apesar de ser uma funcionalidade necessária, se trata de uma forma de medição dos serviços.	
Suporte para desenvolvedores	Dispensável, pois o usuário / organização não se envolve com desenvolvimento.	
<i>Plugins</i> IDE	Dispensável, pois o usuário / organização não se envolve com desenvolvimento.	
Interface de gerenciamento	Importante, por se tratar de uma funcionalidade básica que lida com características da apresentação e usabilidade.	
API gestora	Importante, por se tratar da possibilidade de gestão por meio de uma interface de aplicação.	
Suporte de interoperabilidade de processos	Indispensável, pois permite a integração com outros serviços / pacotes.	
Adaptadores comuns ou personalizados	Importante, pois permite a utilização de adaptadores para realizar a sincronização da plataforma <i>online</i> e o dispositivo local.	

Fonte: (Goscinski e Brock, 2010).

Segundo Lawton (2008), as ferramentas PaaS são disponibilizadas aos usuários / desenvolvedores por meio um ambiente virtual que permite desenvolver, testar, implantar e hospedar aplicações, sem as preocupações com configurações, armazenamento, segurança dentre outras questões de infraestrutura. Observando estas citações, os pesos dos coeficientes de importância foram atribuídos aos indicadores de PaaS conforme a Tabela 5.

Tabela 5: Classificação dos Pesos para os Indicadores da Plataforma PaaS.

Indicadores	Descrição	Pesos
Padrões e especificações	Importante, pois trata dos padrões e especificações da forma de acesso e de gerenciamento da ferramenta.	☀
Funcionalidades avançadas	Importante, pois analisa funcionalidades avançadas que dão a ferramenta um diferencial interessante.	☀
Características de propriedade da plataforma	Importante, pois trata de questões de propriedade da ferramenta.	☀
Privacidade de dados	Indispensável por se tratar da privacidade dos dados do cliente / organização.	☀
Gerenciamento de acessos de usuário	Importante, apesar de ser uma funcionalidade básica, se trata de uma forma de controle de acesso aos dados.	☀
Arquitetura multiusuário	Indispensável, pois é a base da computação em nuvem.	☀
Escalabilidade dinâmica	Indispensável, por tratar da possibilidade de expansão dos serviços, seja ele em quantidade de acessos ou planos dos serviços.	☀
Escalabilidade transparente	Importante, por se tratar de uma funcionalidade interessante ao cliente / organização.	☀
Balanciamento de carga e <i>clustering</i>	Importante, pois é um mecanismo de controle de transmissão de dados.	☀
Capacidade de armazenamento	Indispensável, pois pode ser um ponto crítico dependendo da aplicação a ser utilizada.	☀
Capacidade de processamento	Importante, por neste momento o usuário / organização poder definir suas configurações.	☀

Capacidade de memória	Importante, por neste momento o usuário / organização poder definir suas configurações.	
Licenciamento e direitos	Importante, por se tratar de responsabilidades legais.	
Arquitetura modular	Indispensável, pois permite a expansão dos serviços sob demanda.	
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Indispensável, pois é vital à utilização e esclarecimentos de questões funcionais.	
Autenticação de usuários	Indispensável, pois é uma funcionalidade obrigatória para se manter a segurança.	
SLAs	Indispensável, pois é um mecanismo obrigatória para se controlar os graus de responsabilidade entre Cliente e Fornecedor.	
Confiabilidade	Indispensável, pois é um mecanismo que garante a fidelidade das informações.	
Criptografia	Indispensável, por se tratar de um nível de segurança avançado.	
Controle QoS	Importante, pois é um mecanismos para controle de qualidade do serviço.	
Mecanismos de medição e faturamento	Importante, pois apesar de ser uma funcionalidade necessária, se trata de uma forma de medição dos serviços.	
Suporte para desenvolvedores	Indispensável, pois o usuário / organização necessita de suporte.	
<i>Plugins IDE</i>	Indispensável, pois o usuário / organização se envolve com desenvolvimento das aplicações.	
Interface de gerenciamento	Importante, por se tratar de uma funcionalidade básica que lida com características da apresentação e usabilidade.	
API gestora	Importante, por se tratar da possibilidade de gestão por meio de uma interface de aplicação.	
Suporte de interoperabilidade de processos	Indispensável, pois permite a integração com outros serviços / pacotes.	

Adaptadores comuns ou personalizados	Importante, pois permite a utilização de adaptadores para realizar a sincronização da plataforma <i>online</i> e o dispositivo local.	☀
--------------------------------------	---	---

Fonte: (Lawton, 2008).

Conforme citado por Goscinski e Brock (2010), as ferramentas de IaaS consistem basicamente em oferecer ao cliente da computação em nuvem os recursos de infraestrutura / *hardware*, permitindo que sejam hospedados seus próprios serviços sem a preocupação de custos com aquisição de tecnologia mais recente. Consequentemente, a classificação dos indicadores considerou um cenário de implantação e configuração de infraestrutura como serviço, sendo os pesos dos coeficientes de importância atribuídos aos indicadores de IaaS conforme a Tabela 6.

Tabela 6: Classificação dos Pesos para os Indicadores da Plataforma IaaS.

Indicadores	Descrição	Pesos
Padrões e especificações	Importante, pois trata dos padrões e especificações da forma de acesso e de gerenciamento da ferramenta.	☀
Funcionalidades avançadas	Importante, pois analisa funcionalidades avançadas que dão a ferramenta um diferencial interessante.	☀
Características de propriedade da plataforma	Importante, pois trata de questões de propriedade da ferramenta.	☀
Privacidade de dados	Indispensável por se tratar da privacidade dos dados do cliente / organização.	☀
Gerenciamento de acessos de usuário	Importante, apesar de ser uma funcionalidade básica, se trata de uma forma de controle de acesso aos dados.	☀
Arquitetura multiusuário	Indispensável, pois é a base da computação em nuvem.	☀
Escalabilidade dinâmica	Indispensável, por tratar da possibilidade de expansão dos serviços, seja ele em quantidade de acessos ou planos dos serviços.	☀
Escalabilidade transparente	Importante, por se tratar de uma funcionalidade interessante ao cliente / organização.	☀
Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	Importante, pois é um mecanismo de controle de transmissão de dados.	☀

Capacidade de armazenamento	Indispensável, pois pode ser um ponto crítico dependendo da aplicação a ser utilizada.	★
Capacidade de processamento	Indispensável, pois o usuário / organização necessita definir suas configurações.	★
Capacidade de memória	Indispensável, pois o usuário / organização necessita definir suas configurações.	★
Licenciamento e direitos	Importante, por se tratar de responsabilidades legais.	★
Arquitetura modular	Indispensável, pois permite a expansão dos serviços sob demanda.	★
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Indispensável, pois é vital à utilização e esclarecimentos de questões funcionais.	★
Autenticação de usuários	Indispensável, pois é uma funcionalidade obrigatória para se manter a segurança.	★
SLAs	Indispensável, pois é um mecanismo obrigatória para se controlar os graus de responsabilidade entre Cliente e Fornecedor.	★
Confiabilidade	Indispensável, pois é um mecanismo que garante a fidelidade das informações.	★
Criptografia	Indispensável, por se tratar de um nível de segurança avançado.	★
Controle QoS	Importante, pois é um mecanismos para controle de qualidade do serviço.	★
Mecanismos de medição e faturamento	Importante, pois apesar de ser uma funcionalidade necessária, se trata de uma forma de medição dos serviços.	★
Suporte para desenvolvedores	Indispensável, pois o usuário / organização necessita de suporte.	★
Plugins IDE	Indispensável, pois o usuário / organização se envolve com desenvolvimento das aplicações.	★
Interface de gerenciamento	Importante, por se tratar de uma funcionalidade básica que lida com características da apresentação e usabilidade.	★

API gestora	Importante, por se tratar da possibilidade de gestão por meio de uma interface de aplicação.	★
Suporte de interoperabilidade de processos	Indispensável, pois permite a integração com outros serviços / pacotes.	★
Adaptadores comuns ou personalizados	Importante, pois permite a utilização de adaptadores para realizar a sincronização da plataforma <i>online</i> e o dispositivo local.	★

Fonte: (Goscinski e Brock, 2010).

Na avaliação das soluções de nuvem a serem testadas, atribuir-se-á valores aos indicadores levando em conta a “qualidade” da solução e, em alguns casos onde podem ser mensurados, a “quantidade” do indicador em questão. Nas tabelas 7 e 8, apresentam-se os possíveis valores atribuídos aos indicadores na avaliação. Seguindo a analogia de valores, os indicadores receberão de 0 a 5 estrelas, onde 5 estrelas indica o coeficiente de maior significância.

Tabela 7: Descrição dos valores dos indicadores Qualitativos

Classificação	Valor	Descrição
Excelente	★★★★★	Indicador de destaque, apresentando opções suplementares interessantes em relação ao necessário.
Bom	★★★★★	Indicador com funcionalidades muito alinhadas e com características favoráveis.
Regular	★★★★★	Indicador apresenta recursos mínimos para uso da ferramenta de nuvem.
Ruim	★★★★★	Indicador apresenta pequenos problemas ou é ineficaz e de difícil uso.
Muito ruim	★★★★★	Indicador apresenta problemas ou não é oferecido de forma desejável.
Inexistente	★★★★★	Não apresenta o indicador.

Fonte: Adaptado de Café et al (2001).

Baseando-se em Veloudis et al (2015), que apresenta um estudo quantitativo sobre análise de plataformas Cloud, pode-se criar e adaptar valores e indicadores em uma tabela para mensurar quantitativamente alguns dos indicadores levantados. Os valores destes indicadores irão receber estrelas como forma de apresentação, onde 5 estrelas indica o coeficiente de maior significância.

Tabela 8: Descrição dos valores dos indicadores Quantitativos.

Classificação	Valor	Capacidade Armazenamento (em TB)	Capacidade VCPU (unidades)	Capacidade Memória (em GB)	Nível de Criptografia (tamanho chave de segurança em bits)
Excelente	★★★★★	100-1000	24-32	100-1000	265
Bom	★★★★★	10-100	12-24	10-100	192
Regular	★★★★★	0-10	0-12	0-10	128
Inexistente	★★★★★	Não apresenta o indicador e/ou não há maneiras de se medir.			

Fonte: Adaptado de Veloudis et al (2015).

4.2. Contribuições

A proposta de avaliação das ferramentas em nuvem foi criada para que, por meio de uma análise mais voltado à perspectiva de usuário final. Neste contexto, e dentro do trabalho realizado, algumas contribuições científicas foram realizadas:

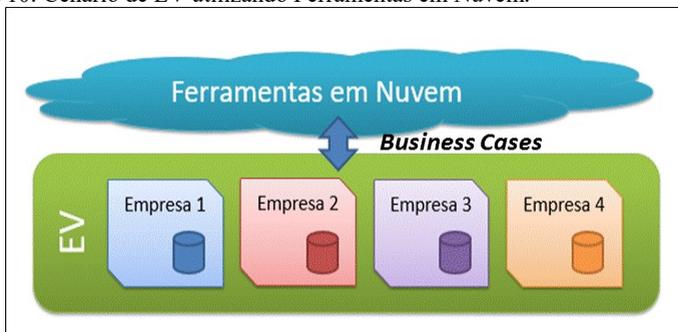
- Identificação dos requisitos e necessidades de EVs em termos de ferramentas de Computação em Nuvem;
- Identificação dos indicadores de desempenho para ferramentas Computação em Nuvem SaaS, PaaS e IaaS num cenário de EV.

4.3. Construção de Cenários de Teste

Com vistas a fazer os experimentos considerando os requisitos e indicadores identificados, cenários-teste foram concebidos e implementados com as ferramentas. Estes cenários (*business cases*) foram concebidos a partir das inúmeras “situações de colaboração” relatadas nos artigos analisados que constituíram o levantamento dos requisitos (Seção 3.1) e refinadas pelos autores deste trabalho com base nas suas experiências na área de EVs.

A Figura 10 representa a proposta do cenário de empresas trabalhando como uma EV e utilizando das ferramentas em nuvem para realizarem a colaboração e troca de informações.

Figura 10: Cenário de EV utilizando Ferramentas em Nuvem.



Fonte: Adaptado de Camarinha-Matos e Afsarmanesh (1999).

Os cenários abaixo foram também idealizados de forma a fazer o maior uso possível das funcionalidades das ferramentas de nuvem para que a comparação pudesse ser a mais ampla possível, a saber:

Ferramentas SaaS (*Office Suite*):

Criação e compartilhamento de documentos pertinentes a uma EV, como acordos, planilhas orçamentárias, listas de materiais / matérias primas, lista de funcionários, escala de trabalho, cronogramas e fluxogramas de projetos;

Ferramentas SaaS (*Storage*):

Compartilhamento de arquivos como documentação em PDF, projetos de engenharia DWG, fotos e vídeos referentes aos projetos, cronogramas e fluxogramas;

Ferramentas PaaS (*Hospedagem de Aplicação Web*)

Criação / execução de um pequeno aplicativo para controle e acompanhamento de projetos, onde possam ser inseridas informações da situação e possíveis complicações no andamento do projeto; Aplicativo web em linguagem PHP com suporte a Banco de Dados MySQL;

Ferramentas IaaS (*Instanciar um Servidor Web que permita Hospedar uma Aplicação*)

Implantação de uma instância de Servidor Web que permita hospedar um aplicativo com suporte a banco de dados; Máquina Virtual com sistema operacional CentOS6.7, servidor HTTP Apache2.0 com suporte para implementação de Aplicativos em linguagem PHP5.3.3 e suporte à Banco de Dados MySQL5.1.73.

4.4. Recursos

Para a almejada análise das plataformas de *Cloud* o seguinte ambiente computacional foi montado.

Utilizou-se um Notebook com processador AMD A10 de 2.8Ghz de 4 núcleos, com 6Gb de memória RAM e placa de rede Gigabit, rodando o sistema operacional Windows 10. Além de uma VM com processador AMD A10 de 2.8Ghz de 2 núcleos virtuais, com 2Gb de memória RAM e placa de rede Gigabit, rodando o sistema operacional Windows 7. Ambos em rede fechada provida pela empresa GVT, com uma largura de banda 15 Mbps e um ping médio de 4 milissegundos (alcançando o provedor).

Adiante, no capítulo de experimentação e avaliação, uma tabela de comparação entre as diferentes ferramentas de nuvem é apresentada.

5. EXPERIMENTOS E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo descreve os aspectos metodológicos básicos de condução dos experimentos relacionados às avaliações das ferramentas de nuvem para EVs.

5.1. Experimentações e Análise das Ferramentas

As ferramentas e cenários foram mensurados conforme convenção descrita ao final da Seção 3.3.

Como explicado na Seção 2, houve a necessidade de limitar o leque de ferramentas possíveis de serem avaliadas. Neste sentido, e com base nos critérios também explicitados, foram analisadas algumas (descritas na Seção 3.2) mas depois selecionadas apenas duas ferramentas de cada categoria (SaaS, PaaS e IaaS), da *Microsoft* e da *Google*, cujos comparativos são mostrados nas subseções a seguir.

5.1.1. Ferramentas SaaS

SaaS Office Suite e SaaS Storage Software

Primeiramente, para se poder avaliar as ferramentas com os cenários idealizados foi buscado a forma de acesso / instalação da ferramenta em questão, seguido da forma de colaboração, criação e compartilhamento dos documentos pertinentes ao funcionamento da EV, que neste passo já se encontra na fase de Operação / Evolução.

O acesso às ferramentas SaaS *Office Suite* e SaaS *Storage Software* ocorre da mesma forma e se dá através do navegador web, utilizando-se de um usuário e senha em uma tela de *login*. A criação dos usuários pode ser feita individualmente (no caso da versão gratuita) ou por meio de um administrador da ferramenta que cria os acessos para seus usuários (versão empresarial, e neste caso pode ser um ou mais administrador, uma ou mais empresa da EV possuidora desta plataforma).

Para a experimentação, foi utilizada a versão disponível gratuitamente, criando 2 usuários para se poder simular a colaboração entre 2 empresas.

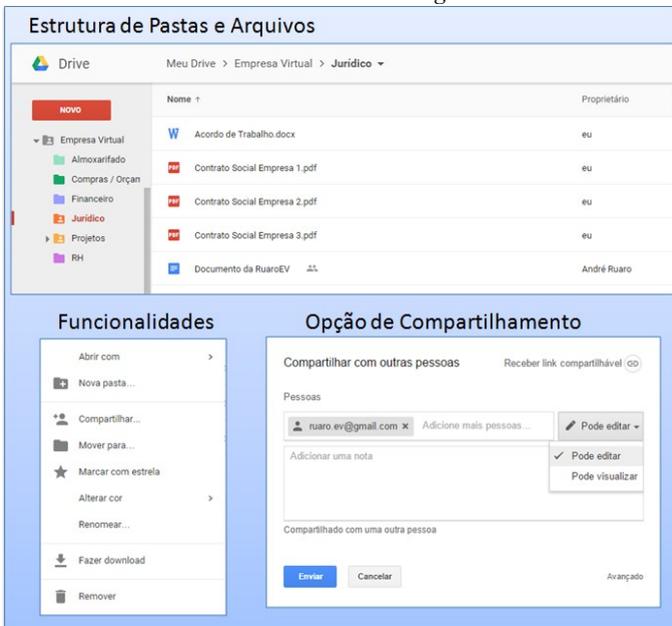
Para a criação do usuário é necessário inscrever-se ou criar uma conta na plataforma, onde é necessário o preenchimento de um formulário com informações pessoais como nome e sobrenome, data de

nascimento e sexo, além de fornecer um endereço de e-mail e senha para associação da conta.

No *Google Drive*, ao ter acesso à plataforma, o usuário possui uma série de funcionalidades, como: criar, alterar ou apagar pastas e arquivos, fazer *upload* ou *download* de arquivos, compartilhar pastas com outros usuários com diferentes permissões, além de uma grande possibilidade de configurações pertinentes a plataforma.

Seguindo com os testes, foram criadas pastas e arquivos pertinentes para o funcionamento de uma EV, que neste caso possui 2 empresas parceiras. As pastas e arquivos foram compartilhados entre os parceiros, de forma que cada um pudesse criar ou alterar arquivos e pastas.

Figura 11: Telas demonstrativas da Ferramenta *Google Drive*.



Fonte: (Google, 2015)

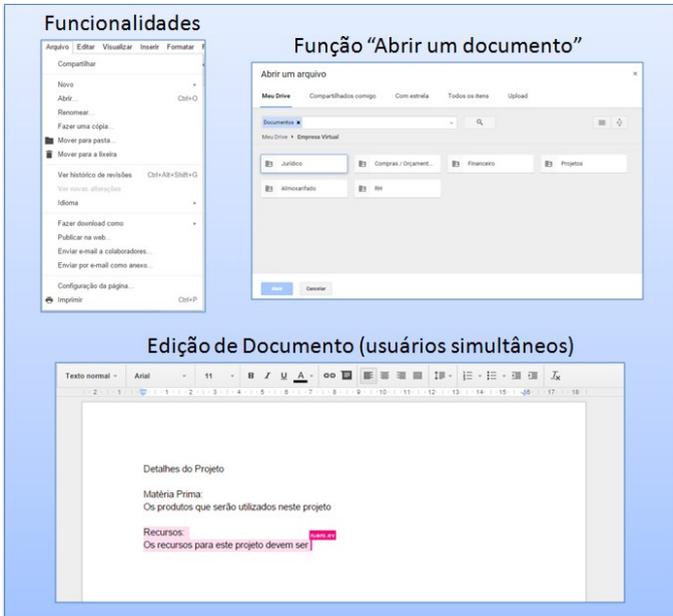
Durante a experimentação, utilizando os usuários para criar e incluir arquivos e pastas novas na estrutura inicialmente criada, foi possível acompanhar as alterações por meio de um histórico de atividades, tanto nas alterações pertinentes a pasta e arquivos como também na parte de compartilhamento e permissões. Por ser uma

ferramenta *web-based* é possível acompanhar as mudanças em tempo real.

Como citado anteriormente, o *Google Drive* é um aplicativo pertencente ao *Google Apps* (SaaS *Office Suite*), que é outra ferramenta que será testada e que há uma integração entre as ferramentas do pacote.

O *Google Drive* também disponibiliza um *software* agente que pode ser instalado no seu computador, onde ele permite sincronizar os arquivos de uma determinada pasta com a ferramenta *Google Drive online* e vice-versa. Isso facilita ações de compartilhamento, pois não é necessário utilizar a plataforma web, ficando transparente ao usuário que a pasta em questão está compartilhada. De certa forma, uma desvantagem em utilizar este sincronizador é a perda da funcionalidade de edição simultânea de documentos, que é uma possibilidade da ferramenta do *Google Apps* quando utilizado de forma *online* via navegador.

No *Google Apps*, irá ser testado as ferramentas SaaS *Office Suite*, também conhecidas como *Google Docs*. Após a criação do usuário já é possível criar arquivos como documentos, planilhas e apresentações. Uma peculiaridade das ferramentas SaaS *Office Suite* é que o usuário deve possuir um serviço de SaaS *Storage* associado, neste caso, da mesma provedora, pois os documentos são editados via navegador e salvos automaticamente em seu armazenamento *online*. Ao iniciar os experimentos, foi percebido esta necessidade ao criar um novo documento, pois sempre é criado na raiz do seu armazenamento *online*, permitindo posteriormente que seja movido para uma determinada pasta. Além das funcionalidades básicas de um editor de textos, planilhas, apresentações, formulários, desenhos ou modelos, cada um com suas respectivas funções, são encontradas funcionalidades de compartilhamento, *download*, conversão, publicação, envio por e-mail e impressão. Outra importante funcionalidade é a de histórico de revisões, que permite saber quem e o que foi alterado. Em uma EV, onde a base é a colaboração entre empresas, uma função agregada ao *Google Apps* e com bastante potencial é a possibilidade de edição do mesmo arquivo simultaneamente entre os usuários, onde é possível visualizar em tempo real as alterações que cada usuário está fazendo no documento.

Figura 12: Telas demonstrativas da Ferramenta *Google Apps*.

Fonte: (Google, 2015)

De uma forma geral, as ferramentas SaaS da *Google* atenderam adequadamente as necessidades de colaboração do cenário de EV proposto. Asseguraram o compartilhamento e acesso aos usuários das empresas envolvidas, dando-lhes as permissões e suporte para a criação e alteração das informações necessárias para a parceria.

Após a realização dos experimentos e da pesquisa realizada sobre a plataforma, foi possível realizar a avaliação dos indicadores, conforme é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas SaaS *Google Apps* e *Google Drive*.

Plataforma SaaS <i>Google Apps</i> e <i>Google Drive</i>		
Indicadores	Descrição	Valor
Padrões e especificações	Execução via navegador, gerenciamento de arquivos e pastas de diversos formatos	★★★★☆
Funcionalidades avançadas	Digitação por voz	★★★★★

Características de propriedade da plataforma	Fechada para alterações	★★★★★
Privacidade de dados	Gerenciamento dos dados controlado pelo Usuário / Administrador	★★★★★
Gerenciamento de acessos de usuário	Sim	★★★★★
Arquitetura multiusuário	Sim	★★★★★
Escalabilidade dinâmica	Sim, mediante contrato	★★★★★
Escalabilidade transparente	É necessária intervenção contratual	★★★★★
Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	Não informado	★★★★★
Capacidade de armazenamento	De até 30 TB por usuário doméstico e ilimitado acima de 5 usuários <i>App for Work</i>	★★★★★
Capacidade de processamento	Não informado	★★★★★
Capacidade de memória	Não informado	★★★★★
Licenciamento e direitos	Proprietária	★★★★★
Arquitetura modular	Sim, dentro das funcionalidades do pacote	★★★★★
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Sim, em sua maioria materiais em língua inglesa	★★★★★
Autenticação de usuários	Sim	★★★★★
SLAs	Sim	★★★★★
Confiabilidade	Sim	★★★★★
Criptografia	Utiliza 256-bits <i>Transport Layer Security</i> (TLS) e utiliza chaves de criptografia de 2048 RSA	★★★★★
Controle QoS	Não informado	★★★★★
Mecanismos de medição e faturamento	Sim	★★★★★
Suporte para desenvolvedores	Não informado	★★★★★
<i>Plugins</i> IDE	Não informado	★★★★★
Interface de gerenciamento	Simple e intuitiva	★★★★★

API gestora	Sim, via navegador e aplicativo sincronizador	★★★★★
Suporte de interoperabilidade de processos	Pacote de produtividade integrado	★★★★★
Adaptadores comuns ou personalizados	Sim, sincronizador da plataforma <i>online</i> e dispositivo local	★★★★★

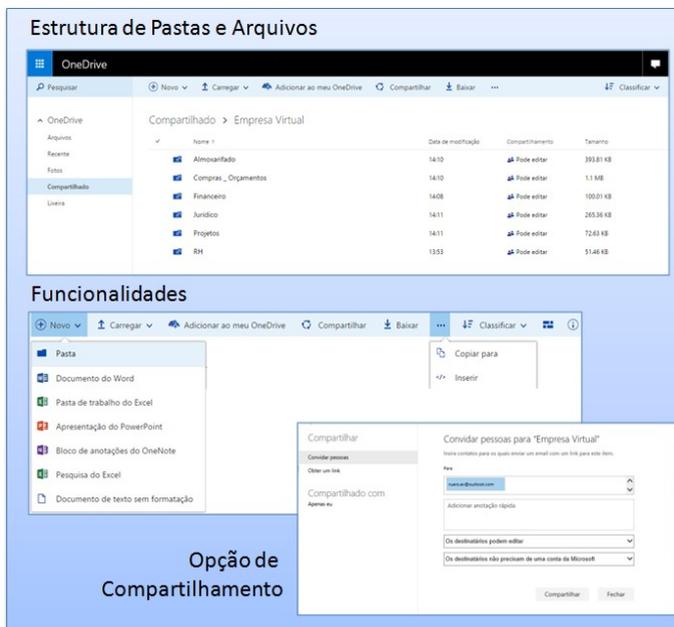
No *OneDrive*, após a criação dos usuários, foram iniciados os testes onde se simulou a colaboração entre 2 empresas, sendo criada uma estrutura de pastas e arquivos pertinentes ao funcionamento da EV entre estas empresas. A plataforma possui uma grande gama de funcionalidades como: criação de pastas / arquivos, carregamento de pastas / arquivos, compartilhamento, baixa de arquivos, mover ou copiar para outro local, renomear, além de uma série de configurações relacionadas ao seu modo de funcionamento. Foram simuladas a criação de pastas e arquivos pelos 2 usuários, dentro de uma pasta compartilhada, e foi possível observar as mudanças em tempo real, e em se tratando de controle, visualizando as informações dos eventos em uma aba lateral.

As pastas e arquivos foram compartilhados entre os parceiros, de forma que cada um pudesse criar ou alterar arquivos e pastas.

Assim como o *Google Drive* faz parte do *Google Apps*, o *OneDrive* faz parte das ferramentas de produtividade e colaboração do *Microsoft Office 365*.

O *OneDrive* também disponibiliza uma ferramenta *desktop* para instalação no computador que realiza a sincronização de pastas locais com a plataforma *online*, permitindo assim uma edição *offline* de documentos, que serão sincronizados assim que este realizar acesso à *Internet*.

Figura 13: Telas demonstrativas da Ferramenta *OneDrive*.

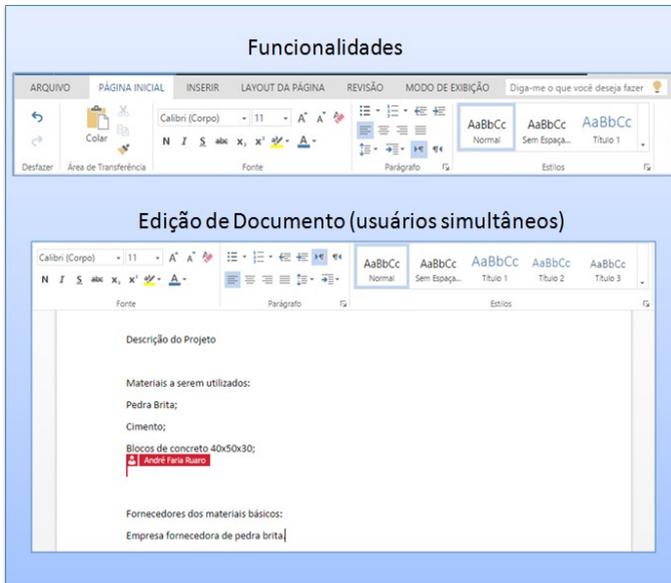


Fonte: (Microsoft, 2015)

No *Office 365*, a plataforma SaaS *Office Suite* da *Microsoft*, assim como o *Google Apps*, necessita de um serviço de SaaS *Storage* associado, que neste caso pode ser do mesmo fornecedor como o *OneDrive* ou com o *Dropbox* (resultado de uma recente parceria entre *Microsoft* e *Dropbox*).

Durante a experimentação, foram criados arquivos do tipo documento, planilhas e apresentações, cada um em seu respectivo editor via navegador. No primeiro contato com os editores é possível perceber a herança das funcionalidades do pacote *Office* para *desktop*, permitindo que o usuário da ferramenta *desktop* fique mais seguro e confortável quando utilize a ferramenta *online*.

Possui um visualizador de histórico de alterações de documentos que permite analisar e até mesmo reverter o documento atual em uma versão anterior.

Figura 14: Telas demonstrativas da Ferramenta *Office 365*.

Fonte: (Microsoft, 2015)

As ferramentas SaaS da *Microsoft* também atenderam bem às necessidades de colaboração do cenário de EV proposto, e permitiram a segurança e o compartilhamento entre aos usuários das empresas envolvidas, oferecendo-lhes as permissões e suporte para a criação e alteração das informações necessárias para sua operabilidade.

Abaixo é apresentada, na Tabela 10, a avaliação dos indicadores da plataforma *Microsoft* que foi analisada com base nos experimentos e informações retiradas da própria fornecedora.

Tabela 10. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas SaaS *Microsoft Office 365* e *OneDrive*.

Plataforma SaaS <i>Microsoft Office 365</i> e <i>OneDrive</i>		
Indicadores	Descrição	Valor
Padrões e especificações	Execução via navegador, gerenciamento de arquivos e pastas de diversos formatos	★★★★☆
Funcionalidades avançadas	Integração com outros serviços de armazenamento	★★★★★
Características de propriedade da plataforma	Fechada para alterações	★★★☆☆

Privacidade de dados	Gerenciamento dos dados controlado pelo Usuário / Administrador	★★★★★
Gerenciamento de acessos de usuário	Sim	★★★★★
Arquitetura multiusuário	Sim	★★★★★
Escalabilidade dinâmica	Sim, mediante contrato	★★★★★
Escalabilidade transparente	É necessária intervenção contratual	★★★★★
Balaceamento de carga e <i>clustering</i>	Não informado	★★★★★
Capacidade de armazenamento	De até 1 TB por usuário	★★★★★
Capacidade de processamento	Não informado	★★★★★
Capacidade de memória	Não informado	★★★★★
Licenciamento e direitos	Proprietária	★★★★★
Arquitetura modular	Sim, dentro das funcionalidades do pacote	★★★★★
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Sim, com vasto material em inglês e também em português.	★★★★★
Autenticação de usuários	Sim	★★★★★
SLAs	Sim	★★★★★
Confiabilidade	Sim	★★★★★
Criptografia	Utiliza chaves de 256 bits e TLS/SSL usando chaves 2048 bits	★★★★★
Controle QoS	Não informado	★★★★★
Mecanismos de medição e faturamento	Sim	★★★★★
Suporte para desenvolvedores	Não informado	★★★★★
<i>Plugins</i> IDE	Não informado	★★★★★
Interface de gerenciamento	Simple e intuitiva	★★★★★
API gestora	Sim, via navegador e com o próprio <i>Office</i> para <i>desktop</i> , e aplicativo sincronizador	★★★★★
Suporte de interoperabilidade de	Pacote de produtividade integrado	★★★★★

processos		
Adaptadores comuns ou personalizados	Sim, sincronizador da plataforma <i>online</i> e dispositivo local	★★★★★

5.1.2. Ferramentas PaaS

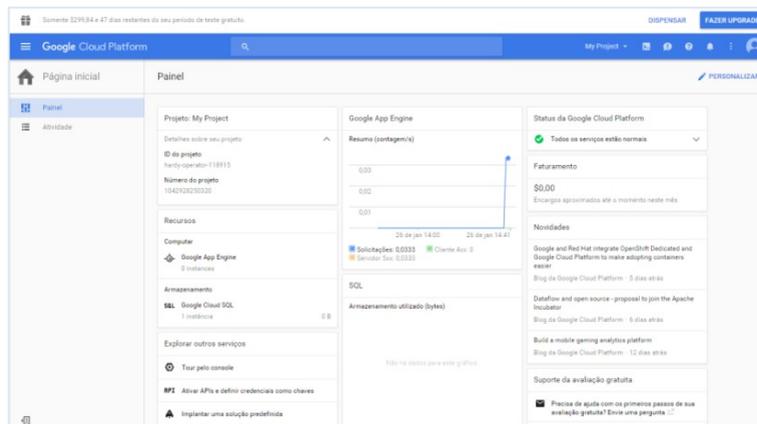
Hospedagem e execução de Aplicação Web

Como em todos os processos de experimentação, é necessário inicialmente buscar a forma de acesso / instalação da plataforma em questão, seguido da forma de criação, desenvolvimento, execução e disponibilidade do aplicativo web para controle e acompanhamento de projetos da nossa EV, que neste passo já se encontra na fase de Operação / Evolução.

O acesso às ferramentas PaaS ocorre da mesma forma, e se dá através do navegador web, utilizando-se de um usuário e senha em uma tela de *login*, para ter acesso aos painéis de gerenciamento da ferramenta. Para esta experimentação, utilizou-se a versão disponível gratuitamente, em caráter de avaliação, onde é possível dispor dos recursos da plataforma utilizando-se de um “crédito” disponibilizado pelo provedor.

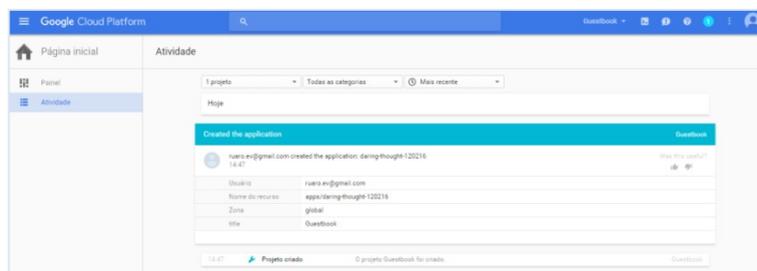
O *Google App Engine* faz parte da ferramenta *Google Cloud Platform*. Ao ter acesso a ela, o usuário se depara com um painel inicial contendo todas as informações pertinentes ao projeto, além de informações de uso da plataforma, como demonstrado na Figura 15. Possui também um histórico de atividades que permite visualizar todas as atividades realizadas, como um auditor de atividades (Figura 16).

Figura 15: Tela demonstrativa da Ferramenta *Google Cloud Platform*, Painel Inicial.



Fonte: (Google, 2015)

Figura 16: Tela demonstrativa da Ferramenta *Google Cloud Platform*, Atividades.



Fonte: (Google, 2015)

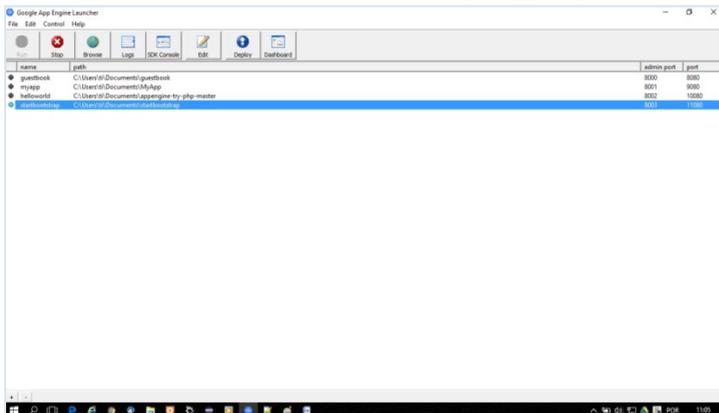
Para a realização dos testes, inicialmente foi necessário instalar e configurar o ambiente de desenvolvimento, informando a linguagem de programação a ser utilizada e instalando uma ferramenta SDK do *Google App Engine* para poder desenvolver aplicativos localmente, testá-las no servidor local e depois implantá-las no *Google App Engine*.

O aplicativo *Google App Engine Launcher* (Figura 17) permite realizar as configurações e a execução dos testes do aplicativo em modo local, chamado de modo de desenvolvimento. Possui também a funcionalidade de *Deploy*, que implanta a aplicação local no *Google App Engine* em modo de produção, i.e., deixa o aplicativo disponível *online*.

O desenvolvimento da aplicação pode ser realizada por qualquer editor de texto, com o simples bloco de notas, porém por questões de familiaridade, editamos o aplicativo em Notepad++ (Figura 18).

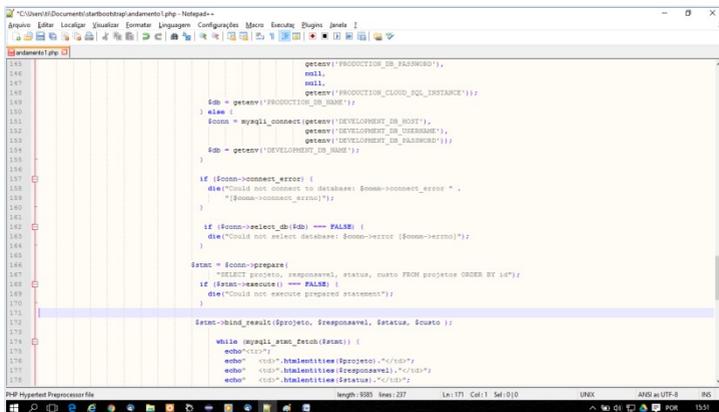
A criação do aplicativo acontece inicialmente na ferramenta local, com o desenvolvimento dos *scripts* e seu banco de dados. Posteriormente se cria um projeto na plataforma da *Google*, onde é fornecida uma espécie de chave que irá "linkar" o aplicativo local ao projeto da *Google Cloud Platform* na implantação.

Figura 17: Tela demonstrativa da Ferramenta *Google App Engine Launcher*.



Fonte: (Google, 2015)

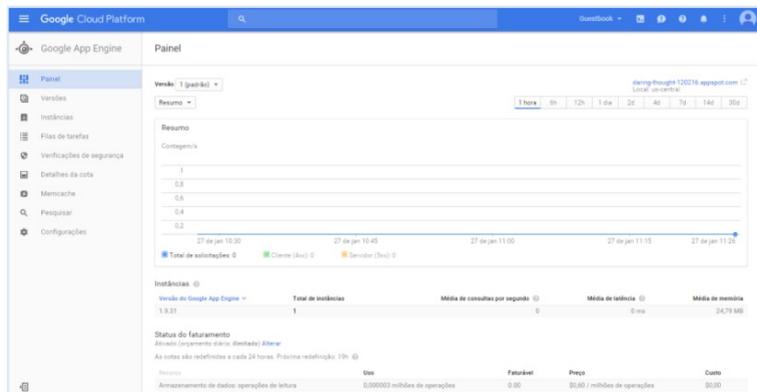
Figura 18: Tela demonstrativa da Ferramenta de desenvolvimento Notepad++.



Fonte: (Notepad++, 2015)

Após aplicar a implantação, o aplicativo já está disponível por meio de uma endereço de url criada pela plataforma, assim como suas configurações, histórico de atividades, versões e detalhes de consumo da conta, que se encontram em um painel da Plataforma *Google* específica do projeto em questão (Figura 19).

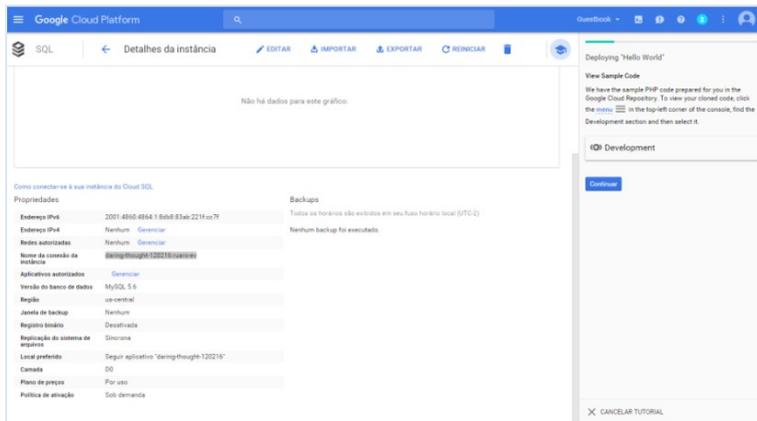
Figura 19: Tela demonstrativa da Ferramenta *Google Cloud Platform*, Painel *Google App Engine*.



Fonte: (Google, 2015)

No cenário proposto, a criação de um pequeno aplicativo web para acompanhamento e controle de projetos de uma EV foi necessário instanciar um recurso de armazenamento de banco de dados, o *Google Cloud SQL*. Neste caso utilizando-se dos recursos da *Google Cloud Platform*. A tela de instanciação SQL com dados sobre a correlação do banco de dados e o projeto criado é demonstrado na figura a seguir.

Figura 20: Tela demonstrativa da Ferramenta *Google Cloud Platform*, Painel *Google Cloud SQL*.



Fonte: (Google, 2015)

Com o aplicativo devidamente criado e configurado, realizaram-se os testes para verificar a funcionalidade do script e da comunicação com o banco de dados. Os resultados do aplicativo em execução são demonstrados nas figuras abaixo:

Figura 21: Tela demonstrativa do Aplicativo de Controle de Projetos, página de Cadastro de Projetos, rodando no *Google App Engine*.

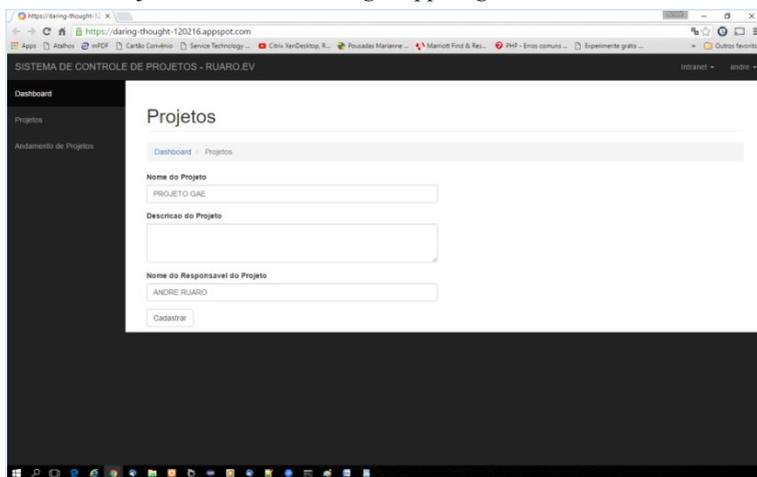


Figura 22: Tela demonstrativa do Aplicativo de Controle de Projetos, página de Andamento de Projetos, rodando no *Google App Engine*.

Projeto	Responsavel	Andamento %	Custo
PROJETO GAE EV1	Andre Ruaro	40%	3000,00
PROJETO GAE EV2	Josiane Budri	60%	2000,00
PROJETO GAE EV3	Andre Ruaro	50%	2500,00
PROJETO GAE EV4	Josiane Budri	80%	3500,00
PROJETO 1A	Jar Ruaro	32%	3210,33
PROJETO 2A	Otávio Budri	33%	2304,12
PROJETO 2B	Otávio Budri	21%	1600,34
PROJETO 3B	Jar Ruaro	89%	1644,43

A ferramenta *Google App Engine* atendeu adequadamente às necessidades da criação e execução do cenário de EV proposto. Possibilitou o acesso ao aplicativo de controle e acompanhamento de projetos via navegador, onde os "usuários das empresas parceiras", tiveram acesso às informações necessárias para o acompanhamento dos projetos.

Como resultado da experimentação e das informações coletadas sobre a plataforma, foi possível realizar a análise dos indicadores, como mostrado na Tabela 11.

Tabela 11. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataforma PaaS *Google App Engine*.

Plataforma PaaS <i>Google App Engine</i>		
Indicadores	Descrição	Valor
Padrões e especificações	Execução da plataforma via navegador	★★★★☆
Funcionalidades avançadas	Integração com outros serviços de armazenamento	★★★★★
Características de propriedade da plataforma	Fechada para alterações	★★★★☆
Privacidade de dados	Gerenciamento dos dados controlado pelo Usuário / Administrador	★★★★★

Gerenciamento de acessos de usuário	Sim	★★★★★
Arquitetura multiusuário	Sim	★★★★★
Escalabilidade dinâmica	Sim, mediante contrato	★★★★★
Escalabilidade transparente	Sim, mediante contrato	★★★★★
Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	Sim, com possibilidade de filtros	★★★★★
Capacidade de armazenamento	Limite de 5GB para conta gratuita, versão paga escalonável sem informação de limite máximo	★★★★★
Capacidade de processamento	Não informado	★★★★★
Capacidade de memória	Não informado	★★★★★
Licenciamento e direitos	Proprietária	★★★★★
Arquitetura modular	Sim, dentro das funcionalidades da plataforma	★★★★★
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Sim, com vasto material em inglês.	★★★★★
Autenticação de usuários	Sim	★★★★★
SLAs	Sim	★★★★★
Confiabilidade	Sim	★★★★★
Criptografia	Utiliza 256-bits <i>Transport Layer Security</i> (TLS) e utiliza chaves de criptografia de 2048 RSA	★★★★★
Controle QoS	Sim	★★★★★
Mecanismos de medição e faturamento	Sim	★★★★★
Suporte para desenvolvedores	Sim	★★★★★
<i>Plugins</i> IDE	Sim, Eclipse	★★★★★
Interface de gerenciamento	Simple e intuitiva	★★★★★
API gestora	Sim	★★★★★
Suporte de interoperabilidade de	Sim, entre recursos da plataforma	★★★★★

processos		
Adaptadores comuns ou personalizados	Sim, porém não tão intuitivo	★★★★☆

No *Microsoft Azure Platform*, ao acessar a página inicial da plataforma, o usuário é apresentado a uma interface simples e familiar (para usuários *Microsoft*) contendo uma série de funcionalidades e possibilidade de configuração como mostra a Figura 23.

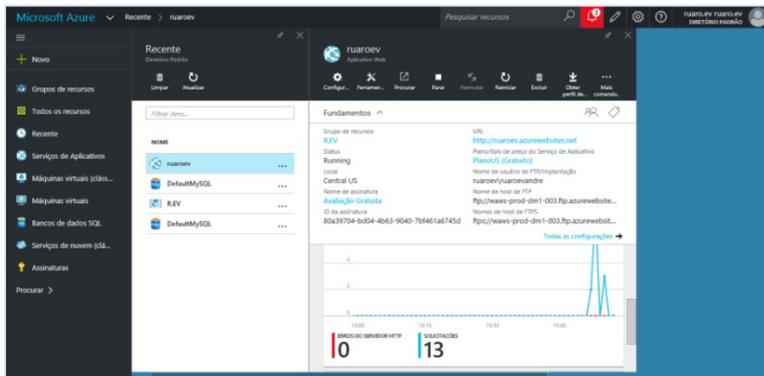
Figura 23: Tela demonstrativa da Ferramenta *Microsoft Azure Platform*.



Fonte: (Microsoft, 2015)

Para a realização do experimento nesta plataforma, a criação da instância do servidor web com suporte a banco de dados foi realizada em apenas um procedimento, diferente da ferramenta da *Google*, que precisou instanciar o servidor web e posteriormente o servidor de banco de dados. A plataforma *Microsoft Azure* nos permite criar um grupo de recursos e alocar / associar funções e recursos a ele, como demonstrado na Figura 24. Nesta mesma tela é possível visualizar informações de configuração e utilização do recurso selecionado.

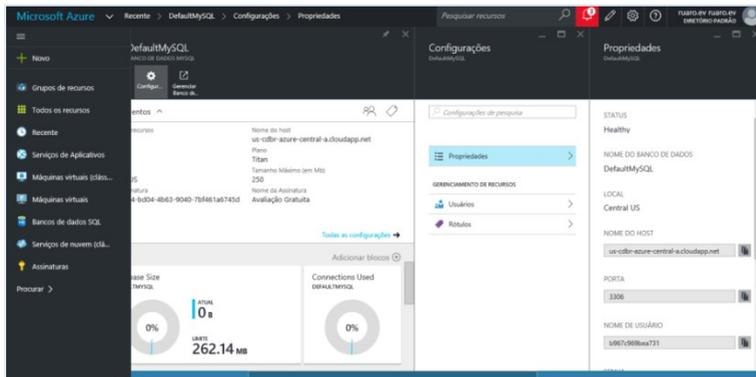
Figura 24: Tela demonstrativa da Ferramenta *Microsoft Azure Platform*, Grupo de Recursos.



Fonte: (Microsoft, 2015)

Ao acessar as informações de determinado recurso, a plataforma *Microsoft Azure* disponibiliza uma janela de configurações e de gerenciamento do recurso, fornecendo informações que possibilitam sua configuração em ferramentas de terceiros, como mostra a Figura 25.

Figura 25: Tela demonstrativa da Ferramenta *Microsoft Azure Platform*, Recurso de Banco de Dados MySQL.

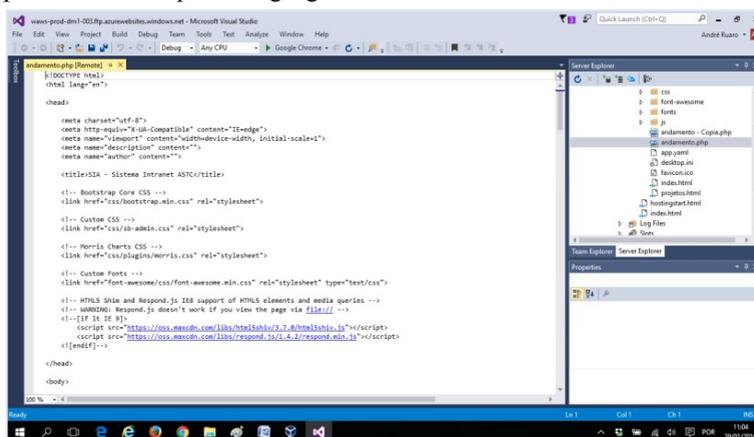


Fonte: (Microsoft, 2015)

Diferente da ferramenta do *Google App Engine*, o *Microsoft Azure* não necessita instalar um SDK específico para poder implantar a aplicação na nuvem e nem preparar um servidor HTTP e de Banco de Dados local. Apesar de permitir ser configurado em ferramentas de

terceiros, a *Microsoft* apresenta sua solução, o *Microsoft Visual Studio* (Figura 26), ferramenta que se integra à Plataforma *Microsoft Azure* e pode realizar o gerenciamento de recursos e também a criação e desenvolvimento dos *scripts* de aplicações, neste caso web, diretamente na plataforma *online*. Cabe ao usuário definir qual versão e aplicação está em modo de desenvolvimento ou produção.

Figura 26: Tela demonstrativa da Ferramenta *Microsoft Visual Studio*, implementando *script* em linguagem PHP.



Fonte: (Microsoft, 2015)

Após as configurações necessárias e o aplicativo devidamente criado e implantado, realizou-se os experimentos para verificar a funcionalidade do *script* e da comunicação com o banco de dados.

Os resultados do aplicativo em execução são demonstrados nas figuras 27 e 28:

Figura 27: Tela demonstrativa do Aplicativo de Controle de Projetos, página de Cadastro de Projetos, rodando no *Microsoft Azure Platform*.

Figura 28: Tela demonstrativa do Aplicativo de Controle de Projetos, página de Andamento de Projetos, rodando no *Microsoft Azure Platform*.

Projeto	Responsavel	Andamento %	Custo
PROJETO AZURE 1A	ANDRE RUARO	39%	1500,00
PROJETO AZURE 2A	JOSIANE BUONI	58%	3700,00
PROJETO AZURE 3B	ANDRE RUARO	97%	3400,00
PROJETO 1A	Jair Ruaro	32%	3210,33
PROJETO 2A	Otávio Budni	33%	2304,12
PROJETO 2B	Otávio Budni	21%	1600,34
PROJETO 3B	Jair Ruaro	89%	1544,43

A ferramenta *Microsoft Azure Platform* também atendeu adequadamente às necessidades da criação e execução do cenário de EV proposto. Com uma interface familiar e intuitiva a usuários *Microsoft Windows*, a ferramenta possibilitou uma maior facilidade e agilidade no processo de implantação dos recursos. Também, forneceu o acesso necessário ao aplicativo de controle e acompanhamento de projetos via navegador, onde os "usuários das empresas envolvidas" e obtiveram as informações necessárias para a parceria em EV.

Os experimentos e as informações do provedor proporcionaram a realização da avaliação dos indicadores pertinentes à plataforma, como mostrado na Tabela 12.

Tabela 12. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas PaaS *Microsoft Azure Platform*.

Plataforma PaaS <i>Microsoft Azure Platform</i>		
Indicadores	Descrição	Valor
Padrões e especificações	Execução via navegador e integrado com <i>Visual Studio</i>	★★★★★
Funcionalidades avançadas	Integração com outros serviços de armazenamento	★★★★★
Características de propriedade da plataforma	Fechada para alterações	★★★★★
Privacidade de dados	Gerenciamento dos dados controlado pelo Usuário / Administrador	★★★★★
Gerenciamento de acessos de usuário	Sim	★★★★★
Arquitetura multiusuário	Sim	★★★★★
Escalabilidade dinâmica	Sim, mediante contrato	★★★★★
Escalabilidade transparente	Sim, mediante contrato	★★★★★
Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	Sim, com possibilidade de filtros	★★★★★
Capacidade de armazenamento	Limite de 1 GB para conta gratuita, versão <i>Premium</i> 500GB	★★★★★
Capacidade de processamento	8 núcleos	★★★★★
Capacidade de memória	Máximo de 14 GB	★★★★★
Licenciamento e direitos	Proprietária	★★★★★
Arquitetura modular	Sim, dentro das funcionalidades da plataforma	★★★★★
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Sim, com vasto material em inglês e também em português.	★★★★★
Autenticação de usuários	Sim	★★★★★
SLAs	Sim	★★★★★

Confiabilidade	Sim	★★★★★
Criptografia	Utiliza chaves de 256 bits e TLS/SSL usando chaves 2048 bits	★★★★★
Controle QoS	Sim	★★★★★
Mecanismos de medição e faturamento	Sim	★★★★★
Suporte para desenvolvedores	Sim	★★★★★
Plugins IDE	Sim, <i>Visual Studio</i> e outros	★★★★★
Interface de gerenciamento	Simple e intuitiva, padrão Windows	★★★★★
API gestora	Sim	★★★★★
Suporte de interoperabilidade de processos	Sim, entre recursos da plataforma	★★★★★
Adaptadores comuns ou personalizados	Sim, sincroniza a ferramenta com a plataforma <i>online</i>	★★★★★

5.1.3. Ferramentas IaaS

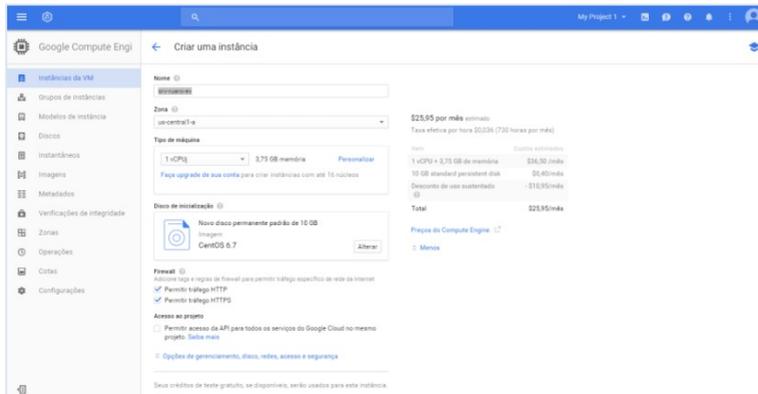
Instanciar um Servidor Web para Hospedar uma Aplicação (Máquina Virtual)

As plataformas a serem avaliadas fazem parte dos mesmos pacotes de ferramentas apresentados anteriormente: o *Google Compute Engine*, que permite criar VM's, como parte integrante do *Google Cloud Platform*, e o recurso de criação de VM's do *Microsoft Azure Platform*.

Partindo do princípio que se trata de mais uma função de um pacote de ferramentas, o acesso e usabilidade se considera como já comentados.

No *Google Cloud Platform*, no menu *Google Compute Engine*, é oferecido ao usuário a criação e configuração de uma instância de Máquina Virtual. Como pode-se ver na Figura 29, é possível escolher várias configurações como: nome da instância, zona de onde ficará hospedado, tipo da máquina (com várias opções de configuração), o sistema operacional, tipo de cobrança do serviço, entre outras mais específicas.

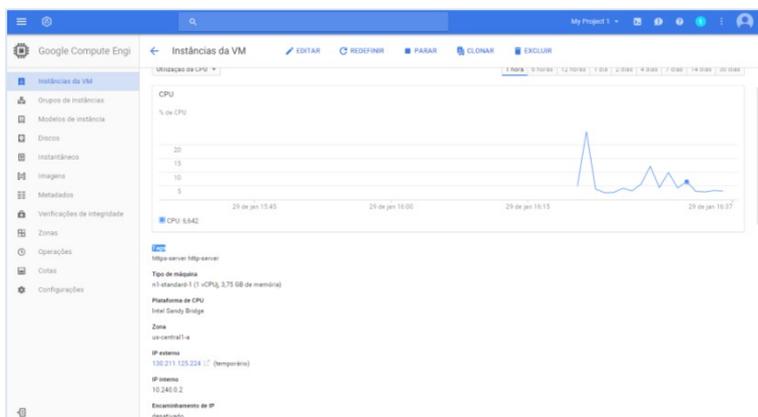
Figura 29: Tela demonstrativa da Ferramenta *Google Compute Engine*, criação de VM.



Fonte: (Google, 2015)

Após a escolha das opções e configurações desejadas da máquina virtual, foi dada sequência à criação e execução da mesma, onde pode-se acompanhar o seu desempenho e outras informações pelo painel de instâncias de VM (Figura 30). A mesma fornece dados importantes como IP interno e externo, para que se possa realizar as instalações dos *softwares* para transformar o sistema operacional em um servidor web.

Figura 30: Tela demonstrativa da Ferramenta *Google Compute Engine*, Instância da VM.



Fonte: (Google, 2015)

Neste ponto a VM está rodando o sistema operacional - no caso, o CentOS6.7 - e pronta para se poder instalar os próximos *softwares*. O acesso ao sistema operacional é realizado por SSH (*Secure Shell*), uma conexão segura entre computadores, em modo de linha de comando de uma unidade remota (Figura 31). Assim, é possível instalar os softwares de servidor web Apache2.0, o suporte à linguagem de programação PHP5.3.3 e o suporte ao banco de dados MySQL5.1.73.

Figura 31: Tela demonstrativa da Ferramenta de conexão SSH com a VM do *Google Cloud Platform*.

```

ruaro_ev@srv-ruaro-ev:~$ sudo yum install php-common php-pdo php-cgi php-mysql php-pdo
https://cloudssh.developers.google.com/projects/acquired-cargo-120312/zones/us-central1-a/instances/srv-ruaro-ev?auth=
(3/5): php-common-5.3.3-46.el6_6.x86_64.rpm | 529 kB | 00:00
(4/5): php-mysql-5.3.3-46.el6_6.x86_64.rpm | 86 kB | 00:00
(5/5): php-pdo-5.3.3-46.el6_6.x86_64.rpm | 79 kB | 00:00
-----
Total | 15 MB/s | 4.0 MB | 00:00
Running rpm_check_debug
Running Transaction Test
Transaction Test Succeeded
Running Transaction
Installing : php-common-5.3.3-46.el6_6.x86_64 1/5
Installing : php-pdo-5.3.3-46.el6_6.x86_64 2/5
Installing : php-cgi-5.3.3-46.el6_6.x86_64 3/5
Installing : php-5.3.3-46.el6_6.x86_64 4/5
Installing : php-mysql-5.3.3-46.el6_6.x86_64 5/5
Verifying : php-mysql-5.3.3-46.el6_6.x86_64 1/5
Verifying : php-5.3.3-46.el6_6.x86_64 2/5
Verifying : php-pdo-5.3.3-46.el6_6.x86_64 3/5
Verifying : php-common-5.3.3-46.el6_6.x86_64 4/5
Verifying : php-cgi-5.3.3-46.el6_6.x86_64 5/5

Installed:
  php.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6 php-mysql.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6

Dependency Installed:
  php-cli.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6 php-common.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6 php-pdo.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6

Complete!
[ruaro_ev@srv-ruaro-ev ~]$ sudo vi /var/www/html/info.php
[ruaro_ev@srv-ruaro-ev ~]$ sudo service httpd restart
Stopping httpd: [ OK ]
Starting httpd: [ OK ]
[ruaro_ev@srv-ruaro-ev ~]$ sudo vi /var/www/html/index.php
[ruaro_ev@srv-ruaro-ev ~]$ ls
[ruaro_ev@srv-ruaro-ev ~]$

```

Fonte: (Google, 2015)

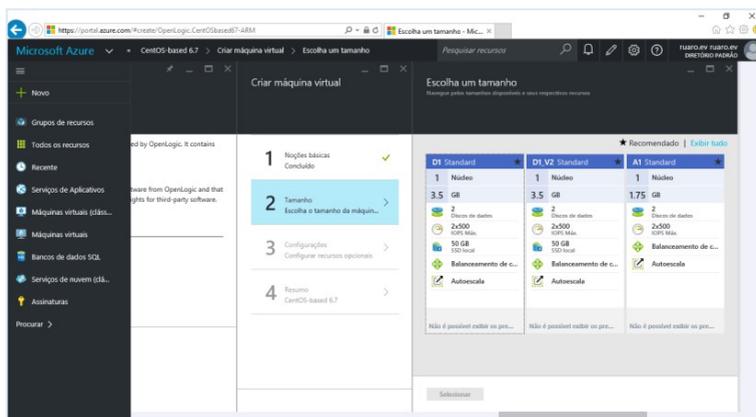
Como resultado do sucesso da instalação, pode-se ver a página de informações listada pela função `phpinfo()` na figura 32, bem como o acesso da mesma pelo IP externo fornecido pela plataforma *Google*.

Escalabilidade dinâmica	Sim, podendo ser pré-dimensionada	★★★★★
Escalabilidade transparente	É necessária intervenção contratual	★★★★★
Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	Sim	★★★★★
Capacidade de armazenamento	Disco de até 65 TB	★★★★★
Capacidade de processamento	32 núcleos	★★★★★
Capacidade de memória	Máximo de 208 GB	★★★★★
Licenciamento e direitos	Proprietária	★★★★★
Arquitetura modular	Sim, mais de 140 pacotes de <i>softwares</i>	★★★★★
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Sim, com vasto material em inglês.	★★★★★
Autenticação de usuários	Sim	★★★★★
SLAs	Sim	★★★★★
Confiabilidade	Sim	★★★★★
Criptografia	Utiliza 256-bits <i>Transport Layer Security</i> (TLS) e utiliza chaves de criptografia de 2048 RSA	★★★★★
Controle QoS	Sim	★★★★★
Mecanismos de medição e faturamento	Sim, <i>pay-per-use</i>	★★★★★
Suporte para desenvolvedores	Sim	★★★★★
<i>Plugins</i> IDE	Sim, usando a própria plataforma e ferramentas de terceiros	★★★★★
Interface de gerenciamento	Simples e intuitiva	★★★★★
API gestora	Sim, <i>Google Developer</i> , RESTful ou linha de comando SSH	★★★★★
Suporte de interoperabilidade de processos	Integração com outros serviços da <i>Google</i>	★★★★★
Adaptadores comuns ou personalizados	Sim, usando a própria plataforma	★★★★★

No *Microsoft Azure Platform*, a criação de uma VM é considerada como uma adição de novo recurso, como se pode ver na Figura 33. Assim como a plataforma do *Google*, a *Microsoft* também permite uma grande opção de configuração, sendo elas: a escolha do nome da instância, o tipo de VM (oferecendo várias opções), configurações especiais do recurso, o sistema operacional, entre outros.

Neste experimento, foi mantido o mesmo padrão de configuração utilizado na plataforma *Google*, quantidade de memória, tipo do processador e sistema operacional.

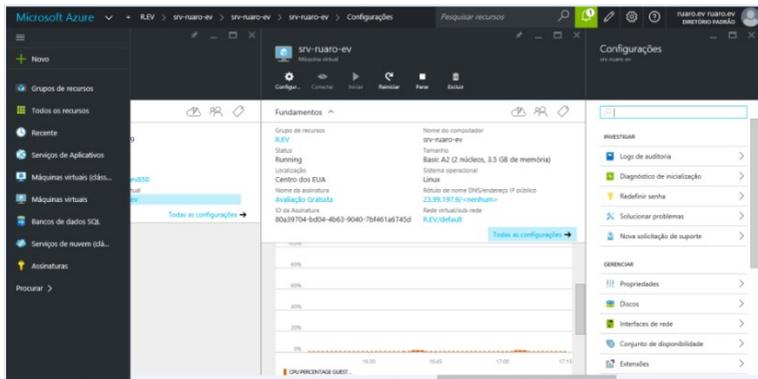
Figura 33: Tela demonstrativa da Ferramenta *Microsoft Azure Platform*, criação de VM.



Fonte: (Microsoft, 2015)

Com a finalização da criação da instancia da VM, a plataforma fornece uma série de informações, incluindo as configurações de IP interno e externo, que servirão para acesso por SSH para sua instalação remota (Figura 34).

Figura 34: Tela demonstrativa da Ferramenta *Microsoft Azure Platform*, recurso de Instância da VM.



Fonte: (Microsoft, 2015)

Assim como foi realizado na plataforma *Google*, seguiu-se com as instalações dos *softwares* de servidor web Apache2.0, do suporte à linguagem de programação PHP5.3.3 e do suporte ao banco de dados MySQL5.1.73. As instalações ocorreram por meio de um *software* de terceiros chamado PuTTY, de conexão SSH com a instância da VM do *Microsoft Azure Platform*, como mostra a Figura 35.

Figura 35: Tela demonstrativa da Ferramenta de conexão SSH com a VM do Microsoft Azure.

```

ruaroev@srv-ruaro-ev:~
Installing : php-cli-5.3.3-46.el6_6.x86_64          3/5
Installing : php-5.3.3-46.el6_6.x86_64           4/5
Installing : php-mysql-5.3.3-46.el6_6.x86_64     5/5
Verifying  : php-mysql-5.3.3-46.el6_6.x86_64     1/5
Verifying  : php-5.3.3-46.el6_6.x86_64          2/5
Verifying  : php-pdo-5.3.3-46.el6_6.x86_64       3/5
Verifying  : php-common-5.3.3-46.el6_6.x86_64    4/5
Verifying  : php-cli-5.3.3-46.el6_6.x86_64      5/5

Installed:
  php.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6          php-mysql.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6

Dependency Installed:
  php-cli.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6      php-common.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6
  php-pdo.x86_64 0:5.3.3-46.el6_6

Complete!
[ruaroev@srv-ruaro-ev ~]$ sudo vi /var/www/html/info.php
[ruaroev@srv-ruaro-ev ~]$ sudo service httpd restart
Stopping httpd:                                     [ OK ]
Starting httpd: httpd: Could not reliably determine the server's fully qualified
domain name, using 10.0.0.4 for ServerName          [ OK ]
[ruaroev@srv-ruaro-ev ~]$

```

Fonte: (PuTTY, 2015)

Como resultado do sucesso da instalação, também pode-se ver a página de informações listada pela função `phpinfo()`, através do acesso via navegador do IP externo fornecido pela plataforma *Microsoft*.

Assim como o *Google Compute Engine*, o recurso de VM da plataforma *Microsoft Azure* atendeu adequadamente às necessidades do cenário IaaS proposto, permitindo a instanciação da VM e o seu acesso como servidor web.

Os resultados também forneceram informações necessárias para avaliarmos a plataforma, como segue na Tabela 14.

Tabela 14. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas IaaS *Microsoft Azure Platform*.

Plataforma IaaS <i>Microsoft Azure Platform</i>		
Indicadores	Descrição	Valor
Padrões e especificações	Gerenciamento via navegador e via <i>Visual Studio</i>	★★★★★
Funcionalidades avançadas	Integração com outros serviços de armazenamento	★★★★★
Características de propriedade da plataforma	Fechada para alterações	★★★★★
Privacidade de dados	Gerenciamento dos dados controlado pelo Usuário / Administrador	★★★★★
Gerenciamento de acessos de usuário	Sim	★★★★★
Arquitetura multiusuário	Sim	★★★★★
Escalabilidade dinâmica	Sim, podendo ser pré dimensionada	★★★★★
Escalabilidade transparente	É necessária intervenção contratual	★★★★★
Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	Sim	★★★★★
Capacidade de armazenamento	Disco de até 64 TB	★★★★★
Capacidade de processamento	32 núcleos	★★★★★
Capacidade de memória	Máximo de 448 GB	★★★★★
Licenciamento e direitos	Proprietária	★★★★★
Arquitetura modular	Sim, mais de 3000 pacotes de <i>software</i>	★★★★★

Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	Sim, com vasto material em inglês e também em português.	★★★★★
Autenticação de usuários	Sim	★★★★★
SLAs	Sim	★★★★★
Confiabilidade	Sim	★★★★★
Criptografia	Utiliza chaves de 256 bits e TLS/SSL usando chaves 2048 bits	★★★★★
Controle QoS	Sim	★★★★★
Mecanismos de medição e faturamento	Sim, <i>pay-per-use</i>	★★★★★
Suporte para desenvolvedores	Sim	★★★★★
<i>Plugins</i> IDE	Sim, usando a própria plataforma e ferramentas de terceiros	★★★★★
Interface de gerenciamento	Simple e intuitiva	★★★★★
API gestora	Sim, <i>Visual Studio</i> , Rest ou linha de comando SSH	★★★★★
Suporte de interoperabilidade de processos	Integração com outros serviços do <i>Microsoft Azure Platform</i>	★★★★★
Adaptadores comuns ou personalizados	Sim, usando a própria plataforma	★★★★★

5.2. Avaliação dos Resultados

As avaliações dos resultados obtidos com os experimentos das plataformas em seus cenários fazem parte da última etapa deste estudo, que se trata da geração de uma tabela comparativa das avaliações dos indicadores por tipo de plataforma. Como explicado na seção 2, houve a necessidade de limitar o leque de ferramentas possíveis de serem avaliadas. Neste sentido, e com base nos critérios também explicitados, foram analisadas sucintamente várias, mas posteriormente selecionadas apenas duas ferramentas de cada categoria (SaaS, PaaS e IaaS), da *Microsoft* e da *Google*, cujos comparativos são mostrados nas Tabelas 15, 16 e 17, respectivamente. Os pesos dos indicadores destas tabelas foram atribuídos de acordo com o coeficiente de importância

identificado para a Fase de Operação do ciclo de vida de EVs.

5.2.1. Ferramentas SaaS

Em termos gerais de ferramentas de SaaS, conforme comparação apresentada na Tabela 15, pode-se perceber uma certa vantagem das ferramentas da *Microsoft* sobre as da *Google*, tomando como base alguns pontos específicos:

- Padrões e Funcionalidades: Ambas ferramentas apresentaram funcionalidades avançadas úteis. Por exemplo, a *Google* apresenta a possibilidade de digitação por voz e a *Microsoft* a integração com outros serviços de armazenamento podendo assim aumentar sua capacidade de armazenamento.
- Multi-Tenancy: As duas ferramentas apresentaram funcionalidades bem ajustadas.
- Escalabilidade e Elasticidade: Uma desvantagem da *Microsoft* foi quanto à capacidade de armazenamento, onde a ferramenta *Google* apresentou valores bem acima dos apresentados pela *Microsoft*, o que em certos casos pode ser um ponto crítico.
- Extensibilidade e abertura (*Openness*): Vantagem para a *Microsoft* quando analisada a documentação, fóruns, comunidades e treinamentos por apresentar suporte à língua portuguesa, facilitando para o usuário final.
- Segurança e Confiabilidade: Ambas apresentaram um nível satisfatório das funcionalidades.
- Suporte de Controle de Acesso: No que tange aos mecanismos de medição e faturamento, as duas ferramentas mostraram um nível de funcionalidades bem alinhados.
- Ferramentas de Desenvolvimento: Estes indicadores não foram informados por se tratar de uma ferramenta para usuários finais e não para desenvolvedores.
- Gerenciamento e Operacionalidade: Vantagem para a *Microsoft* quando analisada a interface de gerenciamento e API gestora, por se mostrar mais intuitiva, funcional e integrada às ferramentas *desktop*.
- Interoperabilidade: Ambas apresentaram um alto nível de funcionalidades, porem a *Microsoft* ainda permite a integração entre a ferramenta Office *desktop* e a ferramenta *online*.

Tabela 15. Tabela comparativa das avaliações dos indicadores para Plataformas *Cloud Computing SaaS*.

Indicadores	Pesos	Google Drive e Google Docs	OneDrive e Office 365
Padrões e especificações	☀	★★★★★	★★★★★
Funcionalidades avançadas	☀	★★★★★	★★★★★
Características de propriedade da plataforma	☀	★★★★★	★★★★★
Privacidade de dados	☀	★★★★★	★★★★★
Gerenciamento de acessos de usuário	☀	★★★★★	★★★★★
Arquitetura multiusuário	☀	★★★★★	★★★★★
Escalabilidade dinâmica	☀	★★★★★	★★★★★
Escalabilidade transparente	☀	★★★★★	★★★★★
Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	☀	★★★★★	★★★★★
Capacidade de armazenamento	☀	★★★★★	★★★★★
Capacidade de processamento	☀	★★★★★	★★★★★
Capacidade de memória	☀	★★★★★	★★★★★
Licenciamento e direitos	☀	★★★★★	★★★★★
Arquitetura modular	☀	★★★★★	★★★★★
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	☀	★★★★★	★★★★★
Autenticação de usuários	☀	★★★★★	★★★★★
SLAs	☀	★★★★★	★★★★★
Confiabilidade	☀	★★★★★	★★★★★
Criptografia	☀	★★★★★	★★★★★
Controle QoS	☀	★★★★★	★★★★★
Mecanismos de medição e faturamento	☀	★★★★★	★★★★★
Suporte para desenvolvedores	☀	★★★★★	★★★★★

Plugins IDE		★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★
Interface de gerenciamento		★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★
API gestora		★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★
Suporte de interoperabilidade de processos		★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★
Adaptadores comuns ou personalizados		★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★

5.2.2. Ferramentas PaaS

Em termos de ferramentas de PaaS, conforme comparação apresentada na Tabela 16, pode-se observar uma vantagem da ferramenta da *Microsoft* sobre a da *Google*:

- Padrões e Funcionalidades: Quanto a padrões e especificações, podem ser destacadas as possibilidades da *Microsoft* quanto à execução via navegador e *Visual Studio*, enquanto a *Google* apenas via navegador.
- Multi-Tenancy: As duas ferramentas apresentaram funcionalidades bem ajustadas.
- Escalabilidade e Elasticidade: A da *Microsoft* possibilita a escolha da configuração de *hardware* do serviço, informando dados como capacidade de armazenamento, processamento e memória, o que o *Google* pareceu ser deficiente.
- Extensibilidade e abertura (*Openness*): A *Microsoft* apresentou, com a modularidade da arquitetura, uma gama maior de possibilidades de configuração / desenvolvimento, além de vasta documentação e interfaces em inglês e português.
- Segurança e Confiabilidade: Ambas apresentaram um nível satisfatório das funcionalidades.
- Suporte de Controle de Acesso: No que tange os mecanismos de medição e faturamento, as duas ferramentas mostraram um nível de funcionalidades bem alinhados.
- Ferramentas de Desenvolvimento: A *Microsoft* possibilita, em *plugins* IDE, além do uso do *Visual Studio* outras ferramentas de terceiros, enquanto a *Google* apoia-se apenas no *Eclipse*.
- Gerenciamento e Operacionalidade: A *Microsoft* se mostrou mais intuitiva com relação à interface de gerenciamento e API

- gestora.
- Interoperabilidade: Quanto aos adaptadores, a *Microsoft* utiliza-se da ferramenta de desenvolvimento para sincronizar *online* seus arquivos, enquanto o *Google* utiliza-se de uma ferramenta menos intuitiva para uma sincronização manual de arquivos.

Tabela 16. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas *Cloud Computing* PaaS.

Indicadores	Pesos	<i>Google App Engine</i>	<i>Windows Azure</i> (Aplicativos Web)
Padrões e especificações	☀	★★★★★	★★★★★
Funcionalidades avançadas	☀	★★★★★	★★★★★
Características de propriedade da plataforma	☀	★★★★★	★★★★★
Privacidade de dados	☀	★★★★★	★★★★★
Gerenciamento de acessos de usuário	☀	★★★★★	★★★★★
Arquitetura multiusuário	☀	★★★★★	★★★★★
Escalabilidade dinâmica	☀	★★★★★	★★★★★
Escalabilidade transparente	☀	★★★★★	★★★★★
Balanceamento de carga e <i>clustering</i>	☀	★★★★★	★★★★★
Capacidade de armazenamento	☀	★★★★★	★★★★★
Capacidade de processamento	☀	★★★★★	★★★★★
Capacidade de memória	☀	★★★★★	★★★★★
Licenciamento e direitos	☀	★★★★★	★★★★★
Arquitetura modular	☀	★★★★★	★★★★★
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos	☀	★★★★★	★★★★★
Autenticação de usuários	☀	★★★★★	★★★★★

SLAs		★★★★★	★★★★★
Confiabilidade		★★★★★	★★★★★
Criptografia		★★★★★	★★★★★
Controle QoS		★★★★★	★★★★★
Mecanismos de medição e faturamento		★★★★★	★★★★★
Suporte para desenvolvedores		★★★★★	★★★★★
Plugins IDE		★★★★★	★★★★★
Interface de gerenciamento		★★★★★	★★★★★
API gestora		★★★★★	★★★★★
Suporte de interoperabilidade de processos		★★★★★	★★★★★
Adaptadores comuns ou personalizados		★★★★★	★★★★★

5.2.3. Ferramentas IaaS

Em termos de ferramentas de IaaS, conforme comparação apresentada na Tabela 17, houve também uma vantagem da ferramenta *Microsoft* sobre a *Google*. Embora a forma de se instanciar, configurar, instalar e executar seja muito semelhante nas duas, uma certa vantagem se percebe em alguns indicadores:

- Padrões e Funcionalidades: Quanto a padrões e especificações, podem ser destacadas as possibilidades da *Microsoft* quanto a execução via navegador e *Visual Studio*, enquanto a *Google* apenas via navegador.
- Multi-Tenancy: As duas ferramentas apresentaram funcionalidades bem ajustadas.
- Escalabilidade e Elasticidade: Outro ponto relevante e vantajoso apresentado pela da *Microsoft* foi quanto a possibilidade de escolha da configuração de *hardware* do serviço. Em se tratando de capacidade de memória a *Microsoft* apresenta 448 GB, contra 208 GB da *Google*.
- Extensibilidade e abertura (*Openness*): A *Microsoft* apresentou, com a modularidade da arquitetura, uma grande gama de possibilidades de configuração / desenvolvimento.

Enquanto a *Microsoft* apresenta mais de 3000 pacotes de *softwares* (Além de apresentar uma vasta documentação e interfaces em inglês e português), a *Google* oferece pouco mais de 140.

- Segurança e Confiabilidade: Ambas apresentaram um nível satisfatório das funcionalidades.
- Suporte de Controle de Acesso: No que tange os mecanismos de medição e faturamento, as duas ferramentas mostraram um nível de funcionalidades bem alinhados.
- Ferramentas de Desenvolvimento: Tanto a *Microsoft* quanto a *Google* possibilitam o uso de ferramentas próprias e outras ferramentas de terceiros.
- Gerenciamento e Operacionalidade: A *Microsoft* se mostrou mais intuitiva com relação à interface de gerenciamento, mas ambas apresentaram grande variedade de API gestora.
- Interoperabilidade: Ambas as ferramentas apresentaram um grau satisfatório de integração com outros serviços da própria ferramenta, além de também possibilitar uso de adaptadores da própria plataforma.

Tabela 17. Tabela de avaliação dos indicadores para Plataformas *Cloud Computing* IaaS.

Indicadores	Pesos	<i>Google Compute Engine</i>	<i>Windows Azure</i> (Máquinas Virtuais)
Padrões e especificações	☀	★★★★★	★★★★★
Funcionalidades avançadas	☀	★★★★★	★★★★★
Características de propriedade da plataforma	☀	★★★★★	★★★★★
Privacidade de dados	☀	★★★★★	★★★★★
Gerenciamento de acessos de usuário	☀	★★★★★	★★★★★
Arquitetura multiusuário	☀	★★★★★	★★★★★
Escalabilidade dinâmica	☀	★★★★★	★★★★★
Escalabilidade transparente	☀	★★★★★	★★★★★

Balanceamento de carga e <i>clustering</i>		★★★★★	★★★★★
Capacidade de armazenamento		★★★★★	★★★★★
Capacidade de processamento		★★★★★	★★★★★
Capacidade de memória		★★★★★	★★★★★
Licenciamento e direitos		★★★★★	★★★★★
Arquitetura modular		★★★★★	★★★★★
Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos		★★★★★	★★★★★
Autenticação de usuários		★★★★★	★★★★★
SLAs		★★★★★	★★★★★
Confiabilidade		★★★★★	★★★★★
Criptografia		★★★★★	★★★★★
Controle QoS		★★★★★	★★★★★
Mecanismos de medição e faturamento		★★★★★	★★★★★
Suporte para desenvolvedores		★★★★★	★★★★★
Plugins IDE		★★★★★	★★★★★
Interface de gerenciamento		★★★★★	★★★★★
API gestora		★★★★★	★★★★★
Suporte de interoperabilidade de processos		★★★★★	★★★★★
Adaptadores comuns ou personalizados		★★★★★	★★★★★

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esta pesquisa apresentou uma análise experimental e comparativa entre ferramentas de nuvem dos tipos SaaS, PaaS e IaaS que melhor se adequam para suportar os requisitos de funcionamento de Empresas Virtuais (EV) principalmente na fase de operação do seu ciclo de vida. Isto inclui em termos gerais, o suporte à comunicação, hospedagem e execução de sistemas e processos em um cenário de Empresa Virtual (EV).

Visando atingir o objetivo geral, alguns objetivos específicos foram traçados e considera-se que foram atingidos, a saber: foram pesquisados, analisados, compilados e identificados os requisitos de EVs para com ferramentas de nuvem; foram analisadas algumas das principais ferramentas de nuvem disponíveis, dentro de alguns critérios (em particular o de serem viáveis para PMEs), e posteriormente algumas foram selecionadas e utilizadas; foram pesquisados, analisados, compilados e identificados os indicadores de desempenho mais adequados para se avaliar ferramentas de nuvem num cenário de EVs em sua fase de operação; foram criados *cenários* de base para a avaliação das ferramentas de nuvem selecionadas; foram comparadas algumas ferramentas de nuvem com base em experimentos computacionais.

Os experimentos realizados proporcionaram uma melhor compreensão das possibilidades e limitações das ferramentas, embora considerando algum grau de subjetividade em algumas análises. Em termos gerais, as ferramentas avaliadas apresentaram uma boa usabilidade e aceitável complexidade. Considerando as limitações do experimento e o pequeno número de ferramentas que foram possíveis de serem comparadas, a análise geral permitiu que fosse observado o grande potencial das ferramentas em nuvem para atender, de um modo geral, os principais requisitos de EVs, além de ser uma boa alternativa para PMEs para compartilhamento, diminuição de complexidade e investimentos de/em TI e de necessidade de muitos recursos humanos de suporte. As ferramentas em nuvem vêm de encontro aos critérios e necessidades de empresas que pretendem operar em EVs, enfatizando o trabalho em redes de colaboração e o foco na redução de custos e aumento de competitividade.

Os resultados das análises foram colocados na forma de tabelas, facilitando a visualização e comparação. Uma análise geral proporcionou identificar um certo grau de desempenho superior das ferramentas da *Microsoft* sobre as da *Google*. Infere-se que uma

possível causa disto seja a grande e longa familiaridade que a *Microsoft* tenha com o ambiente corporativo, agregado às suas populares ferramentas de escritório e sistema operacional.

Quanto aos requisitos em si de EVs para com ferramentas de nuvem, observa-se que, no geral, não são muito diferentes dos usualmente aplicados por empresas individuais, “que não trabalham em redes colaborativas”. Considera-se que o principal diferencial se situe na “criticidade” e intensidade do uso de certas funcionalidades de nuvem quando se trabalha num cenário de EVs. É importante salientar que um cenário de EV implica numa grande dinâmica de integração de empresas, muitas das quais sem nunca antes terem trabalhado juntas. Assim, sempre que uma EV é criada, os devidos sistemas das empresas envolvidas têm que rapidamente se integrar às ferramentas de nuvem selecionadas (ou previamente escolhidas por “*default*” pela rede), gerando uma complexa demanda em termos, por exemplo, de interoperabilidade, padronização e segurança. Além disto, todo o trabalho de configuração do ambiente global de negócios da EV deve igualmente ser refeito sempre que novas EVs são criadas assim como quando as EVs são dissolvidas.

Já dependendo do setor de trabalho da rede de empresas, o volume de dados e tamanho dos “pacotes” pode ser muito elevado; por exemplo, empresas de engenharia com ferramentas colaborativas e transacionando pesados modelos de produtos/CAD. Isto pode, de um lado, sobrecarregar a rede como um todo, e do outro lado exigir uma infraestrutura local de rede que pode as vezes não ser disponível ou ser muito cara para uma PME assumir (e as vezes apenas para uma dada transação de um dado negócio específico).

Em termos de limitações no desenvolvimento deste trabalho, houve a necessidade de se restringir a quantidade de ferramentas de nuvem, pois são inúmeras as disponíveis. Assim, limitou-se às principais ferramentas e que possibilitaram uma avaliação gratuita ou dentro do período de avaliação. Também como simplificação, o experimento do cenário de IaaS foi limitado a instanciação de uma VM em CentOS6.7 e instalados suporte para Web Server, PHP e MySQL, sem a implantação do aplicativo de controle de projetos, muito embora tenha sido suficiente para a avaliação da ferramenta. Além disso, o ambiente controlado, a massa de dados relativamente pequena, e razoavelmente baixo fluxo / carga de transações na rede, não permitiu com grande precisão avaliar a robustez das ferramentas e a facilidade de se integrar sistemas corporativos / legados das empresas da EV ao ambiente de nuvem.

Como sugestão para trabalhos futuros desta pesquisa há as seguintes ações:

- Avaliação de um número maior de ferramentas, de diferentes fornecedores e de características de direito *open source*, visando ampliar o leque de soluções disponíveis e, assim, potencializando uma melhor análise de custo/benefício para as empresas;
- Fazer um *benchmarking* direcionado/categorizado por tipo de operações nas ferramentas assim como por graus de importância de funcionalidades; por exemplo quais seriam as melhores em certas funcionalidades;
- Aplicar aos indicadores de desempenho levantados novos pesos para cada fase do ciclo de vida de uma EVs, onde permita novas avaliações e comparativos entre ferramentas em nuvem; isto porque o foco das análises teve maior ênfase na fase de Operação da EV;
- Gerar um guia de orientações que possibilite às PMEs um melhor direcionamento quando na seleção de ferramentas de nuvem voltadas às suas necessidades específicas.

REFERÊNCIAS

AAZAM, Mohammad; HUH, Eui-Nam. "**Media Inter-Cloud Architecture and Storage Efficiency Challenge**". International Conference on Cloud and Autonomic Computing (ICCAC). P. 206-211, 2014.

AFSARMANESH, Hamideh; CAMARINHA-MATOS, Luis M; ERMILOVA, Ekaterina. "**VBE Reference Framework**". In Methods and Tools for collaborative networked organizations. Springer, New York. P. 35-68, 2008.

AMAZOM.COM, INC. "**Amazon Web Services**". 2014. Disponível em <<http://aws.amazon.com/pt/>> . Acesso em: junho de 2015.

BAHRAMI, Mehdi. "**Cloud Computing for Emerging Mobile Cloud Apps**". 3rd IEEE International Conference on Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering (MobileCloud). P. 4-5, 2015.

BANDINELLI, Romeo; D'AVLLIO, Elisa; RINALDI, Rinaldo. "**Assessing the maturity of collaborative networks: a case study analysis in the Italian fashion SMEs**". IEEE 20th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE 2014). P. 1-9, 2014.

BHARDWAJ, Sushil; JAIN, Leena; JAIN, Sandeep. "**Cloud computing: a study of Infrastructure as a Service (IaaS)**". International Journal of Engineering and Information Technology. v.2, n.1. P. 60-63, 2010.

BINZ, Tobias; EXERTIER, François; KREBS, Rouven; LE JEUNE, Goulven; PELLETIER, Benoit; RODERO-MERINO, Luis; NIEMOLLER, Jorg; SOUILLARD, Charles; SPRIESTERSBACH, Axel; STRAUCH, Steve. "**4CaaS - Building the PaaS Cloud of the Future. Immigrant PaaS Technologies: Scientific and Technical Report**". European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013). 2011.

BORGES, Hélder Pereira; SOUZA, José Neuman de; SCHULZE, Bruno; MURY, Antonio Roberto. "**Computação em nuvem**". 2011. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/handle/1/861>>. Acesso em: 12 de março de 2014.

BUYYA, Rajkumar. "**Cloud computing: The next revolution in information technology**". 1st International Conference on Parallel Distributed and Grid Computing (PDGC). P. 2-3, 2010.

CAFÉ, Lígia; SANTOS, Christophe Dos; MACEDO, Flávia. "**Proposta de um método para escolha de software de automação de bibliotecas**". Ciência da Informação, Brasília, 30(2). P. 70-79, 2001.

CAMARINHA-MATOS, Luis M; AFSARMANESH, Hamideh. "**Handbook of Life Cycle Engineering, Virtual Enterprise: Life Cycle Supporting Tools and Technologies**". Chapman and Hall, 1997.

CAMARINHA-MATOS, Luis M; AFSARMANESH, Hamideh. "**The virtual enterprise concept**". Proc. 1st IFIP Working Conference on Virtual Enterprises, Springer. P. 3-14, 1999.

CAMARINHA-MATOS, Luis M; AFSARMANESH, Hamideh. "**Collaborative networks: A new scientific discipline**", in Journal of Intelligent Manufacturing. V 16 (4-5). P. 439-452, 2005.

CAMARINHA-MATOS, Luis M; AFSARMANESH, Hamideh; OLIVEIRA, Ana Inês; FERRADA, Filipa. "**Cloud-based Collaborative Business Services Provision**". Enterprise Information Systems. Springer. Volume 190. P. 366-384, 2014.

CAMARINHA-MATOS, Luis M; AFSARMANESH, Hamideh; OLLUS, Martin. "**Methods and Tools for Collaborative Networked Organizations**". Springer Science. Business Media, LLC. 2008.

CANCIAN, Maiara Heil; RABELO, Ricardo J; WANGENHEIM, Christiane Gresse von. "**Supporting Processes for Collaborative SaaS**". Proc. 14th IFIP Working Conference on Virtual Enterprises, Springer. P. 183-190, 2013.

CHARALABIDIS, Yannis; PANTELOPOULOS, Stelios. "**Enhancing Application Interoperability and Enabling B2B Transactions over the Internet for Small and Medium Enterprises: The PRAXIS Project**". CAiSE Workshops (3), 2004.

CHARALABIDIS, Yannis; GIONIS, George; HERMANN, Karl Moritz; MARTINEZ, Cristina. "**Enterprise Interoperability Research Roadmap**", European Commission, 2008.

COSTA, Pedro; SANTOS, João Paulo; DA SILVA, Miguel Mira. **"Evaluation Criteria for Cloud Services"**. IEEE Sixth International Conference on Cloud Computing (CLOUD). P. 598-605, 2013.

CSA (Cloud Security Alliance). **"Adoção de Computação em Nuvem e suas Motivações"**. 2012. Disponível em: <<https://chapters.cloudsecurityalliance.org/brazil/>>. Acesso em: 3 fevereiro de 2014.

DAWOUD, Wesam; TAKOUNA, Ibrahim; MEINEL, Christoph. **"Infrastructure as a service security: Challenges and solutions"**. Informatics and Systems (INFOS), 2010. The 7th International Conference. P. 1-7, 2010.

DROPBOX, INC. **"Dropbox"**. 2015. Disponível em: <<https://www.dropbox.com>> . Acesso em: junho de 2015.

FAISST, Wolfgang. **"Information technology as an enabler of virtual enterprise: A lifecycle-oriented description"**. Proceedings of the European Conference on Virtual Enterprises and Networked Solutions. Paderborn, Germany. P. 1-18, 1997.

FUCHS, Marius. **"Design and implementation of value systems: The lifecycle perspective"**. TELEflow. Switerland: Institute for Technology Management, University of St. Gallen, 1997.

FÜHRER, Eva. **"Working Definition for Virtual Organization"**. Virtual-Organization.Net Newsletter. 1997.

GAO, Jia; MA, Jun; ZHANG, Xiu; LU, Di. **"Cloud computing based logistics resource dynamic integration and collaboration"**. Proc. IEEE 16th Int. Conference on Computer Supported Cooperative Work. P. 939-943, 2012.

GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria; GUERRINI, Fabio Muller. **"Redes de Colaboração para Criação de Organizações Virtuais: Uma Revisão da Literatura sobre suas Potencialidades e Perspectivas"**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ENEGEP. P. 1-18, 2011.

GIL, Antônio Carlos. **"Como elaborar projetos de pesquisa"**. 4. ed. São Paulo, 2002.

GOOGLE, INC. "**Google App Engine for Business**". 2014. Disponível em: <https://www.google.com/intx/pt-BR/work/apps/business/>. Acesso em: fevereiro de 2014.

GOOGLE, INC. "**Google Cloud Platform**". 2015. Disponível em: <http://cloud.google.com/>. Acesso em: junho de 2015.

GOSCINSKI, Andrzej; BROCK, Michael. "**Toward dynamic and attribute based publication, discovery and selection for clouding computing**". *Future Generation Computer Systems* 26. P. 947–970, 2010.

GUEYE, Amadou Dahirou; SANOGO, Ibrahima; OUYA, Samuel; SALIAH-HASSANE, Hamadou; LISHOU, Claude. "**Proposal for a Cloud Computing solution and application in a pedagogical virtual organization**". Proc. International Conference on Information Technology, INEER. P. 349-359, 2014.

HYVONEN, Timo; JARVINEN, Janne; PELLINEN, Jukka. "**A virtual integration - The management control system in a multinational enterprise**". *Management Accounting Research*, Volume 19. P. 45–61, 2008.

JENKINS, William; VILKOMIR, Sergiy; SHARMA, Puneet; PIROCANAC, George. "**Framework for testing cloud platforms and infrastructures**". International Conference on Cloud and Service Computing (CSC). P. 134-140, 2011.

JIANG, Nan; XU, Lai; VRIEZE, Paul de; LIM, Mian-Guan; JARABO, Oscar. "**A Cloud Based Data Integration Framework**". Proc. 13th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, Springer. P. 177-185, 2012.

JINGJING, Chen; HAITAO, Song. "**Industrial clusters information based on SaaS model**". Proc. 2011 International Conference on Business Management and Electronic Information (BMEI). P. 28-31, 2011.

KANET, J; FAISST, W; MERTENS, P. "**Application of information technology to a virtual enterprise Broker: The case of Bill Epstein**". *International Journal of Production Economics*, Volume 62. P. 23-32, 1999.

KASUNIC, Mark; ANDERSON, William. "**Measuring Systems Interoperability: Challenges and Opportunities**". Technical Note, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 2004.

KEPES, Ben. "**Understanding the Cloud Computing Stack: SaaS, PaaS, IaaS**". 2011. Disponível em <http://www.rackspace.com/knowledge_center/whitepaper/understanding-the-cloud-computing-stack-saas-paas-iaas> . Acesso em: 15 de março de 2014.

KITCHENHAM, Barbara. "**Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**". Department of Computer Science, University of Durham - Durham, UK, 2007.

KOURTESIS, Dimitrios; BRATANIS, Konstantinos; BIBIKAS, Dimitris; PARASKAKIS, Iraklis. "**Software Co-development in the Era of Cloud Application Platforms and Ecosystems: The Case of CAST**". Proc. 13th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, Springer. P. 196-204, 2012.

KUADA, Eric; ADAMU, Kwami; OLESEN, Henning. "**Cloud Computing and Information Technology Resource Cost Management for SME**". IEEE EuroCon 2013 in Zagreb, Croatia. P. 258-266, 2013.

LAI, Ivan KW; TAM, Sidney KT; CHAN, Michael FS. "**Knowledge cloud system for network collaboration: A case study in medical service industry in China**". Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 15. P. 12205–12212, 2012.

LAWTON, George. "**Developing Software Online with Platform-as-a-Service Technology**". IEEE Computer Society, Volume 41. P. 13-15, 2008.

LEWIS, Grace A; WRAGE, Lutz. "**Model Problems in Technologies for Interoperability: Web Services**". Integration of Software-Intensive Systems Initiative, Technical Note (CMU/SEI-2006-TN-021), 2006.

LI, Jianxin; LI, Bo; DU, Zongxia; MENG, Linlin. "**CloudVO: Building a Secure Virtual Organization for Multiple Clouds Collaboration**". Proc. 11th ACIS International Conference on Software Engineering,

Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing. P. 181-186, 2010.

LINTHICUM, David S. "**Enterprise Application Integration**". Editora Addison-Wesley, 2000.

MEZGAR, István; RAUSCHECKER, Ursula. "**The challenge of networked enterprises for cloud computing interoperability**". Computers in Industry, Volume 65. P. 657-674, 2014.

MICROSOFT, INC. "**Microsoft Corporation**". 2015. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/pt-br/>>. Acesso em: junho de 2015.

MILLER, Michael. "**Cloud Computing: Web-Based Applications That Change the Way You Work and Collaborate Online**". Que Publishing, 2008.

MUNCH, Tobias; BUCHMANN, Robert; PFEFFER, Johannes; ORTIZ, Patricia; CHRISTL, Conny; HLADIK, Jan; ZIEGLER, Jens; LAZARO, Oscar; KARAGIANNIS, Dimitris; URBAS, Leon. "**An Innovative Virtual Enterprise Approach to Agile Micro and SME-Based Collaboration Networks**". Proc. 14th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, Springer. P. 121-128, 2013.

MVELASE, Promise; DLODLO, Nomusa; WILLIAMS, Quentin; ADIGUN, Matthew. "**Virtual enterprise model for enabling cloud computing for SMEs**". Proc. 2011 International Conference on Intelligent Semantic Web-Services and Applications (paper n. 13), 2011.

MVELASE, Promise; SIBIYA, George; DLODLO, Nomusa; OLADOSU, John; ADIGUN, Matthew. "**A comparative analysis of pricing models for enterprise cloud platforms**". AFRICON. P.1-7, 2013.

MYERS, James. "**Future Value Systems: Next Generation Economic Growth Engines & Manufacturing**", in IMS Vision Forum 2006, IMS International, Seoul. P. 30-47, 2006.

NIST (National Institute of Standards and Technology). "**Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing**". 2011. Disponível em: <<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-144/SP800-144.pdf>>. Acesso em: 6 de janeiro de 2016.

NIST (Nacional Institute of Standards and Technology). "**US Government Cloud Computing Technology Roadmap**". 2014. Disponível em: < <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.500-293.pdf>> . Acesso em: 6 de janeiro de 2016.

NOTEPAD++. "**Notepad++**". 2015. Disponível em: <<https://notepad-plus-plus.org/>>. Acesso em: dezembro de 2015.

PANETTO, Hervé; MOLINA, Arturo. "**Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues**". Computers in Industry 59. P. 641-646, 2008.

PuTTY. "**PuTTY**" - Software cliente SSH e telnet, desenvolvido por Simon Tatham. 2015. Disponível em: <<http://www.putty.org/>> . Acesso em: dezembro de 2015.

QIUSHI, Cong; JIN-CHENG, Zhang; QIAOLING, Liu; ZUOMING, Huang. "**Service-Based Virtual Enterprise Information System Integrated Model**". Management and Service Science (MASS), 2010.

RAMANATHAN, Shalini; GOEL, Savita; ALAGUMALAI, Subramanian. "**Comparison of Cloud database: Amazon's SimpleDB and Google's Bigtable**". International Conference on Recent Trends in Information Systems (ReTIS). P. 16-168, 2011.

RIMAL, Bhaskar Prasad; CHOI, Eunmi; LUMB, Ian. "**A Taxonomy and Survey of Cloud Computing Systems**". Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC. P. 44-51, 2009.

SANCHEZ, Nathalíe G; ZUBIAGA, David Apolinar Guerra; GONZÁLEZ, Jaime Atahualpa Irigoyen; MOLINA, Arturo. "**Virtual Breeding Environment: A First Approach to Understanding Working and Sharing Principles**". Proc. International Conference on Interoperability of Information Systems, Interoperability of enterprise software and applications. P. 99-110, 2005.

SKENDZIC, Aleksandar; KOVACIC, Bozidar. "**Microsoft Office 365 - cloud in business environment**". Proceedings of the 35th International Convention MIPRO. P. 1434-1439, 2012.

TAURION, Cezar. "**Cloud computing: transformando o mundo da Tecnologia da Informação**". Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

THINKSTRATEGIES. "**The future of TI in large corporations: A whitepaper on Software as a Service**". 2005. Disponível em: <<http://www.thinkstrategies.com>>. Acesso em: 20 fevereiro de 2012.

TRAVICA, Bob. "**The Design of the Virtual Organization: A Research Model**". Association for Information Systems - Americas Conference Indianapolis. P. 417-419, 1997.

VAN DER VEER, Hans; WILES, Anthony. "**Achieving Technical Interoperability – the ETSI Approach**". European Telecommunications Standards Institute, White Paper 3, 2008.

VELOUDIS, Simeon; PARASKAKIS, Iraklis; PETSOS, Christos. "**Cloud Service Brokerage: Strengthening Service Resilience in Cloud-Based Virtual Enterprises**". Proc. 16th IFIP Working Conference on Virtual Enterprises, Springer. P. 122-135, 2015.

VELTE, Toby; VELTE, Anthony; ELSENPETER, Robert. "**Cloud Computing: A Practical Approach**". Editora McGraw Hill Professional, 2009.

VERAS, Manoel. "**Cloud Computing: nova Arquitetura da TI**". Rio de Janeiro: Brasport, 2012.

WESTPHAL, Ingo; THOBEN, Klaus-Dieter; SEIFERT, Marcus. "**Managing Collaboration Performance to Govern Virtual Organizations**". Journal of Intelligent Manufacturing, 21-3. P. 311-320, 2010.

YOO, Christopher S. "**Cloud Computing: Architectural and Policy Implications**". Springer Science+Business Media, LLC. Rev Ind Organ, Volume 38, P. 405-421, 2011.

ZHANG, KeJing; MA, Biao; DONG, PingJun; TANG, BingYong; CAI, Hong. "**Research on producer service innovation in home-textile industrial cluster based on cloud computing platform**". Proc. 2010 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics and Informatics (SOLI). P. 155-160, 2010.

ZHOU, Minqi; ZHANG, Rong; ZENG, Dadan; QIAN, Weining. "**Services in the Cloud Computing era: A survey**". 4th International Universal Communication Symposium (IUCS). P. 40-46, 2010.

APÊNDICE A – Glossário de Indicadores de Desempenho

Adaptadores comuns ou personalizados: É a capacidade de disponibilizar / permitir adaptadores para realizar a interoperação de dados.

API gestora: É a disponibilidade da gestão por meio de uma interface de aplicação.

Arquitetura modular: É a capacidade de adicionar novas funcionalidades ao produto / serviço.

Arquitetura multiusuário: É a disponibilidade do aplicativo / ferramenta / portal para múltiplos acessos simultâneos.

Autenticação de usuários: É a disponibilidade de mecanismos para controle e autenticação de usuários.

Balanceamento de carga e *clustering*: É a capacidade do serviço realizar balanceamento de carga e múltiplos nós.

Capacidade de armazenamento: É a característica da quantidade disponível em GB de armazenamento de dados.

Capacidade de memória: É a característica da quantidade disponível de memória RAM suportada.

Capacidade de processamento: É a característica da quantidade disponível em VCPUs suportada pela Máquina Virtual.

Características de propriedade da plataforma: É a característica do produto ou serviço que tornam seus usuários dependentes dos fornecedores, em outras palavras é o aprisionamento tecnológico.

Confiabilidade: É a disponibilidade de mecanismos de confiabilidade ao fornecedor.

Controle QoS: É a disponibilidade de mecanismos para controle de qualidade do serviço.

Criptografia: É a característica em tamanho da chave de segurança para medir o nível de criptografia disponibilizado.

Documentação, fóruns, comunidades e treinamentos: É a disponibilidade de documentação, fóruns, comunidades e treinamentos oferecidos pelo fornecedor.

Escalabilidade dinâmica: É a característica que o servidor possui para suportar ajustes dinâmicos de escalabilidade.

Escalabilidade transparente: É a capacidade do serviço realizar automaticamente ajustes de escalabilidade sem ser necessário uma ação do usuário.

Funcionalidades avançadas: É a disponibilidade de suporte a funções avançadas, que se destacam dos padrões ou especificações comuns.

Gerenciamento de acessos de usuário: É a capacidade de criar e gerenciar os acessos de usuários ao aplicativo / ferramenta.

Interface de gerenciamento: É a característica da apresentação e usabilidade da interface ao usuário / administrador.

Licenciamento e direitos: É a característica do licenciamento e direitos sobre o produto / serviço, podendo ser *open-source* (de código aberto) ou proprietária (código inacessível).

Mecanismos de medição e faturamento: É a disponibilidade de uma ferramenta / mecanismo que possibilite a medição do uso dos serviços para gerar o faturamento.

Padrões e especificações: São os tipos de normas/padrões ou especificações para o suporte das definições de esquema, acesso a dados, etc.

Plugins IDE: É a disponibilidade de ambientes de desenvolvimento integrado.

Privacidade de dados: É a característica que garante o isolamento de dados do cliente, e que os dados não possam ser acessados por outros clientes.

SLAs: É a disponibilidade para realização de acordos de níveis de serviço entre contratante e fornecedor.

Suporte de interoperabilidade de processos: É a capacidade de integração das funcionalidades entre outros recursos / ferramentas.

Suporte para desenvolvedores: É a disponibilidade de documentação e acessibilidade ao suporte para desenvolvedores.

Fonte: Adaptado de Binz et al (2011) e Veloudis et al (2015).