



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA - BAHIA
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

**CLOUD COMPUTING EM SOFTWARE LIVRE:
A IMPLANTAÇÃO DA CLOUD UESB**

TÁCIO DE JESUS ANDRADE

Vitória da Conquista - BA

2016

TACIO DE JESUS ANDRADE

**CLOUD COMPUTING EM SOFTWARE LIVRE:
A IMPLANTAÇÃO DA CLOUD UESB**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao curso de Ciências da Computação, da Universidade do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista - Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Hélio Lopes dos Santos

Vitória da Conquista - BA

2016

____, Tácio de Jesus Andrade,

CLOUD COMPUTING EM SOFTWARE LIVRE: A IMPLANTAÇÃO DA CLOUD UESB
/ Tácio de Jesus Andrade, Vitória da Conquista, Bahia.

65p.: il.; 30 cm

(Monografia apresentada ao Curso de Ciências da Computação, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, sob a orientação do prof. Dr. Hélio Lopes dos Santos.

1. Cloud Computing. 2. Computação em Nuvem. 3. OpenStack. 4. CloudStack. 5. Software Livre. 6. Open Source. I. Hélio Lopes dos Santos.

CDD – _____

(Nome da bibliotecária): _____, Bibliotecária CRB _____

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA / BAHIA
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

MONOGRAFIA

**CLOUD COMPUTING EM SOFTWARE LIVRE:
A IMPLANTAÇÃO DA CLOUD UESB**

Autor: Tácio de Jesus Andrade

Orientador: Prof. Dr. Hélio Lopes dos Santos

Este exemplar corresponde à redação final da monografia defendida por **Tácio de Jesus Andrade** aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 29.04.2016

Assinatura: _____

Prof. Dr. Hélio Lopes dos Santos

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Claudio Rodolfo Sousa de Oliveira

Profa. Dra. Cátia Mesquita Brasil Khouri

Prof. Dr. Hélio Lopes dos Santos
Orientador

Vitória da Conquista -2016

DEDICATÓRIA

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, à minha irmã Tatiane e à minha mãe Judite que sempre me impulsionaram a seguir em frente e dar sempre o melhor de mim. Para vocês minha dedicação e agradecimentos eternos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus que sempre me deu forças para continuar batalhando para obter os meus objetivos a cada dia.

À minha mãe Judite de Jesus Andrade e à minha irmã Tatiane de Jesus Andrade pelo apoio, amor, carinho e atenção nas horas em que mais necessitei, a vocês devo tudo o que sou e tudo o que conseguirei ser até o fim dos meus dias.

À minha tia Maria Áurea de Jesus Pereira, que nos últimos anos, desde a minha mudança para Vitória da Conquista, tem dado o suporte necessário para que eu não desistisse nas horas de dificuldade que apareceram no decorrer do trajeto.

À Lindaura Andrade Souza, vulgo “Mãe Daí”, uma pessoa que desde pequeno tem me dado apoio e me tratado como um filho, da mesma forma que eu a tratava como uma mãe.

A Marcelo Viriato Lima, Consultor Sênior na ShapeBlue, que muito me auxiliou durante a implementação do laboratório necessário para a conclusão deste trabalho.

Ao meu orientador e chefe, Professor Hélio Lopes dos Santos, por acreditar no meu trabalho, acolher-me na Unidade Organizacional de Informática da UESB, além do auxílio e paciência durante a produção deste trabalho. A ele meu respeito e minha gratidão.

A todos os professores do curso de Ciências da Computação por todo o conhecimento que a mim foi passado durante toda a jornada.

À Celina Pereira, secretária do colegiado de Ciências da Computação, por todo apoio e paciência que teve para comigo no decorrer dos anos.

Aos colegas, pelo companheirismo e amizade construída nessa caminhada acadêmica.

Aos participantes da Banca de Defesa do curso de Ciências da Computação.

Agradeço por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desse curso.

Meu muito obrigado!

RESUMO

Este trabalho trata da análise e da comparação entre duas das principais soluções *Open Sources* de *Cloud Computing* para a implantação da Nuvem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, a Cloud UESB. Foram feitas análises e comparações entre duas das principais soluções presentes no mercado, o OpenStack e Apache CloudStack. Identificaram-se as principais diferenças e funcionalidades das mesmas, além de cruzar essas informações com as necessidades da Universidade. Com base nestas informações verificou-se que a melhor solução seria a ferramenta Apache CloudStack. Após a escolha, deu-se o estudo de caso com a implantação e configuração da mesma em um ambiente de testes.

Palavras-chave: Cloud Computing. Computação em Nuvem. CloudStack. OpenStack. Software Livre. Open Source.

ABSTRACT

This work presents the analysis and comparison between two of the leading Open Source solutions for Cloud Computing, for the implementation of the Cloud for the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, the Cloud UESB. Analyzes and comparisons were made between two of the leading solutions on the market, the OpenStack and the Apache CloudStack. The main differences and features of the platforms have been identified, and this information crossed with the needs of the University. Based on this information it was acknowledged that the best solution would be the Apache CloudStack. After the selection occurred the case study with the implementation and configuration of the chosen platform in a test environment.

Keywords: Cloud Computing. CloudStack. OpenStack. Open Source.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Diagrama modelos de serviço, p. 19
- Figura 2** Hardware mínimo OpenStack, p. 29
- Figura 3** Modelo de implantação Multi Node Apache CloudStack, p. 32
- Figura 4** Arquitetura da Nuvem no Apache CloudStack, p.33
- Figura 5** Representação da rede do datacenter UESB atualmente, p. 42
- Figura 6** Representação da rede do datacenter UESB pós Nuvem, p. 44
- Figura 7** Nome das Placas de rede no XenServer, p. 49
- Figura 8** IPs configurados no XenServer, p. 49
- Figura 9** Definição de placas de rede do XenServer no CloudStack, p. 50
- Figura 10** Interface CloudStack pós-configuração da Cloud UESB, p. 52
- Figura 11** Estrutura hierárquica dos Domínios, Contas e Usuário da UESB, p. 58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AMQP – Advanced Message Queuing Protocol ou Protocolo Avançado de Enfileiramento de Mensagens
- API - Interface de Programação de Aplicativos
- AWS - Amazon Web Service ou Serviço Web Amazon
- KVM - Kernel-based Virtual Machine ou Máquina Virtual baseada em Kernel
- NFS - Network File System
- NIST – National Institute Standards and Technology ou Instituto Nacional de Tecnologia e Padrões
- NASA – National Aeronautics and Space Administration ou Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço
- IaaS - Infrastructure as a Service ou Infraestrutura como Serviço
- IP - Internet Protocol ou Protocolo de Internet
- PaaS - Platform as a Service ou Plataforma como Serviço
- PC - Personal Computer ou Computador Pessoal
- SaaS - Software as a Service ou Software como Serviço
- TI - Tecnologia da Informação
- UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
- UINFOR - Unidade Organizacional de Informática
- URL – Uniform Resource Locator ou Localizador Padrão de Recursos
- Web - World Wide Web
- VLAN - Virtual Local Network ou Rede Local Virtual
- VM - Virtual Machine ou Máquina Virtual
- XCP - Xen Cloud Platform

1. Introdução	11
1.1 Contextualização e Motivação	11
1.2 Objetivo Geral	13
1.3 Objetivos Específicos	13
1.4 Método de Pesquisa	13
1.5 Divisão do trabalho	14
2. Computação em Nuvem	15
2.1 Contexto histórico	15
2.2 Características essenciais da Computação em Nuvem	17
2.3 Classificação quanto ao modelo de serviço	19
2.3.1 Software como Serviço (SaaS)	20
2.3.2 Plataforma como Serviço (PaaS)	20
2.3.3 Infraestrutura como Serviço (IaaS)	21
2.4 Classificação quanto ao modelo de implantação	22
2.4.1 Nuvem Pública	22
2.4.2 Nuvem Privada	23
2.4.3 Nuvem Comunitária	24
2.4.4 Nuvem Híbrida	24
2.5 Principais soluções de Cloud Computing Open Source do mercado	25
2.5.1 OpenStack	25
2.5.1.1 História	26
2.5.1.2 Arquitetura	26
2.5.1.3 Hypervisors suportados	29
2.5.1.4 Funcionalidades	30
2.5.2 Apache CloudStack	31
2.5.2.1 História	31
2.5.2.2 Arquitetura	31

2.5.2.3 Hypervisors suportados	34
2.5.2.4 Funcionalidades	34
2.6 Principais necessidades da UESB	35
2.7 Comparativos entre OpenStack e CloudStack	36
2.8 Conclusões do capítulo	38
3. Instalação da ferramenta e estudo de caso	40
3.1 Equipamentos utilizados	40
3.2 Estrutura de rede no datacenter da instituição	40
3.2.1 Estrutura lógica da rede atual	41
3.2.2 Estrutura lógica de rede pós Nuvem	42
3.2.3 Implementação da estrutura lógica da nova rede	43
3.3 Instalação e configuração do Apache CloudStack	45
3.3.1 Instalação do Apache CloudStack	45
3.3.2 Configuração dos Storages	47
3.3.3 Configuração do XenServer 6.5	48
3.3.4 Configuração do Apache CloudStack	49
3.4 Conclusões do capítulo	52
4 Gerenciamento da Cloud UESB	54
4.1 Ofertas de Serviços	54
4.2 Gerenciamento dos Usuários	56
4.3 Gerenciamento das Redes	59
4.4 Políticas de Firewall	61
4.5 Conclusões do capítulo	61
5. Conclusão	63
6. Referências	64

1. Introdução

1.1 Contextualização e motivação

A Computação em Nuvem, ou *Cloud Computing*, é uma das principais tecnologias na área da computação em adoção pelas maiores empresas em todo o mundo. Ela foi criada com o objetivo de conseguir uma maior maximização de uso do hardware do ambiente datacenter, além de obter, de forma simplificada, uma escalabilidade do seu ambiente nos momentos de maior necessidade, sem grandes aumentos no custo total da solução. Para o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) a Computação em Nuvem é definida como:

“[...] um modelo para permitir acesso ubíquo, conveniente e sob demanda via rede a um agrupamento compartilhado e configurável de recursos computacionais (por exemplo, redes, servidores, equipamentos de armazenamento, aplicações e serviços), que pode ser rapidamente fornecido e liberado com esforços mínimos de gerenciamento ou interação com o provedor de serviços.” (MELL; GRANCE, 2011, p. 6)

O sistema de *Cloud*, no decorrer do seu desenvolvimento, foi dividido em diversas categorias e, dependendo da forma como estas são usadas, têm como objetivo facilitar a utilização por algum perfil específico de usuário. Atualmente, as principais classificações quanto ao modelo de serviço são: SaaS (*Software as a Service*), PaaS (*Platform as a Service*) e IaaS (*Infrastructure as a Service*).

Essa tecnologia possui, como principais vantagens, a disponibilidade dos recursos, já que em um ambiente onde existe apenas um servidor local, o desempenho dos serviços é limitado pela capacidade do servidor, que pode se tornar defasado perante a demanda necessitada. Já em um ambiente onde se utiliza a Computação em Nuvem, caso seja necessária maior alocação de recursos, estes podem ser disponibilizados dinamicamente, ou seja, sob demanda e são limitados apenas pela capacidade de um grupo de servidores com um potencial, muitas vezes, superior a um dado servidor local.

Assim como todas as tecnologias em crescimento constante, diversos fornecedores têm investido na criação de Nuvens para locação de recursos computacionais, como por exemplo, a Amazon com a solução AWS, a Microsoft com o Azure, a IBM com o SoftLayer, entre outras, disponíveis atualmente no mercado com preços bastante atrativos. Essas Nuvens são chamadas de Nuvens Públicas, e estão disponíveis para pessoas de natureza física ou jurídica.

Porém, ainda existe uma grande desconfiança por parte de grandes empresas, de órgãos

governamentais e de autarquias, principalmente sobre a segurança de seus dados, já que eles estariam guardados em servidores remotos, localizados muitas vezes em outros países. Como algumas instituições, seja por normas internas ou externas, não podem fazer uso de soluções de Nuvens Públicas ou armazenamento de dados fora de seu controle físico, implementar sua própria Nuvem pode ser a única solução possível. Muito desta desconfiança, deve-se aos casos de vazamento de informações sigilosas pela NSA de diversas empresas e órgãos governamentais ao redor do mundo, como ocorreu com os dados referentes à Presidência da República do Brasil.

“Na última década, pessoas residentes ou em trânsito no Brasil, assim como empresas instaladas no país, se tornaram alvos de espionagem da Agência de Segurança Nacional dos Estados Unidos (National Security Agency - NSA, na sigla em inglês). Não há números precisos, mas em janeiro passado o Brasil ficou pouco atrás dos Estados Unidos, que teve 2,3 bilhões de telefonemas e mensagens espionados.” (GREENWALD; KAZ; CASADO, 2013)

Atualmente, essa tecnologia pode ser implementada com qualidade e sem gastos com licenciamento de software, graças a diversas empresas e fundações ao redor do mundo que têm investido tempo, dinheiro e esforços para melhorar soluções *Open Sources* para esse novo tipo de paradigma computacional.

No decorrer deste trabalho, será apresentado o estudo sobre duas das principais soluções de Nuvem *Open Source* do mercado: o OpenStack, ferramenta que tem como principais contribuidores a NASA, a Canonical e a RedHat, e no Brasil possui como principais cases a SERPRO e UOL, além do Apache CloudStack, ferramenta mantida principalmente pela Fundação Apache e que no país apresenta como maiores case a Globo.com, RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa) e a USP (Universidade de São Paulo, maior Nuvem Privada educacional da América Latina).

Após uma análise das ferramentas, dar-se-á a escolha de qual a melhor solução de Nuvem Privada ou Híbrida para a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, levando-se em conta as necessidades dos funcionários da Unidade Organizacional de Informática (UINFOR), em especial os profissionais do setor de Redes, além de seus outros usuários em potencial: os professores e alunos da instituição. Por fim, dar-se-á a implantação da Cloud UESB, Nuvem baseada na solução escolhida.

Este trabalho foi pensado visto que a estrutura atual de como a UINFOR faz o gerenciamento dos servidores presentes em seu datacenter está se tornando cada vez mais complexa, principalmente devido ao seu crescimento nos últimos anos. Além do crescimento,

diversos problemas já detectados, tais como brechas de segurança relacionadas a serviços de terceiros rodando na mesma rede lógica de servidores da instituição, e lentidão burocrática para execução de tarefas simples poderiam ser tratados de forma simples com a utilização deste novo paradigma computacional.

1.2 Objetivo Geral

- Fazer uma comparação entre as ferramentas OpenStack e Apache CloudStack, principais soluções de Computação em Nuvem em Software Livre, escolher a melhor solução a ser implementada na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e fazer um estudo de caso sobre a implantação da solução escolhida;

1.3 Objetivos Específicos

- Identificar as principais diferenças entre o OpenStack e o Apache CloudStack;
- Comparar as soluções, suas funcionalidades, suas facilidades de instalação e utilização;
- Escolher a solução de *Cloud Computing Open Source* que melhor se encaixa no perfil da Universidade;
- Realizar o estudo de caso da ferramenta escolhida em um ambiente de testes;

1.4 Método de Pesquisa

A pesquisa para esse trabalho será inicialmente bibliográfica, em que serão consultadas fontes para se descobrir como funcionam as ferramentas, quais as principais diferenças e quais os pontos fortes de cada projeto.

Após a pesquisa bibliográfica, uma das ferramentas será escolhida levando-se em conta as necessidades levantadas para o projeto e qual das soluções melhor se enquadra nas necessidades da instituição e por fim será concluída a instalação do sistema de Nuvem escolhido para os testes de utilização.

1.5 Divisão do trabalho

Após a Introdução, esse trabalho que se segue é dividido em mais três capítulos. No decorrer do capítulo 2 serão abordados o contexto histórico e os aspectos que definem o campo da Computação em Nuvem, além de explicar sobre algumas soluções que implementam essa tecnologia. O capítulo 3 será focado na instalação e configuração de uma das soluções de Cloud citadas no capítulo 2 para utilização na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Enquanto que no capítulo 4, transcorrer-se-á a explicação do gerenciamento da Nuvem Cloud UESB. O capítulo 5 tratará das considerações finais sobre o projeto.

2. Computação em Nuvem

No decorrer deste capítulo, serão abordados aspectos que definem o campo da Computação em Nuvem. Os tópicos 2.1 e 2.2 trazem definições e uma contextualização histórica, enquanto as seções 2.3 e 2.4 definem as classificações deste modelo. Em seguida na seção 2.5, e seus subtópicos, serão definidas as principais soluções de *Cloud Computing* em Software Livre no mercado, além de uma explanação sobre as duas mais importantes. A seção 2.6 discute quais as principais necessidades da UESB, quando se trata sobre as funcionalidades dos sistemas de Nuvem. O item 2.7 mostrará um comparativo entre as funcionalidades requisitadas na seção anterior e em quais sistemas de *Cloud* elas estão presentes. Por fim, no tópico 2.8 se dará a escolha de qual a melhor solução para a instituição.

2.1 Contexto histórico

Para entender o que é a Computação em Nuvem, é importante compreender como este modelo computacional evoluiu e é interessante ressaltar um pouco sobre a história que deu origem a essa nova abordagem.

No início da década de 1960, a utilização dos microchips usando circuitos integrados permitiu o desenvolvimento de duas classes diferentes de computadores: os grandes computadores com maior capacidade de processamento e armazenamento, conhecidos como mainframes, que tinham como um dos principais nomes da época o IBM System/360, e os microcomputadores. A criação da classe dos microcomputadores começou a levar a computação para muitas empresas de pequeno porte, tornando-o assim mais popular.

“Enquanto computadores mainframe, como o IBM 360 houve o aumento das capacidades de armazenamento e de processamento, o circuito integrado permitiu o desenvolvimento de microcomputadores que começou a levar a computação em muitas empresas de pequeno porte. Integração em larga escala dos circuitos integrados levou ao desenvolvimento de unidades de processamento muito pequenas, o próximo passo ao longo do caminho evolutivo da computação.” (RITTINGHOUSE; RANSOME, 2010, p. 6)

Segundo TANENBAUM (2010, p. 7), em versões de mainframes da década de 1970, com a expansão dos microcomputadores, os novos mainframes começaram a trabalhar com a virtualização, de forma que uma única instância executasse várias tarefas e aplicações em simultâneo.

Como os mainframes eram computadores com custos extremamente altos, o mercado da computação começou a se expandir ao utilizar-se dos microcomputadores, que consistiam em computadores de pequeno porte e com custos infinitamente inferiores. Com o crescimento de sua utilização, iniciou-se uma busca constante por altas capacidades de armazenamento e processamento, mantendo um custo viável para este tipo de equipamento.

Em 1971, buscando atender ao pedido de uma empresa japonesa que necessitava de um circuito integrado especial, a Intel criou o que viria a ser o primeiro microprocessador do mundo. Deu-se, assim, o início da quarta geração dos computadores.

“Em novembro de 1971, a Intel lançou o primeiro microprocessador comercial do mundo, a Intel 4004. O 4004 foi o primeiro CPU completo em um único chip e se tornou o primeiro microprocessador disponível comercialmente. Isto foi possível devido ao desenvolvimento da nova tecnologia, porta de silício, que permitiu aos engenheiros integrar um maior número de transistores em um chip que iria desempenhar uma velocidade muito mais rápida. Este desenvolvimento permitiu a ascensão das plataformas de computadores de quarta geração.” (RITTINGHOUSE; RANSOME, 2010, p. 6)

A maior quantidade de transistores por microprocessador e a disponibilidade da combinação com a memória de acesso aleatório (RAM), desenvolvida também pela Intel, fizeram com que os computadores de quarta geração fossem mais rápidos do que nunca e em tamanho cada vez menor.

Os microprocessadores que evoluíram a partir do 4004, permitiram que os fabricantes iniciassem o desenvolvimento dos computadores pessoais, também conhecidos como PC (Personal Computer), que tinham como características principais serem pequenos e baratos o suficiente para serem adquiridos pelo mercado consumidor em geral. Mesmo com a evolução e ampliação da capacidade de processamento, de memória e de armazenamento de dados, desde a invenção do processador 4004 a tecnologia para a integração dos microchips não mudou muito. Por esta razão, a maioria dos computadores de hoje ainda se enquadram na categoria da quarta geração.

Com a evolução dos microcomputadores e o aumento da sua capacidade de processamento, o uso de grandes mainframes perdeu seu “monopólio” para a concorrência dos servidores de arquitetura PC, por estes serem mais baratos e ocuparem menos espaço. Essas estruturas computacionais baseadas nos microcomputadores podem ser vistas nos dias atuais no modelo de datacenters que, ao invés de um único supercomputador que executava todas as tarefas, iniciou-se o uso de um modelo de computação distribuída, no qual vários microcomputadores executavam as operações em conjunto. Esta fase foi seguida pelos sistemas

distribuídos, baseados no modelo cliente/servidor e conseqüentemente, pelo crescimento explosivo da internet.

Com a popularização da Internet a partir da década de 1990 e o rápido crescimento da produção e comercialização de dispositivos computacionais móveis, mais uma vez houve uma modificação no panorama tecnológico observado na atualidade. À medida que a conectividade dos indivíduos aumentava, uma plataforma de serviços surgia inteiramente on-line.

Graças à expansão da internet, começou a se formar um ambiente propício ao surgimento do que chamamos hoje de Computação em Nuvem. A grande quantidade de serviços web disponíveis e a necessidade de acessá-los através de dispositivos com recursos limitados como Celulares, Smartphones, Tablets, etc, somaram-se ao avanço das tecnologias de virtualização de hardware para a iniciação de uma nova evolução na forma de lidar com o consumo de recursos computacionais e facilitar a escalabilidade dos softwares que começaram a ter uma maior quantidade de dados e usuários. Por conseguinte, a Computação em Nuvem não se trata de uma revolução e nem de uma nova tecnologia, ela é uma evolução tecnológica natural.

2.2 Características essenciais da Computação em Nuvem

Após uma introdução sobre o que é Computação em Nuvem e o contexto sobre a evolução da computação desde os seus primórdios até os dias atuais, é necessário definir um pouco melhor o que é essa nova tecnologia. Segundo o NIST em (MELL; GRANCE, 2011, p. 6), “O modelo [de Computação em Nuvem] promove a disponibilidade e é composto por cinco características essenciais, por três modelos de serviço e por quatro modos de implantação”. Nesse tópico, serão discutidas as características essenciais para que um sistema possa ser chamado de *Cloud Computing*, e os modelos de serviço e os modos de implantação da Computação em Nuvem nos itens 2.3 e 2.4 respectivamente.

As cinco características essenciais para um ambiente ser chamado de *Cloud*, segundo o NIST em (MELL; GRANCE, 2011, p. 6), são descritas a seguir:

- Atendimento *self-service* e sob demanda: O usuário pode alocar recursos computacionais unilateralmente sem a necessidade de interação humana com o provedor do serviço.
- Amplo acesso à rede: Infraestrutura computacional, plataformas de desenvolvimento e aplicações são acessadas via rede através de protocolos padrões. Isto possibilita a

utilização dos serviços por máquinas clientes que variam de desktops robustos a dispositivos móveis com severas limitações de recursos. A Computação em Nuvem desenvolve a ideia da internet com aplicações remotas.

- *Pooling* de recursos: O provedor detém um conjunto de recursos físicos e virtuais que são alocados para servir vários usuários e liberados pelos mesmos de forma dinâmica e de acordo com a demanda existente. A informação e aplicações já não são dependentes de computadores ou sistema operacional. A alocação de um mesmo recurso é muitas vezes feita para mais de um usuário simultaneamente, prática comumente definida como multi-arrendamento (em inglês, *multi-tenancy*). Ademais, o usuário não possui controle ou conhecimento preciso do ponto geográfico de origem do serviço que está utilizando, porém pode ser capaz de especificar o local em um nível mais alto de abstração (por exemplo: país, estado ou datacenter).
- Elasticidade: Os recursos providos por um ambiente computacional em Nuvem são inerentemente escaláveis. O termo elasticidade é utilizado para transmitir a ideia de que o usuário pode, a qualquer momento, aumentar ou diminuir a quantidade de recursos utilizados. Essa característica cria a ilusão de que os recursos oferecidos são ilimitados e que o usuário pode fazer uso da quantidade que lhe for conveniente. O consumidor do serviço pode requisitar dinamicamente mais ou menos recursos para sua aplicação para se adaptar à demanda dos seus usuários. A elasticidade pode se dar com o aumento de processador, da memória, do disco ou até mesmo da quantidade de servidores executando a aplicação.
- Medição de serviços: Os recursos oferecidos podem ser monitorados, controlados e reportados ao provedor e ao usuário de forma transparente. Este mecanismo permite que sejam cobrados valores referentes ao grau de utilização dos recursos e estipulados por meio de contrato entre provedor e usuário. Os consumidores pagam aos provedores de serviço de Nuvem de acordo com o consumo efetuado (modelo de pagamento pelo uso semelhante a utilidades como energia e gás). Essa característica geralmente não é utilizada para Nuvens Privadas, porém pode ser usada para monitoramento do custo do serviço para a empresa.

2.3 Classificação quanto ao modelo de serviço

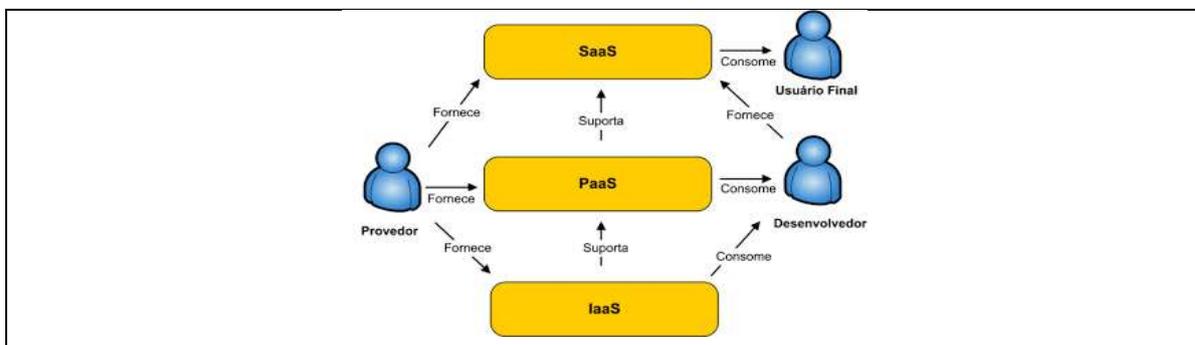
O novo paradigma proposto pela Computação em Nuvem é baseado no fornecimento de uma ampla variedade de recursos por meio de serviços disponibilizados em todo o mundo. Isto implica em um profundo impacto sobre a forma como as empresas e as pessoas usam o hardware e o software de que necessitam, e aumenta ainda mais a importância das redes de comunicação através das quais estes recursos se tornam disponíveis.

A variedade de serviços disponíveis em uma Nuvem possui diversas nomenclaturas, a depender da abordagem e da maneira de entregar o produto para o cliente final, como por exemplo: *Communication as a Service* (Comunicação como Serviço ou CaaS), *Management as a Service* (Gerenciamento como Serviço ou MaaS), *Data as a Service* (Dados como Serviço ou DaaS), entre outras. No entanto, segundo (SOUSA, MOREIRA e MACÊDO, p. 6) todos eles são derivados de três modelos básicos:

- Software como um serviço (SaaS ou *Software as a Service*);
- Plataforma como um serviço (PaaS ou *Platform as a Service*);
- Infraestrutura como um serviço (IaaS ou *Infrastructure as a Service*);

Na figura 1 vê-se um pouco sobre como funciona a relação entre os principais modelos de serviço da Computação em Nuvem e suas relações com os fornecedores das soluções, os desenvolvedores e os usuários finais. Nesta imagem, percebe-se que o IaaS fornece uma base para o funcionamento da PaaS, que fornece uma estrutura completa para soluções de SaaS, a qual pode ser usada pelos desenvolvedores para criação de softwares melhores e mais completos de forma cada vez mais simplificada.

Figura 1 –Diagrama modelos de serviço



Fonte: <http://tecnologiadeouro.blogspot.com.br/2011/07/computacao-em-nuvem.html>

Nos tópicos a seguir serão abordados com mais detalhes cada um desses modelos.

2.3.1 Software como Serviço (SaaS)

O modelo de Software como Serviço (SaaS) consiste no provimento via rede de programas executados em sistemas e infraestruturas de terceiros, através de uma técnica de cobrança baseada na taxa de utilização do usuário, comumente chamada de “*pay-per-use*”. Essa técnica permite que clientes eliminem grande parte dos custos atrelados ao uso de um determinado software, sendo necessários apenas à utilização das redes de comunicação.

O NIST define o *Software as a Service* como:

“A capacidade de prover ao consumidor a utilização de aplicativos do provedor rodando em uma infraestrutura de nuvem. As aplicações são acessíveis a partir de vários dispositivos clientes, seja através de uma interface leve para o cliente, como um navegador web ou uma aplicação. O consumidor não gerencia nem controla a infraestrutura subjacente à nuvem, incluindo rede, servidores, sistemas operacionais, armazenamento, com a exceção de definições de configuração de aplicativo específicas para limitações do usuário.” (MELL; GRANCE, 2011, p. 6)

Esse modelo é utilizado por diversas empresas de software na atualidade, que encontraram nele uma das formas para tentar minimizar a pirataria de suas aplicações. Ao invés de cobrar um valor fixo para a utilização de seus sistemas, muitas dessas empresas como, por exemplo, a Microsoft (com o seu Office 365) e a Adobe (Creative Cloud), têm migrado suas aplicações para versões com pagamentos mensais com valores acessíveis e funcionalidades que agregam maior valor a suas aplicações.

Além de empresas de software, diversas empresas distribuidoras de conteúdo também estão se utilizando dos princípios do SaaS para distribuir seus conteúdos. Empresas como a Netflix e o Spotify, fazem uso de aplicativos nas mais diversas plataformas (Computadores, Smartphones, Tablets, SmartTVs, Media Centers, etc) para entregar aos seus usuários através de *stream* seus conteúdos por um valor mensal.

2.3.2 Plataforma como Serviço (PaaS)

A Plataforma como serviço (PaaS) é baseada na entrega de um ambiente de computação em camadas de soluções como serviço. Ofertas PaaS facilitam a implantação de aplicações de menor custo e complexidade na compra e gestão do hardware, software e recursos de provisionamento de infraestrutura, que fornece todas as facilidades necessárias para suportar o

ciclo de vida completo de construção e entrega de aplicações web e serviços totalmente disponíveis a partir da Internet.

Segundo o NIST, *Platform as a Service* é definida por:

Uma infraestrutura de alto nível de integração para implementar e testar aplicações na nuvem. O usuário não administra ou controla a infraestrutura subjacente como: rede, servidores, sistemas operacionais ou armazenamento, mas tem controle sobre as aplicações implantadas e, possivelmente, as configurações de aplicações hospedadas nesta infraestrutura. A PaaS fornece um sistema operacional, linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento para as aplicações, auxiliando a implementação de softwares, já que contém ferramentas de desenvolvimento e colaboração entre desenvolvedores. (MELL; GRANCE, 2011, p. 6, 7)

Em geral, os desenvolvedores dispõem de ambientes escaláveis, mas devem aceitar algumas restrições sobre o tipo de software que se pode desenvolver, desde limitações que o ambiente impõe na concepção das aplicações, até a utilização de banco de dados do tipo chave-valor, ao invés de banco de dados relacionais.

2.3.3 Infraestrutura como Serviço (IaaS)

A Infraestrutura como Serviço (IaaS) é o modelo de Computação em Nuvem responsável por prover toda a infraestrutura necessária para a PaaS e o SaaS. O principal objetivo do IaaS é tornar mais fácil e acessível o fornecimento de recursos, tais como processamento, rede, armazenamento e outros recursos de computação fundamentais para construir um ambiente altamente escalável e sobre demanda para a execução de sistemas operacionais ou aplicativos.

A IaaS possui algumas características, tais como uma interface única para administração da infraestrutura, API (*Application Programming Interface*) para interação com hosts, *switches*, balanceadores, roteadores e suporte para a adição de novos equipamentos de forma simples e transparente.

Em geral, o usuário não administra ou controla a infraestrutura da Nuvem, mas tem controle sobre os sistemas operacionais, o armazenamento e os aplicativos por ele contratado, usando estes recursos como um serviço totalmente terceirizado sob demanda.

Segundo o NIST, *Infrastructure as a Service* é definida por:

A capacidade oferecida ao consumidor é o fornecimento de processamento, de armazenamento, de redes e de outros recursos computacionais fundamentais em que o consumidor é capaz de implantar e executar software arbitrário, que pode incluir sistemas operacionais e aplicativos. O consumidor não gerencia nem controla a infraestrutura de nuvem subjacente, mas tem controle sobre sistemas operacionais, armazenamento e aplicativos implementados, além de um controle possivelmente limitado de componentes de rede. (MELL; GRANCE, 2011, p. 7)

O termo IaaS se refere a uma infraestrutura computacional baseada em técnicas de virtualização de recursos de computação, de forma que seus clientes possam subir sistemas computacionais na Nuvem de terceiros tendo um controle completo sobre a infraestrutura por ele contratada, podendo usá-la para prover serviços internamente para a sua própria rede privada, fazendo uso de alguma solução de *Virtual Private Network* (VPN) ou provendo estrutura para acesso direto de usuários externos ou usuários finais.

2.4 Classificação quanto ao modelo de implantação

Tratando-se do acesso e da disponibilidade de ambientes de *Cloud*, estes possuem diferentes modelos de implantação que se baseiam na forma estrutural de como a Nuvem é criada e/ou acessada pela instituição. As classificações geralmente citadas na literatura são: Nuvem Pública, Nuvem Privada, Nuvem Comunitária e Nuvem Híbrida. A seguir será feita uma breve descrição sobre cada uma delas.

2.4.1 Nuvem Pública

A Nuvem Pública é um modelo de implementação de Computação em Nuvem no qual os recursos de TI, os aplicativos, a computação, o armazenamento e o sistema de rede são oferecidos como serviço por provedores de terceiros, sob demanda e com pagamento baseado no uso.

O NIST define o dado modelo como:

A infraestrutura de nuvem é provisionada para uso aberto ao público em geral. Pode ser uma propriedade, gerenciados e operados por uma empresa, acadêmico, organização do governo, ou alguma combinação deles. Ela existe nas instalações do provedor de nuvem. (MELL; GRANCE, 2011, p. 7)

Este é um modelo bastante interessante para empresas que necessitam de uma estrutura de TI consolidada, mas que não podem investir elevado valor na compra de servidores, na criação de um datacenter, nos links dedicados e em um número grande de profissionais qualificados no setor de Tecnologia da Informação para manter todos os serviços rodando. Neste caso, eles contratam o serviço de algum fornecedor de Nuvem Pública, uma ou mais máquinas virtuais, e pagam apenas pelo recurso e pelo tempo que efetivamente for utilizado.

2.4.2 Nuvem Privada

No modelo de implantação de Nuvem Privada, toda a infraestrutura de *Cloud* é utilizada exclusivamente para uma organização, sendo esta Nuvem local ou remota e administrada pela própria empresa ou por terceiros, mas para uso apenas da contratante.

A Nuvem Privada tem como definição formal pelo NIST:

A infraestrutura de nuvem é provisionada para uso exclusivo por uma única organização que compreende vários consumidores (por exemplo, unidades de negócio). Pode ser propriedade, gerenciados e operados pela organização, um terceiro, ou alguma combinação deles, e ele pode existir ou não no local. (MELL; GRANCE, 2011, p. 7)

Segundo (SOUSA, 2011), neste modelo de implantação são empregadas políticas de acesso aos serviços. As técnicas utilizadas para prover tais características podem ser em nível de gerenciamento de redes, de configurações dos provedores de serviços e de utilização de tecnologias de autenticação e autorização.

As Nuvens Privadas oferecem diversas vantagens com relação à variedade Pública, sendo o controle de todas as opções de configuração disponíveis uma das mais atrativas para os que a utilizam. Além disso, as Nuvens Privadas são ideais quando o tipo de trabalho a ser realizado não é viável para a Nuvem Pública, devido a preocupações com segurança e com regulamentação.

Caso o usuário necessite aumentar os recursos utilizados em sua Nuvem Privada, ele deve adquirir novos equipamentos como, por exemplo, sistemas de armazenamento, já que a sua Nuvem está limitada à capacidade de seu sistema físico.

2.4.3 Nuvem Comunitária

O modelo de implantação de Nuvem Comunitária, segundo (SOUSA, 2011) ocorre quando diversas empresas ou grupos fornecem uma infraestrutura compartilhada por uma comunidade de organizações com interesses em comum, sendo esta suportada por uma comunidade específica que partilha interesses, tais como a missão, os requisitos de segurança, a política e as considerações sobre flexibilidade. Ela possui a seguinte definição formal:

É provisionada para uso exclusivo por uma comunidade específica de consumidores de organizações que têm preocupações comuns [...]. Pode ser propriedade, gerenciados e operados por uma ou mais das organizações na comunidade, um terceiro, ou alguma combinação deles, e ele pode existir ou não no local. (MELL; GRANCE, 2011, p. 7)

Este tipo de modelo de implantação pode existir localmente ou remotamente e geralmente é administrado por alguma empresa da comunidade ou um por conselho formado por seus membros.

2.4.4 Nuvem Híbrida

Também em (SOUSA, 2011), no modelo de implantação de Nuvem Híbrida existe uma composição de duas ou mais Nuvens de modelos de implantação distintos, mas que permanecem como entidades únicas, ligadas por uma tecnologia padronizada que permita a portabilidade de dados e aplicações.

Formalmente esse modelo de implementação é definido como:

Uma composição de duas ou mais infraestruturas distintas de nuvem (privada, comunidade ou pública) que permanecem em entidades únicas, mas são unidas por tecnologia padronizada ou proprietária que permite portabilidade a dados e a aplicação (por exemplo, para balanceamento de carga entre nuvens). (MELL; GRANCE, 2011, p.7)

Esse modelo de implantação é muito utilizado por instituições que possuem tanto serviço temporário quanto permanente, fazendo uso do melhor entre os dois modelos de implantação.

Essas instituições executam as aplicações, na maior parte do tempo, em sua Nuvem Privada, contudo quando necessitam de maior quantidade de recursos, podem migrar esse serviço para uma Nuvem Pública, compatível com a sua Privada, e pagar pela sua execução

apenas pelo tempo necessário, ou fazer o caminho inverso, mover um serviço que está na Nuvem Pública para a Privada, à sua vontade.

2.5. Principais soluções de Cloud Computing Open Source do mercado

Por ser uma das principais tecnologias da atualidade e o foco das principais empresas que provem serviços online, seja na entrega de soluções em Nuvem, ou no consumo dessas soluções para prover sua infraestrutura e serviços, diversas empresas e organizações ao redor do mundo têm se dedicado ao desenvolvimento de soluções para a *Cloud*.

Entre as diversas soluções encontradas no mercado atualmente, grande parte delas é baseada em Software Livre, tendo como principais objetivos reduzir os custos de licenciamento para a implementação de sua Nuvem e facilitar uma padronização e uma normalização entre as soluções, de forma que elas sejam compatíveis entre si ou, caso contrário, que algum módulo de compatibilidade possa ser desenvolvido por terceiros para fazer uma integração entre elas.

Segundo (DRILLING, Ed. 114, p. 36), no decorrer dos últimos anos, diversas soluções foram desenvolvidas e ganharam mercado, focando-se em nichos de mercado, entre elas algumas soluções *Open Source* merecem ser citadas:

- OpenStack;
- Apache CloudStack;
- OpenNebula;
- Eucalyptus;

Além destas citadas, diversas outras soluções de *Cloud Computing*, usando código *Open Source*, foram lançadas no mercado, porém iremos falar um pouco mais a fundo apenas sobre as duas principais soluções em Software Livre de IaaS disponíveis no mercado atualmente, o OpenStack e Apache CloudStack.

2.5.1 OpenStack

Segundo (LOSCHWITZ, Ed. 113, p. 30), o OpenStack é uma ferramenta de Infraestrutura como Serviço que trabalha de forma modular para implementar o seu ambiente de *Cloud Computing*, seja ele Privado, Público, Híbrido ou Comunitário.

A ferramenta, como já foi dito anteriormente, é utilizada por empresas renomadas e por possuir uma comunidade de usuários e desenvolvedores bastante ativa, foi a primeira escolha para os estudos das soluções viáveis para o projeto.

2.5.1.1 História

Segundo (JOBSTRAIBIZER, Ed. 113, p. 30), o OpenStack foi uma iniciativa Open Source para Computação em Nuvens anunciada conjuntamente pela NASA e a Rackspace em julho de 2010. As duas empresas decidiram se unir e produzir um novo sistema para gerenciamento de suas *Clouds*. Como a NASA já havia aberto o código da sua plataforma Nebula, eles utilizaram seu código e, assim, a primeira versão do OpenStack foi lançada 4 meses após o anúncio, com base nos módulos do Nebula e na plataforma Rackspace Cloud Files.

Nos anos seguintes o OpenStack foi suportado e incluído em repositórios de diversas distribuições do Linux e cresceu em número de desenvolvedores, que contribuíram para o seu código, assim como o número de empresas que o adotaram.

Em 2012 foi criada a OpenStack Foundation, entidade sem fins lucrativos, para promover o OpenStack. Sua comunidade conta hoje com mais de 7 mil membros individuais e mais de 800 empresas. Entre as principais empresas estão: Canonical, RedHat, HP, Dell, IBM, Intel, Hacker Space, Cisco, entre outras.

2.5.1.2 Arquitetura

Uma solução deste porte, para se manter escalável o suficiente para gerir desde um pequeno datacenter até um datacenter de alta densidade, como é o objetivo da solução, deve possuir uma arquitetura bem elaborada.

Dessa forma, o OpenStack, desde sua criação, foi elaborado com o intuito de ser modular, para que cada módulo trabalhe com os demais através de trocas de mensagens, mantendo-se assim sua escalabilidade e possibilitando também que o administrador configure mais de um mesmo módulo dentro da mesma infraestrutura, provendo maior disponibilidade a solução.

Segundo sua documentação, os módulos do OpenStack podem ser divididos em 2

grupos: os Módulos Essenciais e os *Higher-level Services* (Serviços de Alto Nível).

Os Módulos Essenciais são:

- Keystone: Fornece um serviço de autenticação e autorização para outros serviços OpenStack. A partir dele, o administrador poderá criar perfis de usuários com poder de criação de redes, de instâncias, de login no Horizon, entre outras;
- Horizon: Fornece um portal de autosserviço baseado na web para interagir com os demais serviços OpenStack, tais como a criação de uma instância, a atribuição de endereços IP e a configuração de controles de acesso, entre outras funcionalidades;
- Nova: Gerencia o ciclo de vida de instâncias de computação em um ambiente OpenStack. As responsabilidades incluem o lançamento, a programação e a desativação das máquinas virtuais sob demanda.
- Neutron: Módulo criado para fornecer "rede como um serviço" entre dispositivos de interface (por exemplo, vNICs) utilizados por outros serviços OpenStack como por exemplo o Nova. Para isso, ele fornece uma API para que os usuários definam as redes e os anexos neles. Possui uma arquitetura que suporta a integração com equipamentos de redes físicos de muitos fornecedores, além de tecnologias populares do mercado;
- Cinder: Fornece armazenamento em bloco persistente para instâncias em execução. Sua arquitetura foi feita para que, mesmo quando uma instância a qual ela estava agregada venha a ser apagada, seus dados mantenham-se inalterados;
- Swift: Fornece storage para objetos de dados não estruturados, conteúdo e outros materiais. É altamente tolerante a falhas com a sua replicação de dados e sua arquitetura *scale-out*. Sua implementação não é como um servidor de arquivos com diretórios montáveis, pois ele grava objetos e arquivos para várias unidades distintas em nodes diferentes, garantindo que os dados serão replicados em um cluster de servidores;
- Glance: Fornece um meio de descobrir, armazenar e recuperar máquinas virtuais, *templates* e arquivos ISO para o Nova. Este módulo é usado tanto para prover imagens de instalação de novas VMs, quanto para recuperar uma imagem instalada para poder ser usada em outros ambientes;
- Ceilometer: Fornece ao administrador monitores e medidores da Nuvem OpenStack para *benchmarking*, escalabilidade e fins estatísticos ou faturamento em caso de Nuvem Pública;

Já os módulos de Serviços de Alto Nível são:

- Heat: Serviço criado para orquestração e gerenciamento de aplicações e infraestruturas

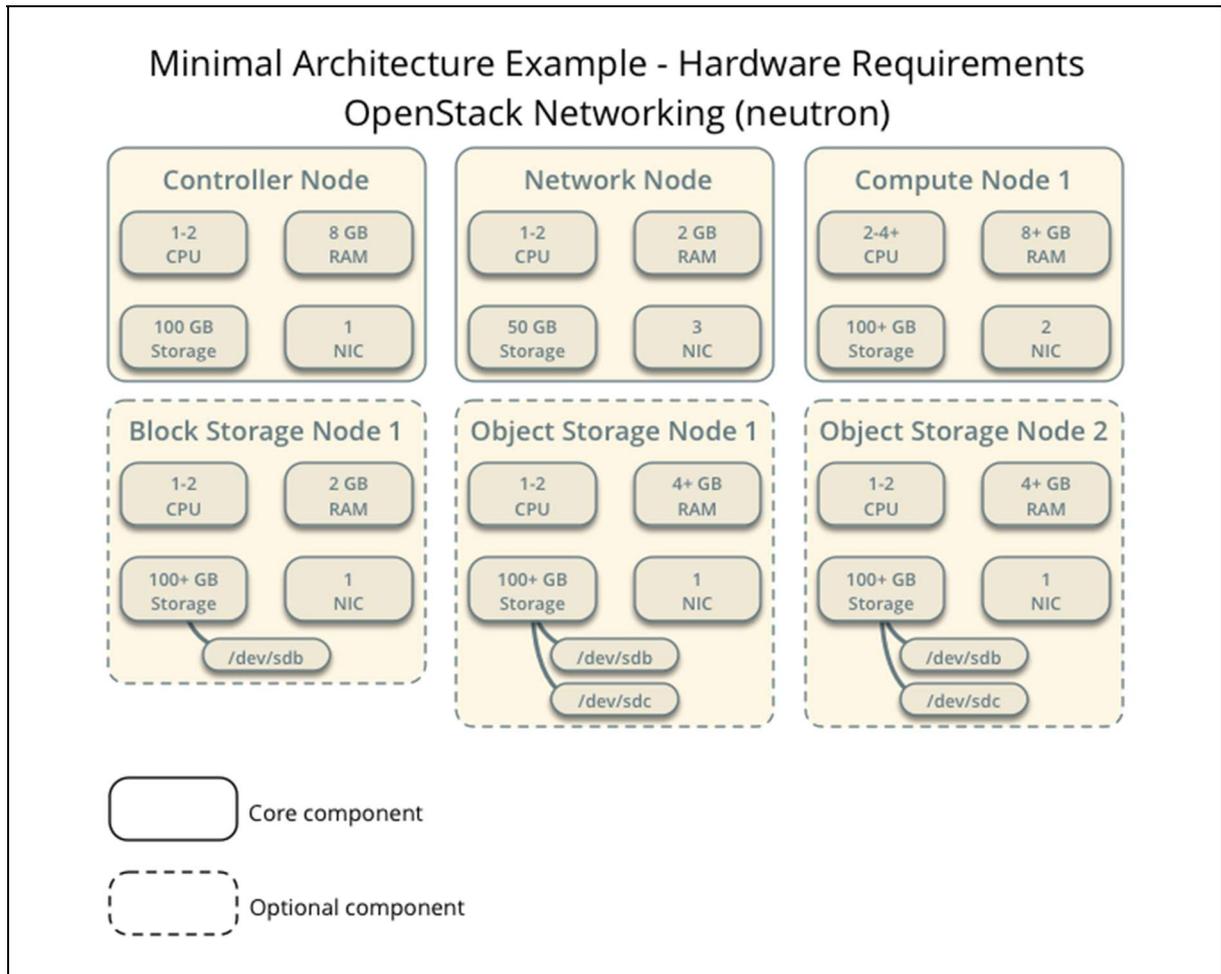
de Nuvem OpenStack, ao longo de todo o seu ciclo de vida. Esse serviço, que é acessível tanto para o ser humano quanto para máquinas, tem como principal objetivo automatizar o lançamento e automação de ações por diversas aplicações em uma Nuvem. O módulo trabalha com arquivos de texto, chamados de *templates*, que executam chamadas diretas a API do OpenStack com o objetivo de executar uma infinidade de ações que deveriam ser feitas manualmente pelo usuário da Nuvem. Um *template* Heat nativo no geral é compatível com os padrões da AWS CloudFormation (sistema de orquestração da Amazon Web Services), para garantir a compatibilidade entre aplicações de CloudFormation e OpenStack e permite a criação da maioria dos tipos de recursos, bem como algumas funcionalidades mais avançadas, tais como instância de alta disponibilidade e instância *auto scaling*;

- Trove: Fornece funcionalidades de Banco de Dados como Serviço (DBaaS) de forma escalável e confiável, tanto para motores de banco de dados relacionais tais como Mysql, Oracle, PostgreSQL, etc, quanto para os não relacionais, a exemplos de MongoDB, Jasmine, etc;
- Sahara: Fornece recursos para provisionar e escalar clusters Hadoop no OpenStack especificando parâmetros como: versão Hadoop, topologia do cluster e nodes, além de detalhes de hardware;

Também de acordo com sua documentação, para fazer a troca de mensagens entre os serviços, a solução trabalha com um software chamado Rabbit-MQ. Este nada mais é que um *Message Broker*, ou sistema de fila de mensagens Open Source, que implementa o protocolo AMQP (*Advanced Message Queuing Protocol*). Esse protocolo é um padrão aberto para a troca de mensagens entre aplicações e organizações e por este motivo foi escolhido para fazer a integração entre módulos que podem ser desenvolvidos por empresas ou grupos diferentes, mantendo uma compatibilidade entre os mesmos.

Para se montar uma infraestrutura capaz de suportar minimamente bem o OpenStack, o servidor tem que possuir um hardware mínimo para isso. A fim de se manter a qualidade de serviço, a OpenStack Foundation, em sua documentação, recomenda o hardware apresentado na figura 2, para se trabalhar com a solução:

Figura 2 – Hardware mínimo OpenStack



Fonte: http://docs.openstack.org/kilo/install-guide/install/apt/content/ch_overview.html

Apesar de esta ser a recomendação de hardware, ele poderá ser inferior ou superior levando-se em conta a quantidade de hosts *hypervisors* (Monitor de Máquina Virtual) e de instâncias de VMs, o tráfego da rede, entre outros.

2.5.1.3 Hypervisors suportados

O OpenStack suporta integração com diversos *hypervisors*. Apesar de que a maior parte das instalações utiliza apenas um único monitor de máquinas virtuais, é possível utilizar diferentes soluções de virtualização dentro de uma mesma *Cloud*. Dentre os *hypervisors* suportados pela solução estão:

- KVM;

- Xen (XenServer ou Xen Cloud Platform "XCP");
- VMware vSphere 4.1 update 1 ou superior;
- Microsoft Hyper-V;
- LXC (Linux Containers);
- Bare-Metal

Para maiores informações sobre qual funcionalidade está implementada para cada um no ambiente OpenStack e o que pode facilitar sua escolha de qual usar, dependendo das funcionalidades necessárias para seu ambiente, pode-se acessar o site: <http://docs.openstack.org/developer/nova/support-matrix.html>.

É recomendado que Nuvens OpenStack de propósito geral façam uso de virtualizadores que suportem casos de uso mais genéricos, tais como KVM e XenServer. Casos seja uma *Cloud* de uso específico podem requerer *hypervisors* específicos.

2.5.1.4 Funcionalidades

O OpenStack possui uma infinidade de funcionalidades. Serão citadas abaixo apenas as mais interessantes para a implantação do projeto:

- Suporte a Login via Microsoft AD, LDAP, SQL, Federação para usuários de outro OpenStack e outras bases de dados;
- Controle do hardware virtual e IPs cedidos aos clientes;
- Gerenciamento do ciclo de vida das instâncias de máquinas virtuais;
- Escalonamento dos recursos;
- *Live Migration* das instâncias (dentro de um mesmo cluster);
- Gerenciamento de políticas de Firewall diretamente na interface de gerenciamento;
- Redes dos tipos Compartilhadas, Isoladas ou VPC (*Virtual Private Cloud*);
- Possibilidade de NAT 1:1 ou *Port Forward* (um único IP sendo compartilhado com múltiplos servidores cada um utilizando apenas uma porta de saída);
- Balanceador de carga entre instâncias para os principais serviços (caso sejam instalados os módulos necessários);
- *Auto scaling*, uma forma de criar políticas no OpenStack para que este suba novas instâncias de um serviço e um balanceador de cargas, caso a instância ou grupo de instâncias estejam sem recursos livre disponíveis (necessita do módulos avançados de

orquestração e do Heat instalado);

2.5.2 Apache CloudStack

O Apache CloudStack, assim como o sistema de *Cloud* citado anteriormente, encontra-se também entre os mais utilizados no mundo, porém, apesar de entregar as mesmas funcionalidades básicas, ele trabalha de forma distinta e possui uma arquitetura e forma de trabalho diferenciada.

2.5.1.1 História

Segundo HIGGINBOTTOM, o Apache CloudStack nasceu em 2008 com o nome de VMops, criado por uma empresa de mesmo nome, liderada por Sheng Liang, principal desenvolvedor do Java Virtual Machine na Sun Microsystems.

Em suas primeiras versões, o VMops era focado apenas no Xen como seu *hypervisor* de Computação em Nuvem, mas o líder do projeto percebeu os benefícios de tornar a solução *multi-hypervisor* e focou grande parte dos seus esforços nisso.

No início de 2010, a VMops lançou o antigo software com o nome de CloudStack com 98% do seu código fonte aberto. Em julho de 2011 o CloudStack foi adquirido pela Citrix Systems, que liberou o código restante sob a licença GPLv3.

Em 2012 a Citrix doou o CloudStack à Apache Software Foundation, o qual foi aceito pela incubadora Apache. Ao mesmo tempo, a Citrix também deixou o seu envolvimento na iniciativa OpenStack, e um ano após a sua doação, o projeto foi promovido à um projeto de nível superior (*Top-level*) da Apache Software Foundation, uma medida que dá status de maturidade ao código e à sua comunidade.

2.5.1.2 Arquitetura

Segundo sua documentação, a solução Apache CloudStack possui uma arquitetura interna muito bem elaborada, otimizada e bem desenvolvida. Contudo, ao invés de ser uma

ferramenta de arquitetura modular, na qual cada uma das partes do sistema pode ser instalada e configurada em um servidor distinto, a equipe de desenvolvimento preferiu dividir a solução em apenas dois sistemas básicos: o Sistema de Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) e o *CloudStack Management Controller*, que gerencia os serviços de computação, de storage e de rede.

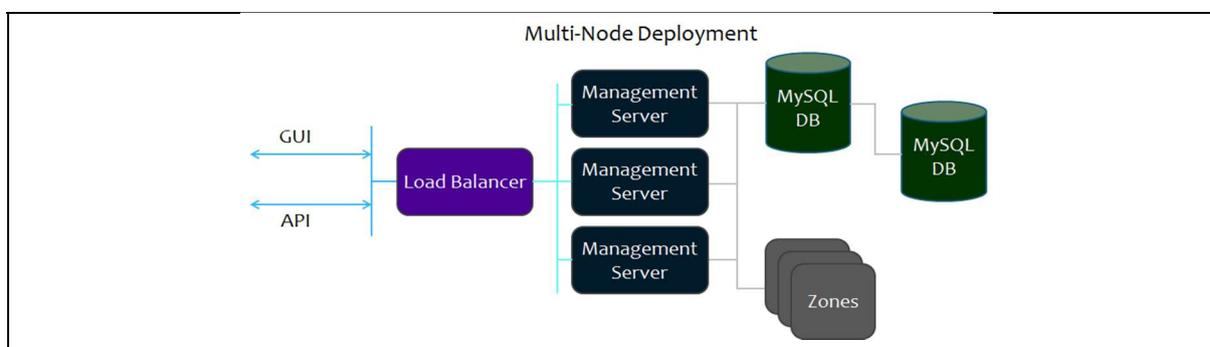
Da forma que foi desenvolvido, o CloudStack pode ser instalado de duas formas distintas dependendo do ambiente: *Single Node* ou *Multi Node*.

No modelo *Single Node*, existe apenas um *Controller* e um SGBD, que podem ou não ser instalados dentro de um mesmo servidor, de forma a simplificar a instalação e geralmente é utilizado para ambientes de testes ou para pequenos datacenters, cuja quantidade de servidores e instâncias são pequenas.

Para ambientes maiores e mais complexos, a documentação recomenda que seja feita a instalação *Multi Node*. Neste formato, ao invés de apenas um servidor com banco de dados configurado, recomenda-se a sua instalação em forma de *Cluster* de banco de dados usando o modelo *Multi Master*, no qual todas as instâncias do SGBDs são ativas e todas as consultas SQL são balanceadas entre os membros, de forma que o ambiente consiga funcionar sem grandes gargalos ou pausas na oferta de serviço.

Neste modelo, a interface de gerenciamento, o *Management Controller*, do mesmo modo, poderá ser instalado em diversos servidores ou instâncias rodando o *CloudStack Management Controller* e na sua frente, um servidor proxy reverso ou roteador, trabalhando como balanceador de carga entre todos os *Controllers* do sistema. Um exemplo deste ambiente pode ser visto na figura 3:

Figura 3 – Modelo de implantação Multi Node Apache CloudStack



Fonte: <http://www.shapeblue.com/pt-br/cloudstack-101-2/>

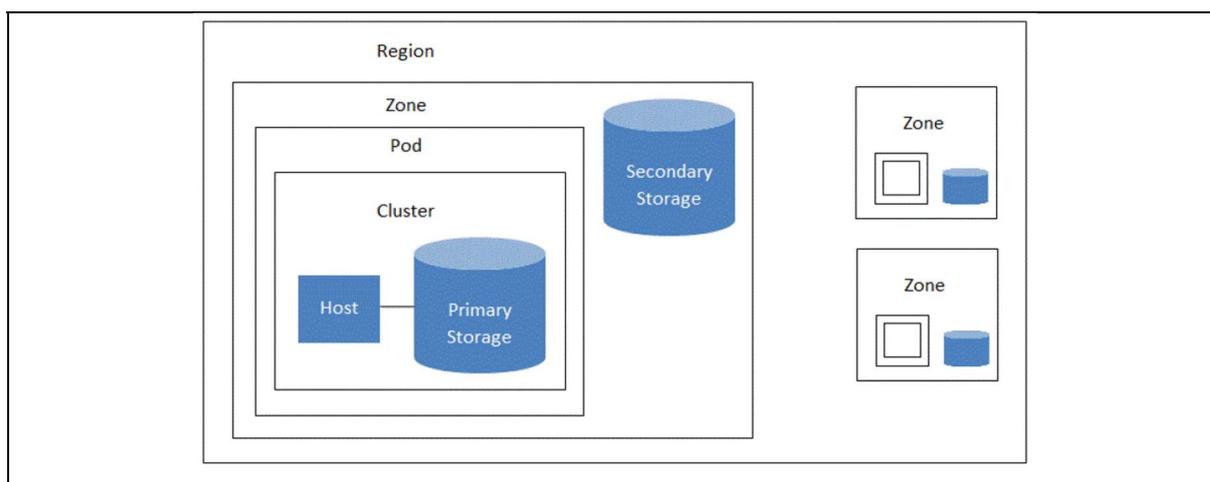
Utilizando-se o modelo *Multi Node*, a infraestrutura da *Cloud* pode se manter tão escalável quanto o necessário e, ainda assim, manter a simplicidade de gerenciamento e

manutenção. A escalabilidade pode chegar a tal ponto que, fazendo uso da estrutura da própria Nuvem, pode-se configurar para que ela crie novas instâncias de banco de dados e de *Controllers* a serem adicionados dinamicamente à solução, para prover serviço em casos de picos de acesso ao sistema de gerenciamento.

Neste sistema, toda a troca de informação entre as instâncias e o *Controller* é feita através de uma API, de forma a facilitar a interação entre desenvolvedores e facilitar a automação de algumas ações dos mesmos, entretanto a comunicação entre *Controllers*, de uma mesma Nuvem, é feita através do servidor de troca de mensagens Rabbit MQ.

Segundo HIGGINBOTTOM, além da arquitetura da aplicação, existe também a arquitetura de implantação. Na arquitetura de implantação, vê-se como a ferramenta define os diversos aspectos da *Cloud* e como ela a compreende. A figura 4 explica a arquitetura de implantação da solução.

Figura 4 – Arquitetura da Nuvem no Apache CloudStack



Fonte: <http://www.shapeblue.com/pt-br/cloudstack-101-2/>

Na arquitetura de implantação temos como membros:

- Região: Nome dado ao conjunto de datacenters em uma mesma área geográfica, que compõem a Nuvem. Cada Região necessita de um *CloudStack Management* próprio, mas que pode conversar com outras regiões;
- Zona: Nome dado a um datacenter dentro de uma região, no caso da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, caso cada campus possuísse um datacenter próprio, cada um deles seria uma Zona englobando a Região “UESB”.
- Pod: Nome dado a um rack presente em uma Zona. Geralmente cada Pod possui em seu interior ao menos um storage e diversos servidores;

- Cluster: Nome dado a um conjunto de servidores de mesmo hardware e *hypervisor* que compartilham o mesmo storage principal e sobre os quais as máquinas virtuais, chamadas de instâncias, serão executadas;

O CloudStack possui, segundo sua documentação oficial, como hardwares mínimos para a implantação do modelo *Single Node All in One* (Tudo em um):

- Sistema Operacional: Preferivelmente CentOS/RHEL 6.3 ou Ubuntu 12.04;
- Processador 64-bit de preferência multi núcleo para melhor desempenho;
- 4GB de Memória;
- 250GB de disco local, recomendado 500GB;
- 1 Placa de rede para uso de VLAN ou 4 placas de rede sem VLAN;
- 1 IP estático;
- Nome de domínio completo retornando pelo comando hostname;

2.5.1.3 Hypervisors suportados

O CloudStack, assim como seu principal competidor o OpenStack, possui suporte aos principais *hypervisors* do mercado e pode trabalhar com múltiplos sistemas de virtualização dentro de um mesmo datacenter, mas não dentro de um mesmo Pod.

Dentre os Hypervisors suportados estão:

- KVM;
- Xen (XenServer ou Xen Cloud Platform "XCP");
- VMware vSphere 4.1 update 1 ou superior;
- Microsoft Hyper-V;
- LXC (Linux Containers);
- OVM;
- Bare-Metal

2.5.1.4 Funcionalidades

Em termos de funcionalidades, o CloudStack também possui uma infinidade destas, mas, assim como na solução anterior, serão citadas apenas aquelas mais interessantes para a

implantação do projeto:

- Suporte a Login via Microsoft AD, LDAP e Federação para usuários de outro CloudStack;
- Controle do hardware virtual e IPs cedidos aos clientes;
- Gerenciamento do ciclo de vida das instâncias de máquinas virtuais;
- Escalonamento dos recursos;
- *Live Migration* das instâncias (dentro de um mesmo cluster);
- Gerenciamento de políticas de Firewall diretamente na interface de gerenciamento;
- Redes dos tipos Compartilhadas, Isoladas ou VPC (*Virtual Private Cloud*);
- Possibilidade de NAT 1:1 ou *Port Forward* (um único IP sendo compartilhado com múltiplos servidores, cada um utilizando apenas uma porta de saída);
- Balanceador de carga entre instâncias para os principais serviços nativos e suporte a soluções de terceiros;
- *Auto scaling*, uma forma de criar políticas no CloudStack para que este suba novas instâncias de um serviço, um balanceador de cargas, caso a instância ou grupo de instâncias estejam sem recursos nativos, e suporte a soluções de terceiros para balanceamento de carga;

2.6 Principais necessidades da UESB

Após vivência como estudante do Curso de Ciência da Computação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e como Administrador de Redes e Infraestrutura na Unidade Organizacional de Informática desta instituição de 2013 a 2016, conheci a fundo as principais necessidades, tanto dos alunos e professores da instituição que precisam de acesso a recursos computacionais para seus projetos de pesquisa e extensão, quanto dos profissionais de informática dos subsetores desta Autarquia.

Para os alunos e professores da instituição, as principais dificuldades encontradas, quando se trata da criação ou adição de um servidor, seja ele físico ou virtual, são:

- Burocracias relacionadas à alocação de máquinas físicas no datacenter e a manutenção de seu ciclo de vida (ligar, desligar, reiniciar, acesso ao console, formatar, etc);
- Alteração dos recursos das máquinas, quando necessário;
- Burocracia relacionada à abertura de portas no firewall, sejam elas para redes externas (internet) ou internas da instituição;

Para os profissionais de programação e suporte, os principais problemas encontrados são:

- Simplificação do gerenciamento do ciclo de vida das máquinas por eles gerenciadas (ligar, desligar, reiniciar, acesso ao console, formatar, etc);
- Falta de uma ferramenta para que eles possam checar em tempo real e um histórico das estatísticas do uso de recursos da máquina;
- Falta de uma opção de dimensionamento e provisionamento dinâmico dos recursos das máquinas para dias e horários de pico, como inscrições do vestibular, matrículas, etc;
- Recursos de alta disponibilidade para as máquinas virtuais;

Para os profissionais do setor de redes da instituição os principais problemas encontrados são:

- Um sistema que minimize a complexidade no gerenciamento do ciclo de vida das instâncias, repassando aos usuários finais o que lhes couber;
- Unificação dos sistemas de gerenciamento para os diversos *hypervisors* que a instituição possui;
- Que a Nuvem necessite do mínimo de mão-de-obra do setor para operar e se manter online e com qualidade;
- A existência uma forma de criação de ambientes isolados para cada grupo de servidores dos demais, aumentando-se assim a segurança da rede;
- Que o setor de Redes possa gerenciar quais portas estão abertas ou fechadas em cada rede criada, de forma a monitorar abusos por parte dos demais usuários da Cloud;

2.7 Comparativo entre OpenStack e CloudStack

Este tópico irá focar nas principais diferenças entre ambas as soluções apresentadas de forma a simplificar a escolha da melhor solução que se enquadre nas necessidades da instituição. Para decidir qual a melhor solução, quatro pontos foram levados em consideração:

- Funcionalidades:

O OpenStack e o Apache CloudStack são sistemas bastante completos, apesar de possuírem algumas funcionalidades avançadas distintas que poderiam forçar a escolha de uma solução em relação a outra. Ambas as soluções entregam todas as funcionalidades básicas necessárias para a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por este motivo, este não será um dos itens que terão maior peso para a escolha da solução.

- Complexidade de instalação e manutenção:

Após o estudo da estrutura básica de ambas as soluções e a leitura de suas documentações, foi visto que a instalação da ferramenta OpenStack é deveras mais complexa, tanto na instalação, quanto na manutenção da ferramenta.

Esta complexidade se dá, principalmente, pela forma como a estrutura do OpenStack é desenvolvida. A ferramenta foi criada para ser modular, na qual cada serviço é separado em um módulo diferente e executa separadamente os serviços necessários para a operação da *Cloud*. Entretanto, a quantidade de módulos e por alguns deles poderem ser substituídos por módulos de terceiros (o que dá ao administrador maiores possibilidades), gera uma maior necessidade de mão de obra e conhecimento técnico para sua operação.

CloudStack, apesar de ser um projeto completo em termos de recursos como o OpenStack, foi desenvolvido desde o início como um sistema único, no qual todos os módulos necessários para sua operação foram desenvolvidos e englobados em um único sistema, o *CloudStack Management Controller*. Por este motivo, a complexidade de configuração da solução e de sua operação reduz drasticamente os administradores de sistemas e toda a equipe de manutenção da Nuvem.

- Documentação:

Em termos de documentação ambos possuem materiais bem completos da sua instalação, da configuração e da manutenção. Entretanto, quando se leva em conta a sua complexidade de compreensão, o OpenStack acaba perdendo.

Pela da quantidade de módulos envolvidos em sua instalação, ao se estudar a documentação de instalação, por exemplo, o administrador pode se perder em uma grande quantidade de informações sobre como executar a configuração de diversos serviços distintos, que necessitam ser configurados em múltiplos arquivos de configuração, para que eles funcionem corretamente.

Outro problema que encontramos com o OpenStack, é que alguns módulos podem ou não ser instalados em um ambiente, o que complica um pouco na hora de busca de informações na documentação, visto que o ambiente montado na instituição pode vir a ser diferente do que é apresentado na documentação (modelo geralmente usado ou recomendado) e gerar divergências e possíveis problemas.

A documentação do CloudStack é mais simplificada e centralizada, principalmente na página do projeto, que possui divisão pelo número da versão do *Management Controller*, o que reduz a complexidade do administrador da Nuvem, no momento de consulta da documentação, para obter sua informação.

- Usabilidade:

Ambos os sistemas possuem uma interface de utilização relativamente simplificada para a maior parte das atividades de utilização. Todavia, para execução de tarefas um pouco mais complexas do que subir uma instância ou fazer acesso ao seu console é necessário um conhecimento prévio de operação da interface. No entanto, entre a interface de ambas as soluções propostas, o OpenStack é o que possui uma área de interação com o usuário mais simplificada e amigável para a operação.

2.8 Conclusões do capítulo

Após estudar nos tópicos 2.5 e subtópicos as principais soluções disponíveis para a aplicação do projeto, no tópico 2.6 as principais necessidades da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e por fim no item 2.7 um comparativo entre ambas em quesitos importantes, tem-se como objetivo escolher qual a melhor solução que se enquadra para a instituição.

A autarquia a qual o projeto se destina é uma Universidade que, apesar de ser multicampi e de grande importância para toda a região Sudoeste do Estado da Bahia, possui uma equipe de TI reduzida, principalmente a de redes e a de programação. Desta forma, um dos principais pontos para a escolha de qual solução deverá ser implantada é delas trará o menor custo em termos de mão de obra e de manutenção para ser implementada.

Em termos de funcionalidade, como já foi citado no tópico 2.7, ambas as soluções suprem as necessidades requisitadas do projeto, apesar de que, para sua implementação,

diversas políticas de segurança e de rede, tal como uma reestruturação das VLANs destinadas à entrega de serviços (DMZ Interna e DMZ Externa) da Unidade Organizacional de Informática (UINFOR), deverão ser refeitas ou modificadas.

No que diz respeito à usabilidade, apesar do OpenStack ser melhor em comparação ao CloudStack, devido ao nível de complexidade que a sua escolha acarretaria na implantação do projeto final, isto foi levado pouco em conta na escolha da solução.

Com o estudo e ponderação de todos os pontos citados até agora, foi escolhida como melhor opção para a solução de Nuvem Privada para a UESB, a solução Apache CloudStack.

O próximo capítulo deste trabalho tratará da instalação do CloudStack para a montagem da Cloud UESB.

3. Instalação da ferramenta e estudo de caso

Este capítulo focará na instalação da ferramenta Apache CloudStack, no ambiente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). A seção 3.1 falará sobre todos os equipamentos utilizados para a implantação do ambiente de testes. No tópico 3.2 e seus subtópicos será descrita a estrutura de rede física e lógica da instituição atualmente, e como ela ficará após a implementação do CloudStack. O tópico 3.3 e seus subtópicos descreverão os principais pontos da instalação da ferramenta, que foram ou poderão ser problemas em sua implantação. Por fim no item 3.4, serão apresentadas as considerações finais sobre a instalação e configuração da ferramenta.

3.1 Equipamentos utilizados

No momento a Universidade não possui disponibilidade de ativos necessários para implementação deste projeto em sua infraestrutura, tais como servidores, storages e equipamentos de rede sobressalentes. Por esse motivo, este trabalho será baseado na instalação dos sistemas necessários em um ambiente virtualizado utilizando-se a ferramenta VMware Workstation Pro 12 e simulará a estrutura da instituição da forma mais real possível, para que futuramente a Cloud UESB seja instalada na Universidade sem grandes problemas.

O ambiente de testes terá o seguinte hardware:

- *CloudStack Controller* em uma Máquina Virtual com 2 processadores virtuais Intel Core i5 2.2Ghz, 2,5GB de memória RAM DDR3 1600Mhz, 3 discos de respectivamente 80GB (Sistema Operacional), 200GB (Storage NFS Primário) e 100GB (Storage NFS Secundário), além de 4 controladores de rede;
- O *hypervisor* será o XenServer com 2 processadores virtuais Intel Core i5 2.2Ghz, 2GB de memória RAM DDR3 1600Mhz, HD de 30GB e 5 controladores de rede.

3.2 Estrutura de rede no datacenter da instituição

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, hoje, possui na estrutura básica de seu datacenter um link de internet provido pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), que é

recebido em seu Firewall e, após a filtragem inicial, é repassado para o roteador Core da Instituição (*SwitchLayer3 3Com 4800*), equipamento que é gateway de todas as redes internas e responsável pelo roteamento de pacotes e por algumas políticas de segurança.

O roteador Core possui uma interligação direta com o *switch* serverfarm01, um comutador que se encontra no primeiro rack do datacenter, onde estão ligados alguns dos servidores físicos e os *hypervisors*.

Nos próximos tópicos, serão descritas a estrutura lógica atual e futura desta rede, assim como ficará a sua implementação para se preparar para a instalação da ferramenta Apache CloudStack em seu ambiente.

3.2.1 Estrutura lógica da rede atual

Na rede atual da instituição, em seu datacenter, existem duas VLANs para todo o tráfego de servidores:

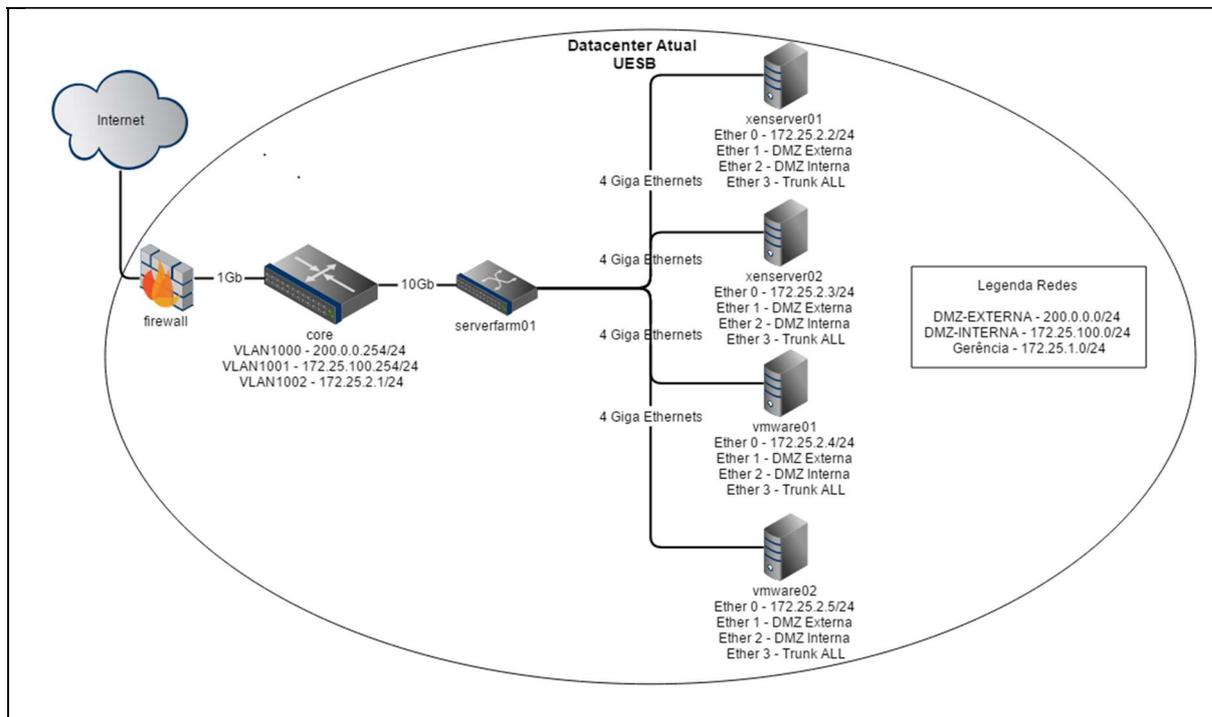
O ambiente de testes terá o seguinte hardware:

- DMZ-Interna: Uma rede que possui faixa de IP não roteável externamente, cuja utilização principal é em serviços que deverão ser acessados apenas na rede interna da instituição;
- DMZ-Externa: Uma rede que possui faixa de IP com roteamento externo e é utilizada para serviços que precisam ser acessados de fora de sua infraestrutura;

Nesta estrutura que futuramente será legada, estão todos os servidores da instituição, sejam os administrados pela UINFOR para a execução dos serviços para si próprio e demais setores, como os de projetos de Ensino, Pesquisa e Extensão dos discentes e docentes.

A figura 5 demonstra a rede atual da UESB, sem a presença dos ativos relacionados à criação da nuvem, mas com os IPs e VLANs alterados para não comprometer a segurança de rede da instituição.

Figura 5 - Representação da rede do datacenter UESB atualmente



Fonte: O Autor

3.2.2 Estrutura lógica de rede pós Nuvem

A estrutura de rede pós-nuvem terá como um dos principais objetivos a criação de diversas redes menores, e cada uma delas será utilizada por um grupo de servidores com objetivos ou por setores de gerenciamento em comum, assim como manter a compatibilidade com os sistemas legados caso necessário.

Para conseguir implantar este tipo de solução requisitada, o Apache CloudStack deverá trabalhar com Zonas do tipo Avançada, algo que será descrito no decorrer do capítulo, de forma a ser possível uma implementação de estruturas distintas de rede: uma legada do tipo *Shared*, que será utilizada por serviços em que a migração se tornará inviável e outras diversas redes *Isolated* ou *VPC*, que serão usadas para as novas redes da instituição.

3.2.3 Implementação da estrutura lógica da nova rede

No ambiente de testes não foi possível ser colocado um switch gerenciável para se possibilitar trabalhar com VLANs, como é a estrutura real da instituição. Para mitigar este problema, foram usadas várias interfaces de rede tanto no *Controller* como no *hypervisor*, onde cada uma delas é uma VLAN ou uma interface que deverá, no ambiente real, ser ligada a uma porta *Trunk* ou *Access* no switch.

A estrutura lógica do ambiente, no que diz respeito às interfaces de rede em cada um dos servidores utilizados para o CloudStack, pode ser vista abaixo:

- CloudStack

Porta Ether 0 (eth0) - *Public* - Porta *Trunk* das VLANs DMZ-Interna e DMZ-Externa, que servirá para repassar os IPs válidos ou roteáveis para as instâncias;

Porta Ether 1 (eth1) - *Secondary* - Porta *Trunk* de uma VLAN compartilhada com todo o Pod ou Zona (depende de qual compartilhamento o administrador queira usar), de forma que todos os *Clusters* presentes possam ter acesso aos *templates* de instâncias, às imagens ISO ou aos volumes;

Porta Ether 2 (eth2) - *Primary* - Porta *Trunk* de uma VLAN compartilhada apenas entre o storage primário e os *hypervisors* do *Cluster* ou Pod para armazenamento dos discos físicos;

Porta Ether 3 (eth3) - *Management* - Porta utilizada para gerenciamento dos *hypervisors*, deve possuir a rota para acessar todos os *hypervisors* em sua região. Esta porta, em alguns ambientes, poderá ser removida, desde que na *Public* (Ether 0), exista rota de acesso para as redes de gerenciamento dos *hypervisors*;

- XenServer

Porta Ether 0 (eth0) - *Management* - Porta *Access* (visto que o XenServer só aceita gerenciamento por porta *Access*) da VLAN de gerenciamento do Pod e utilizada para troca de informações entre o XenServer e o *CloudStack Controller*;

Porta Ether 1 (eth1) - *Public* - Porta *Trunk* das VLANs DMZ-Externa e DMZ-Interna, que servirá para repassar os IPs válidos ou roteáveis para as instâncias. Esta porta não terá nenhum IP configurado nos *hypervisors*;

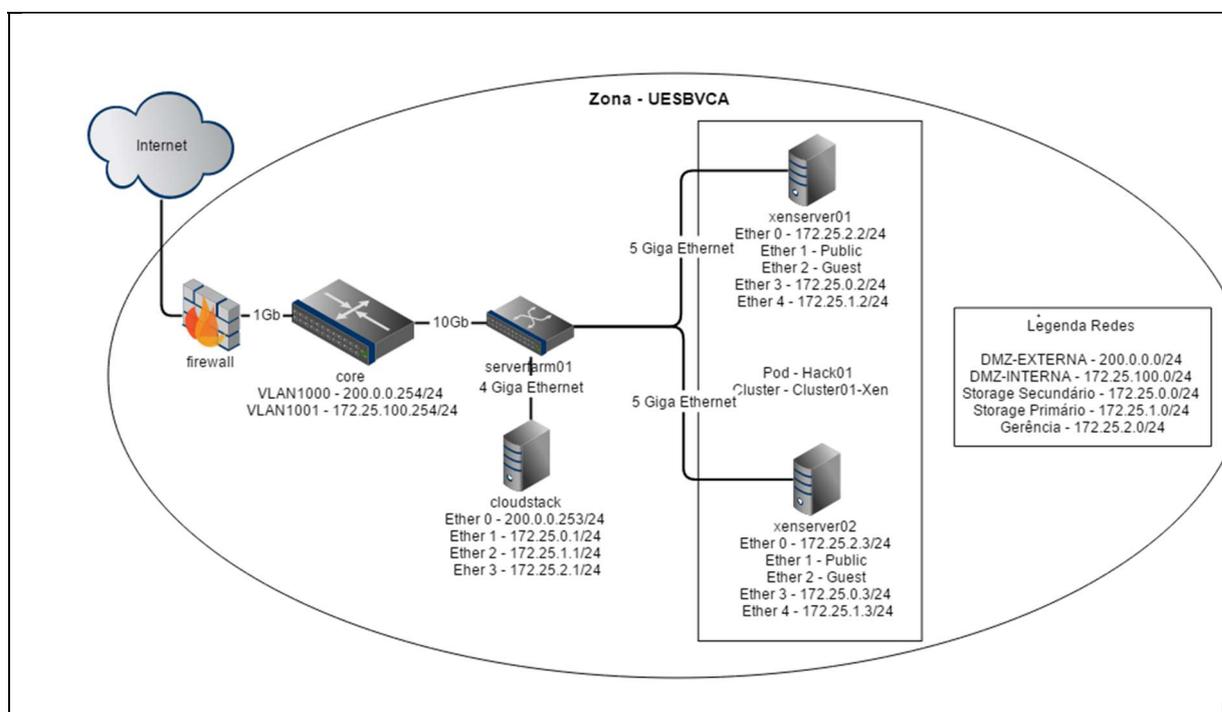
Porta Ether 2 (eth2) - *Guest* - Porta *Trunk* para todas as VLANs que serão configuradas para redes *Guest* em um Pod e será usada para troca de mensagens entre as instâncias de uma mesma rede virtual. Esta porta não terá nenhum IP configurado nos *hypervisors*;

Porta Ether 3 (eth3) - *Secondary* - Porta *Trunk* de uma VLAN compartilhada com todo o Pod ou Zona, de forma que o *hypervisor* tenha acesso a *templates* de instâncias, imagens ISO ou volumes nele presentes;

Porta Ether 4 (eth4) - *Primary* - Porta *Trunk* de uma VLAN compartilhada apenas entre o storage primário e os *hypervisors* do *Cluster* ou Pod para armazenamento dos discos físicos;

A figura 6 demonstra como ficará a rede da após a adição do CloudStack em sua infraestrutura. Contudo, ela possui os valores de IP e VLAN diferentes do ambiente real para evitar comprometimento da segurança de rede da instituição.

Figura 6 - Representação da rede do datacenter UESB pós Nuvem



Fonte: O Autor

Na parte física da rede, será necessário que o Administrador de rede efetue a criação de todas as VLANs que serão usadas por todas as redes da *Cloud* (principalmente os da rede *Guest* e *Public*) no roteador Core, assim como no *switchserverfarm01*, de forma que as redes criadas pelo CloudStack, para isolamento dos servidores, possam rota para acesso à internet a todas as instâncias criadas.

3.3 Instalação e configuração do Apache CloudStack

A instalação e configuração do Apache CloudStack será dividida em 4 etapas básicas. A subseção 3.3.1, mostrará os cuidados necessários para uma instalação do *CloudStack Management Controller* para que o mesmo funcione sem problemas. A subseção 3.3.2 será utilizada para explicitar os principais pontos de falha da configuração do CloudStack no que diz respeito aos storages primário e secundário para a Nuvem. Na subseção 3.3.3, dar-se-á a configuração necessária para que o XenServer 6.5 possa ser integrado a *Cloud* sem problemas. E por fim, na subseção 3.3.4, dar-se-ão as considerações finais sobre a instalação da solução para a criação da Cloud UESB.

3.3.1 Instalação do Apache CloudStack

A instalação da ferramenta Apache CloudStack, dar-se-á inicialmente com a instalação do sistema operacional hospedeiro. Devido ao fato de a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia possuir em seu datacenter uma maior quantidade de máquinas utilizando o Debian Linux, e por ter em sua política interna, definida pelo Administrador de Rede, a recomendação de, sempre que possível, instalar esta distribuição para manter o parque o mais homogêneo possível, foi escolhida a distribuição Ubuntu Server 14.04 LTS, por esta ser a mais próxima do Debian Linux entre as distribuições recomendadas para instalação do Apache CloudStack, segundo sua documentação.

Durante a instalação do Ubuntu Server 14.04.4 LTS, recomenda-se a instalação mínima do sistema operacional e, durante seu processo, que os seguintes pontos sejam executados: configuração de um IP fixo na porta *Public* e hostname juntamente com o domínio sejam inseridos corretamente, de forma que o servidor responda pelo hostname completo. Para o ambiente de testes o hostname usado foi cloudstack e o domínio uesb.br, de maneira que este consiga responder localmente por cloudstack.uesb.br.

Após a instalação e a verificação do hostname e domínio do *Controller*, é necessário configurar os IPs nas demais placas de rede do servidor e verificar que eles funcionam corretamente, visto que, se por algum motivo as placas não forem configuradas para ter acesso as VLANs corretas, ao fim da configuração, diversos erros serão apresentados, tais como não conseguir acessar o *Primary* ou *Secondary Storage* ou aos *hypervisors*.

Com os IPs configurados, recomenda-se instalar, no servidor CloudStack, o NTP (serviço de sincronização de relógios), de forma que todos os servidores da Nuvem possuam o mesmo horário em seus sistemas, para que este consiga rodar sem maiores problemas e seus logs sejam sincronizados para simplificar futuros debugs.

Com todos os pontos básicos de pré-instalação configurados, deve-se ver qual o modelo de instalação do controlador do CloudStack é desejado. Para ambiente de testes e com poucos recursos computacionais, a melhor arquitetura possível é o *Single Node All in One*, com ambos os componentes básicos, o SGBD e o *Management Controller*, em um único host.

O SGBD recomendado pela documentação para a configuração é o Mysql Server, por este motivo, ele é o banco de dados escolhido. Após sua instalação, é necessária a configuração de alguns parâmetros no arquivo de configuração do SGBD, estes são apresentados na documentação, e deverá ser feita antes da execução do *Controller*, visto que sua falta acarretará problemas na execução da Nuvem.

No momento de início da escrita desta monografia, o CloudStack possuía como versão estável a 4.7, e a 4.8 prestes a ser lançada. Como o objetivo é escolher a solução que venha apresentar menor quantidade de bugs, a versão 4.7 foi escolhida para a instalação, usando seu repositório padrão e seguindo os passos da documentação, sem apresentar problemas.

Ao finalizar a instalação do CloudStack, começará a fase de configuração do *Management Controller* propriamente dito, inicialmente configurando o banco de dados. Nesta fase, recomenda-se bastante atenção aos parâmetros de senhas passados ao configurador, pois o script criará um usuário chamado cloud no Mysql, com permissão total no banco de dados, onde todas as informações de sua Nuvem ficam armazenadas. Esta senha deve ser segura o suficiente para evitar problemas de acesso não autorizado.

Com o final da configuração do banco de dados, basta-se fazer o *deploy* do *CloudStack Controller*. Um ponto interessante de ressaltar, que não estava presente na documentação usada, foi que caso a versão do Tomcat utilizada seja a versão 7 ao invés da 6 (padrão), é necessário passar o parâmetro `--tomcat7` para que aplicação execute a configuração seu serviço de forma correta.

Com isto o sistema será instalado, porém ainda são necessários alguns passos antes da configuração da Nuvem. Um ponto não encontrado na documentação inicial do CloudStack e que causou atrasos de dias na implementação do sistema nos testes, foi a necessidade do download e adição no banco de dados dos *templates* das máquinas virtuais básicas para o funcionamento da *Cloud*, entre eles os roteadores virtuais, o proxy para acesso ao console das instâncias e as máquinas que proveem acesso ao storage secundário. Estas máquinas essenciais

para a nuvem são chamadas de *System VMs* e seu *deploy* será feito nos próximos passos da configuração.

3.3.2 Configuração dos Storages

Ao concluir a instalação do *Management Controller*, o próximo passo do projetista da rede é decidir qual serviço de armazenamento usar para prover tanto o storage principal quanto o secundário. Entre as diversas opções disponíveis, o serviço NFS (*Network File System*) é o mais simples de ser configurado e possui desempenho satisfatório, por estes motivos, este foi escolhido como solução para ambos os storages.

A instalação e configuração do serviço de NFS é algo bem simples, não sendo necessários grandes conhecimentos para isso. Para este ambiente, dois diretórios foram criados no servidor cloudstack, o `/exports/primary` e `/exports/secondary`, e em cada um dos diretórios foi compartilhado, via NFS, apenas as faixas de rede que necessitam do acesso para aumentar a segurança dos dados.

Com o compartilhamento dos storages concluídos, agora pode-se fazer o *deploy* das *SystemVMs* do CloudStack no storage secundário. Este é um passo, como já foi dito acima, essencial e imprescindível para que a Nuvem funcione corretamente.

Para se fazer a configuração das *SystemVMs*, é necessário executar um script, no qual o parâmetro `-m` vem seguido do diretório que funcionará como storage secundário (e caso seja um servidor externo e não um diretório no servidor onde roda o *CloudStack Management*, deverá ser montado localmente no diretório antes de sua execução). O parâmetro `-u` vem seguido da URL, onde se encontra a imagem das instâncias básicas para o sistema de virtualização escolhido, e o parâmetro `-h` vem seguido com o nome do *hypervisor* ao qual a imagem pertence. Um exemplo do comando executado pode ser visto abaixo:

```
root@cloudstack:~# /usr/share/cloudstack-common/scripts/storage/secondary/cloud-install -sys-templ -m /exports/secondary -u http://cloudstack.apt-get.eu/systemvm/4.6/systemvm64template-4.6.0-xen.vhd.bz2 -h xenserver -F
```

No caso acima, apesar da versão do CloudStack ser a 4.7, as *SystemVMs* encontradas para *deploy* eram apenas para a versão 4.6. Porém, segundo informações trocadas com membros

da comunidade CloudStack, elas poderiam ser utilizadas normalmente. Esta etapa poderá ser demorada, visto que irá baixar o *template* das *SystemVMs*, descompactá-lo e depois cadastrá-lo no banco de dados do *Controller*.

3.3.3 Configuração do XenServer 6.5

Com a conclusão da configuração dos storages, já se pode iniciar a configuração do *hypervisor* de sua preferência para montar o primeiro *cluster* de Cloud UESB. Entre os *hypervisors* disponíveis no CloudStack, o XenServer foi a melhor escolha para a Universidade, visto que, além de ser o que possui maior compatibilidade com a ferramenta entre as opções *Open Sources*, a Instituição já possui algumas máquinas virtuais nesse sistema de virtualização, o que reduzirá o tempo de migração para a nova arquitetura.

Para que o XenServer seja adicionado corretamente no Apache CloudStack, é necessário que todos os patch de segurança sejam instalados antes da tentativa de integração com a Nuvem. Após a instalação correta, deve-se fazer duas configurações básicas no *hypervisor*:

- Nomeação das placas de rede com os nomes que serão passados para o *Controller* durante sua configuração, para definir qual placa fará qual função;
- Configuração dos IPs das placas de rede, de forma que ele consiga comunicação com o *CloudStack Management*, e com ambos os storages;
- Testar a montagem dos storages primário e secundário, para ver se estes estão sendo montados corretamente;

O primeiro passo da configuração das placas de rede é colocar nomes nas placas de rede (conhecido como *label*), pois é através dos *labels* que o CloudStack consegue identificar qual placa de rede é responsável pelo acesso a qual rede. Esta configuração deve ser feita através do XenCenter, software de gerenciamento do XenServer, na aba *Networking* e sua configuração deverá ficar como figura 7:

Figura 7 – Nome das Placas de rede no XenServer

Name	Description	NIC	VLAN	Auto	Link Status	MAC
management		NIC 0	-	Yes	Connected	00:0c:29:dd:dc
public		NIC 1	-	Yes	Connected	00:0c:29:dd:dc
guest		NIC 2	-	Yes	Connected	00:0c:29:dd:dc
secondary		NIC 3	-	Yes	Connected	00:0c:29:dd:dc
primary		NIC 4	-	Yes	Connected	00:0c:29:dd:dc

Fonte: O Autor

Além disso, é necessário colocar o IP nas interfaces de rede de Gerenciamento (*management*) *secondary* e *primary*, de forma que possibilite a conexão com as interfaces de mesma função no *Controller*, como pode ser visto na figura 8:

Figura 8 – IPs configurados no XenServer

Server	Interface	Network	NIC	IP Setup	IP Address	Subnet mask	Gateway	DN
xenserver01.uesb.br	Management	management	NIC 0	Static	172.25.2.2	255.255.255.0	172.25.2.1	200
xenserver01.uesb.br	secondary	secondary	NIC 3	Static	172.25.0.2	255.255.255.0		
xenserver01.uesb.br	primary	primary	NIC 4	Static	172.25.1.2	255.255.255.0		

Fonte: O Autor

Após configurar corretamente as placas de rede, basta checar se o *hypervisor* consegue montar corretamente ambos os storages. Caso ambas as montagem ocorram sem nenhum erro, pode-se dar início a configuração do *Controller*.

3.3.4 Configuração do Apache CloudStack

Ao se concluir a instalação e configuração de todas as ferramentas necessárias para a criação da Nuvem, deve-se dar início na configuração inicial do CloudStack, à criação de sua primeira Zona, Pod e Cluster, para que se possa começar os trabalhos.

Para isso é necessário que o login inicial no *CloudStack Management Controller* seja pela URL: <https://cloudstack.uesb.br:8080/client>. Ao logar no Controller, no qual o usuário administrador padrão é “*admin*” e a senha padrão é “*password*”, o administrador será apresentado a uma tela que perguntará se deseja configurar a primeira zona diretamente por ele ou se deseja configurar manualmente.

Por conta de problemas ocorridos durante os testes e em leituras nos fóruns de discussão

sobre a ferramenta na internet, recomendou-se que fosse feita a configuração manual para prevenir problemas na configuração.

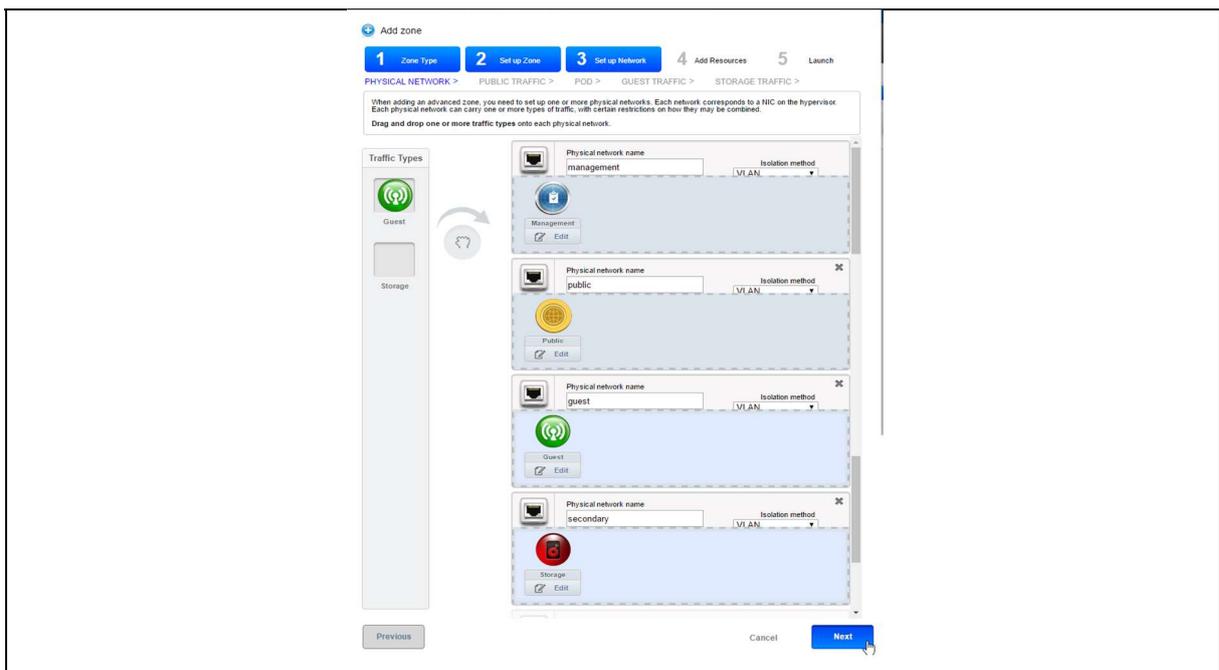
Ao clicar na opção de configuração manual, será apresentado pela primeira vez a interface de gerenciamento do CloudStack. Para iniciar a criação da estrutura, deve-se entrar no menu “*Infrastructure*”, e na área “*Zones*” selecionar a opção “*Add Zones*”, para que apareça um *Wizzard* de configuração de Zona que ajudará no processo de criação, requisitando os dados.

Na primeira tela, ele perguntará qual o tipo de Zona criar, e como a instituição possui uma rede legada e tem por interesse trabalhar com estruturas mais complexas futuramente, recomenda-se escolher a opção “*Advanced*”, para que o responsável pela criação da Zona tenha maior controle sobre as redes presentes nela.

Na parte do *Setup* da Zona, é necessário passar diversos dados desejados para ela, sendo os principais: nome da Zona, quais DNS internos e externos deseja-se utilizar e por fim, qual *hypervisor*.

Seguindo a configuração, chega-se na parte da configuração das placas de rede do *hypervisor*. Nesta área, é necessário selecionar quais placas de rede foram criadas utilizadas nos XenServer e nomeá-las corretamente, como foi feito no XenCenter. A nomeação da placa de rede não ocorre no campo “*Physical network name*” visto na figura 9, mas sim no item “*Edit*” de cada uma delas.

Figura 9 – Definição de placas de rede do XenServer no CloudStack



Fonte: O Autor

Cada “*Physical network name*” é uma placa de rede física no *hypervisor*, caso se faça uso de um servidor com apenas uma placa de rede física e se utilize VLAN para a separação entre *Guest*, *Public* e *Secondary Storage* (não é necessário para o *Primary Storage*, pois este é montado diretamente no *hypervisor* e não provido diretamente pelo CloudStack), estas placas deverão ficar no mesmo agrupamento “*Physical network name*”.

Em seguinte à configuração das placas de rede, o sistema requisita quais as faixas de IP válidos ou com roteamento interno serão liberadas para esta Zona. Nesta área é necessário cuidado da equipe de implantação, visto que os IPs serão usados não apenas para as instâncias dos usuários, mas também para as máquinas virtuais de sistema (*SystemVMs*) e outros ativos. Recomenda-se que a primeira faixa a ser adicionada seja a com IP válido, já que as *SystemVMs*, para alguns serviços como prover acesso a interface gráfica das instâncias para os clientes, deverão ser acessados de fora da rede da instituição.

A configuração seguinte é a do Pod. Ela não traz grandes dificuldades para quem configura a Nuvem, porém recomenda-se atenção para a definição das suas faixas de IPs, de forma que todos os hosts em todos os *clusters* deste Pod devem compartilhar a mesma faixa de IPs.

Outro ponto a se tomar cuidado na instalação, é a definição da rede *Guest*. Cada VLAN da rede *Guest* será uma rede isolada (seja ela uma *Isolated* ou *VPC*), criada pelos usuários da Nuvem. A quantidade de VLANs liberadas para a interface *Guest* de cada Pod, também deverá ser estudada pelo administrador da *Cloud*, de forma a calcular quantas redes isoladas serão necessárias dentro deste rack.

Ao concluir a criação do Pod, ocorrerá a apresentação do configurador do primeiro *Cluster* do rack e primeiro servidor deste *Cluster*, que geralmente é de simples configuração e raramente não apresenta problemas.

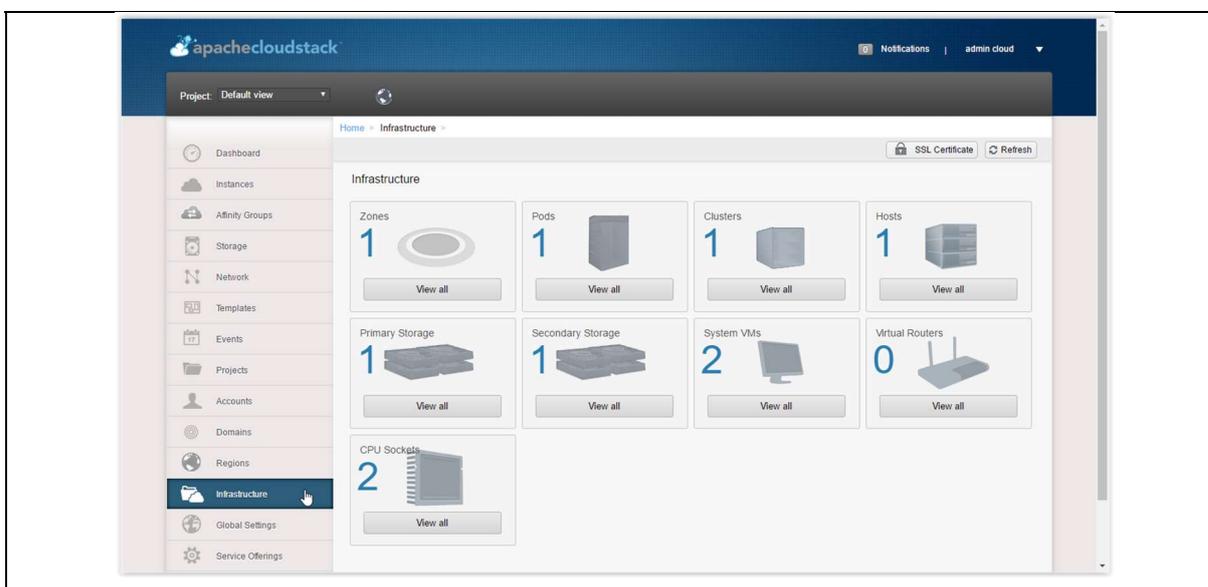
Entretanto, na área de adição do primeiro node do Cluster existe um item opcional bem interessante em muitos casos: o campo “*Host Tags*”. Este poderá ser usado pelo Administrador do CloudStack, para criação de políticas sobre quais instâncias serão priorizadas a rodar no host. Elas são geralmente utilizadas para que máquinas de um determinado projeto rodem apenas em alguns servidores físicos (por exemplo, para que instâncias do setor de Educação à Distância, EAD, sejam executadas prioritariamente em seus servidores próprios), ou para facilitar o gerenciamento de licenças de Windows Server, de forma que instâncias do Windows Server Datacenter rodem sempre em cima de um mesmo host, não indo contra sua política de licenciamento.

Na área de configuração dos storages primários existe o campo opcional “*Storage*

Tags”, que funciona da mesma forma que o Host Tags, mas para a criação de políticas de preferência de armazenamento para volumes ou discos das instâncias. Caso uma instância criada possua a mesma *Tag* do campo “*Storage Tags*”, os discos que forem criados ou agregados a ela, preferencialmente irão para este storage.

Ao finalizar a configuração dos storages, caso todos os dados sejam passados corretamente, a primeira Zona, Pod e Cluster deve ser criada com sucesso e será apresentada à interface do CloudStack, no menu “*Infrastructure*” com uma página web como a figura 10. Assim, a Cloud UESB estará configurada e pronta para a execução de algumas instâncias.

Figura 10 – Interface CloudStack pós configuração da Cloud UESB



Fonte: O Autor

3.4 Conclusões do capítulo

Após concluir a instalação e configuração do Apache CloudStack e a montagem da Cloud UESB, diversos problemas foram encontrados na execução do projeto. Contudo, todos eles foram mitigados utilizando-se a documentação e a ajuda da comunidade brasileira de usuários da ferramenta no *Google Groups*.

Como a instalação da solução foi executada inicialmente apenas por uma pessoa, observou-se que a equipe de Redes da Unidade Organizacional de Informática, com hardware suficiente para manter o sistema atual rodando e efetuar a instalação do ambiente de testes em paralelo, possui, através da documentação oficial da ferramenta e com o suporte da comunidade,

o conhecimento necessário para efetuar o processo.

Entretanto, durante a implantação no ambiente real e durante a migração, novos problemas não descritos nesta dissertação poderão ser encontrados. Caso isto venha a ocorrer cabe à equipe buscar, na documentação ou no suporte, a solução. E caso não a encontre, a necessidade de uma consultoria de terceiros não deverá ser descartada.

4 Gerenciamento da Cloud UESB

Após a configuração do Apache CloudStack, a Nuvem já estará pronta para ser utilizada. Porém, as opções que vêm por padrão podem não ser as necessárias para a utilização na instituição. Por este motivo na seção 4.1 serão tratadas as opções de Oferta de Serviço disponíveis e quais deverão ser criadas inicialmente na Cloud UESB. No item 4.2, será mostrada a hierarquia de usuários utilizada pelo CloudStack e como a hierarquia inicial da *Cloud* deverá ficar, para que esta possa ser escalada futuramente sem apresentar problemas ou reestruturações. Enquanto que no tópico 4.3 serão apresentados os tipos de rede disponíveis para os usuários da Nuvem da UESB de forma mais completa e quais serão usados na instituição. Na seção 4.4 serão tratadas as políticas relacionadas ao firewall do CloudStack, as possibilidades que elas darão aos usuários da Nuvem, além das configurações necessárias para liberação de entrada e saída de pacotes de suas redes. Por fim, no item 4.5 transcorrerão as considerações finais sobre o gerenciamento do ambiente.

4.1 Ofertas de Serviço

Após concluir a instalação do seu CloudStack, uma das primeiras ações que o administrador deve fazer é começar a pensar e montar quais Ofertas de Serviço estarão disponíveis para seus usuários, de acordo com as necessidades da instituição.

As Ofertas de Serviço são modelos descritivos disponibilizados pelo administrador da *Cloud* ou pelos administradores de Domínios, para que os usuários possam definir, durante o processo de criação de uma instância ou durante seu ciclo de vida, quais recursos a máquina virtual terá. As ofertas de serviço são classificadas em três grupos: Ofertas de Computação, de Disco e de Rede.

A Oferta de Computação é um modelo com a configuração hardware que uma instância terá. Entre as principais informações da Oferta de Computação, encontram-se: nome, descrição, quantidades de vCPU disponíveis e a frequência de cada vCPU, quantidade de memória, quais as velocidades de transmissão de rede e de leitura e escrita em disco, além de uma opção de ativar a Alta disponibilidade, de forma que, caso o usuário desligue sua máquina virtual de outra forma que não seja pelo Management Console ou o *hypervisor* na qual a instância estava rodando caia, em poucos segundos a máquina virtual voltará a ser ligada automaticamente.

Outro item interessante é que se pode definir, através do campo *Host Tags*, que todas as instâncias criadas usando esta Oferta rodem apenas no grupo de hosts que possuem a mesma *TAG*, mas caso não exista nenhum host com esta *TAG* ativo ou com recursos, a instância não poderá ser criada.

Quando se fala em Oferta de Disco, trata-se de discos virtuais, também chamados de volumes, que podem ser usados para a instalação do sistema operacional, em caso de instalação através de uma ISO, ou um segundo disco para aumento de espaço de máquina virtual, quando a instância foi criada através de um *template* pré-configurado que já possui um disco de tamanho fixo. A Oferta de Disco é aquela que possui menos informações: nome, descrição, tamanho do disco, uma opção de QoS (*Quality of Service* ou Controle de Serviço), que é gerenciada pelo storage e por fim, um campo já citado, o *Storage Tag* que pode ser usado para forçar que todo disco criado com essa oferta vá para um storage específico, porém caso não exista um storage criado com esta *Tag*, ou um com espaço livre, o disco não será criado.

Um dos pontos mais interessantes do CloudStack, em relação às demais soluções de Nuvem, é a versatilidade da opção de Oferta de Rede. A dita oferta define qual o tipo de rede ou características estarão disponíveis para seus usuários em sua rede *Guest*. Este item possui uma infinidade de possibilidades, mas os principais campos são: nome, descrição, velocidade da banda da rede (*Full duplex*), o tipo da rede (se é *Isolated* ou *Shared*), Specify VLAN (usada para dizer qual a VLAN usada na *Shared*), VPC (se ela é uma rede virtual privada), os serviços suportados por ela e quem os executarão (entre os serviços estão VPN, DHCP e DNS Server, Firewall, *Load Balance*, *Source NAT*, NAT 1:1, etc) e por fim, a política padrão do firewall.

Por padrão para a Cloud UESB as seguintes Ofertas de Serviço serão criadas:

- Oferta de Computação:
 - Micro: 1GB de RAM, 1 vCore de 2Ghz, 100Mb de tráfego de rede e HA;
 - Médio: 2GB de RAM, 2 vCore de 2Ghz, 100Mb de tráfego de rede e HA;
 - Grande: 4GB de RAM, 4 vCore de 2Ghz, 100Mb de tráfego de rede e HA;
 - X-Grande: 8GB de RAM, 6 vCore de 2Ghz, 1000Gb de tráfego de rede e HA;
- Oferta de Disco:
 - Pequeno: 40GB;
 - Médio: 80GB;
 - Grande: 120GB;
 - X-Grande: 250GB;
- Oferta de Rede:

- DMZ-Legada; 1Gb de rede, *Shared*, serviços (DHCP, DNS, Load Balance, Auto Scaling e Firewall) servidos pelo roteador virtual e política padrão da rede deny;
- Isolada básica: 100Mb de rede, *Isolated*, serviços (DHCP, DNS e Firewall) servidos pelo roteador virtual e política padrão da rede deny;
- Isolada avançada: 100Mb de rede, *Isolated*, serviços (DHCP, DNS, Load Balance, Auto Scaling e Firewall) servidos pelo roteador virtual e política padrão da rede deny;

No decorrer do tópico 4.3, serão descritos, de forma mais completa, os tipos de rede criados na Oferta de Rede, de forma que se compreenda o porquê da criação de cada uma das ofertas anteriormente citadas.

4.2 Gerenciamento dos Usuários

Com a conclusão da criação de quais Ofertas de Serviço estarão disponíveis inicialmente para seus usuários, outro passo necessário é a definição da hierarquia das contas de usuário, seus grupos e o que cada usuário poderá fazer na ferramenta na Cloud UESB.

A hierarquia de organização da estrutura da Nuvem CloudStack, no que diz respeito aos usuários, aos grupos e às unidades organizacionais as quais eles pertencem, é dividida em três formas principais: Domínios, Conta e Usuários.

- Domínio: Pode ser definido como uma ou mais Unidades Organizacionais usadas para armazenamento de Contas de uma instituição. Nele, é possível criar outros Domínios e Subdomínios de forma hierárquica até montar a estrutura desejada.
- Conta: Dentro da estrutura do CloudStack, cada Conta criada em um Domínio é um inquilino, em caso de Nuvens Híbridas ou Públicas, ou um projeto/setor em uma Nuvem Privada. Caso um Domínio genérico “Unidade de Informática (UINFOR)” seja criado, uma conta deste seria o setor Programação. Cada Conta dentro do CloudStack possui pelo menos um Usuário e este é o Administrador da Conta, que possui o poder de criar outros Usuários, os quais compartilharão os mesmos recursos dela. Outro ponto a se frisar, é que os recursos distribuídos pelo Administrador do Domínio ou Conta não são atrelados a um Usuário em específico, e sim à toda a Conta ou ao Domínio ao qual ele pertence.

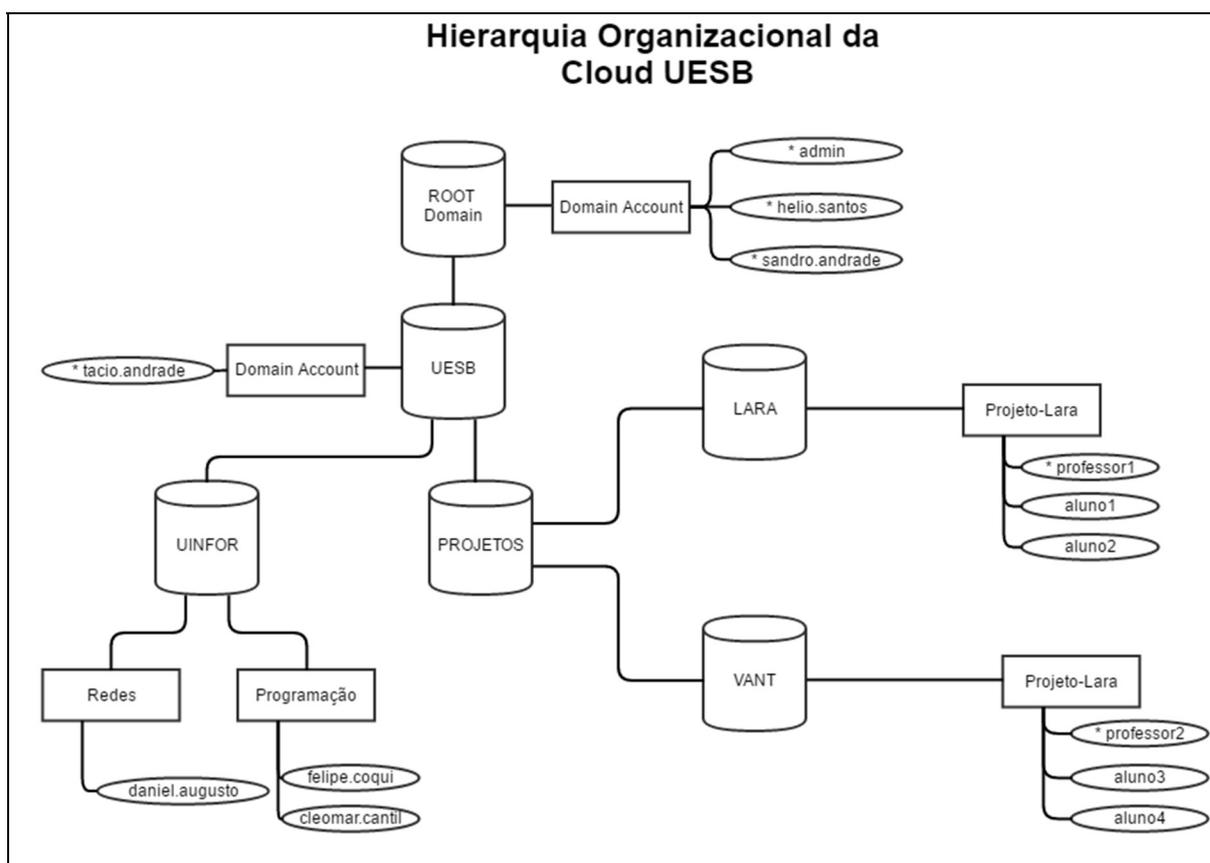
- Usuário: É a menor hierarquia dentro da estrutura de contas, ele compartilha todos os recursos da Conta que estão atrelados e não estão isolados uns dos outros. Dessa forma, as instâncias criadas por um determinado usuário poderão ser iniciadas, paradas ou até mesmo apagadas por qualquer outro da mesma conta.

Os Usuários, apesar de serem a menor hierarquia dentro da estrutura, estão divididos em quatro tipos distintos:

- Administrador ROOT - Aquele que concentra todo o poder no CloudStack, podendo criar Domínios, definir cotas de recursos para estes ou para Contas, além de ser o único com poder de remover um Domínio criado, executar customizações na Nuvem por meio do submenu “*Global Settings*” (que só está disponível para ele), gerar Ofertas de Serviços globais, entre outras funcionalidades;
- Administrador de Domínio - Aquele com o poder de criar Contas, Usuários e alterar senhas de Usuários atrelados ao seu próprio Domínio;
- Administrador de Conta – Aquele que pode criar Usuários dentro da própria Conta e alterar sua senha;
- Usuário – Pode apenas fazer uso dos recursos da Conta ou do Domínio ao qual está atrelado e gerenciar sua própria senha;

A seguir na figura 11, vemos a hierarquia de usuários da Cloud UESB e uma explicação de cada um dos seus itens:

Figura 11 – Estrutura hierárquica dos Domínios, Contas e Usuário da UESB



Fonte: O Autor

Na figura 11, existe o Domínio ROOT, Domínio máximo da Nuvem CloudStack. Logo abaixo dele, existe o Domínio UESB, criado para no caso de a instituição deixar de usar o modelo Privado, para qualquer outro modelo anteriormente citado, poder separar seus usuários dos demais. No Domínio UESB, existe uma conta chamada Domain Account, esta é criada automaticamente pelo CloudStack, na qual todos os usuários cadastrados ou adicionados sejam Administradores do Domínio ao qual está ligado e de todos os Subdomínios abaixo dele.

Ainda sobre a figura anteriormente citada, abaixo do Domínio UESB foram criados dois domínios diferentes: UINFOR, usado pela Unidade de Informática, e Projetos, que possuirá diversos Subdomínios, sendo cada um deles um projeto de Ensino, Pesquisa ou Extensão distinto e que possuam suas Contas como for definido pelo Administrador.

Por padrão, a Cloud UESB trabalhará com um grupo de Administradores do Domain Root, entre eles o Diretor da UINFOR e o Administrador de Redes. Essa política foi adotada para evitar problemas no gerenciamento da Nuvem. Abaixo deles, os Analistas de Redes e Suporte da instituição ficarão como Administradores do Domínio UESB, para poderem dar o suporte necessário aos usuários da Nuvem em problemas como recuperação de senhas e

verificação de problemas.

Outro ponto interessante do projeto é que cada Conta do Domínio PROJETOS terá um Administrador de Contas, este em geral será o professor (o que pode ser visto nos usuários com o asterisco antes do seu nome na figura 11) responsável pelo projeto, e seu poder de administração ficará limitado apenas à criação de outros usuários para sua Conta e gerenciamento das senhas destes.

4.3 Gerenciamento das Redes

Um dos principais pontos fortes do CloudStack é a maleabilidade com que se consegue trabalhar com as redes, sem aumentar a complexidade de instalação do sistema de gerenciamento. Durante a configuração de uma Zona CloudStack, é questionado ao administrador qual o tipo de rede para a interface *Guest* (interface para troca de comunicação entre as instâncias) deseja-se utilizar, e são apresentadas três opções:

- Básica - É uma rede básica, na qual todas as máquinas virtuais compartilham um range de rede sem nenhuma forma de isolamento de VLAN. Contudo, fazendo-se uso de grupos de segurança (conjunto de regras que define quem falará com quem), pode se utilizar filtros de endereços IP na camada de rede (*layer3*) para isolar as máquinas virtuais umas das outras, e possui um roteador externo que fará todo o roteamento da rede. Um dos problemas da rede básica é que só pode ser usada com dois hypervisors, XenServer e KVM;
- Avançada – É um modelo de rede que possui maior flexibilidade para o administrador nas redes *Guest*. A Rede Avançada consegue oferecer ofertas de rede personalizadas, como VPN (que pode ser usado para se fechar uma VPN entre uma instituição externa com uma determinada rede montada em sua Conta), firewall, balanceamento de carga entre instâncias, VPC (uma rede privada de uma conta dentro da estrutura do CloudStack), entre outras e o isolamento entre as instâncias se dá através de VLANs, protocolo de camada de enlace (*layer2*);
- Avançada com Grupos de Segurança - Trabalha com o modelo de rede avançado, mas, além de conseguir a flexibilidade da rede avançada, pode-se fazer uso de segurança como uma segunda camada de isolamento;

As redes avançadas possuem três modelos distintos de rede que podem ser providas aos

seus usuários:

- *Shared* - Geralmente usada para quem possui uma rede legada e não quer refazê-la. Nela, em cada uma das VLANs (redes *Guest* criadas), as máquinas conversam diretamente umas com as outras, porém caso uma instância de uma rede queira falar com outra, seu roteamento é feito pelo roteador *layer3* da borda;
- *Isolated* - Recomendada quando se deseja montar a topologia desde o início. Com a rede *Isolated*, assim como na *Shared*, cada instância consegue conversar com todas as outras que estão na mesma VLAN, mas a conversa com as redes externas, ou com outras redes *Isolated* dentro da mesma Nuvem, é feita através de um roteador virtual que ficará à frente da rede. Este roteador virtual é interessante para projetos nos quais é necessário implementar balanceamento dinâmico de cargas, em que o próprio CloudStack poderá subir novas instâncias de um determinado servidor e balancear os acessos entre eles. Apesar disso, o problema com redes *Isolated* é que ela gera um *overlapping* de endereçamento, visto que o roteador virtual obrigatoriamente fará NAT para dar acesso à internet as VMs abaixo dele, e isso pode causar problemas em algumas aplicações como VOIP, por exemplo;
- VPC - A rede VPC funciona de forma parecida com a rede *Isolated*, permitindo ao usuário criar configurações de rede *multi-tiered* (multicamadas), colocando as máquinas virtuais dentro de suas próprias VLANs. As ACLs permitem aos usuários controlar o fluxo de tráfego entre cada camada de rede e também da Internet. Um VPC típico pode conter três camadas de rede: Web, App e DB, sendo que somente a camada Web tem acesso à Internet;

A estrutura de rede utilizada na Cloud UESB deverá ser a Avançada. Inicialmente, com uma rede *Shared* para armazenar os serviços legados ou os servidores administrados pela UINFOR, pelo menos até uma reestruturação por parte do Administrador de Redes e diversas redes Isoladas, sejam elas *Isolated* ou VPC, que serão utilizadas pelos demais usuários da *Cloud*, como Projetos de Ensino, de Pesquisa e de Extensão.

Por padrão, os seus usuários poderão criar quantas redes *Isolated* ou VPC desejarem até um limite definido pelo administrador da nuvem, visto que na Interface padrão do CloudStack, o Administrador do Domínio ou do ROOT, só tem o poder de decidir quantas redes de cada tipo poderão ser criadas por uma conta. Entretanto, forçar o uso de uma rede já criada, ou algo do gênero, não é possível sem modificações na interface.

4.4 Políticas de Firewall

Nos dias atuais, com a grande quantidade de ataques a redes de computadores, uma política forte de firewall torna-se o mínimo necessário para se manter a segurança de sua infraestrutura. Neste quesito, o CloudStack é bastante customizável para os seus usuários.

Ao se criar uma rede *Isolated* ou VPC, por padrão, o CloudStack deixa os usuários completamente isolados da rede externa e das demais redes da Nuvem, de forma que a política padrão de entrada e saída de pacotes é a deny. Após criar uma rede, necessita-se, inicialmente, que o seu usuário vá até o menu *Network*, selecione a rede que gostaria de fazer a liberação e, após isso, ir à aba *Egress Rules* e criar a regra de saída que desejar para sua rede, como por exemplo, liberar a saída de tráfego para todas as faixas de rede.

No mesmo menu onde se faz a liberação de portas de saída, na aba *Details*, existe uma opção chamada *View IP Addresses*. Ao clicar nela, o usuário terá acesso a todos os IPs que sua conta tem sobre controle e a uma opção para requisitar novos IPs para serem usados por suas redes.

Após possuir ao menos um IP em seu controle, o usuário poderá clicá-lo e navegar até a aba *Configurations*. Fazendo acesso a este local, o usuário será apresentado à área de criação de todas as políticas de firewall relacionadas à entrada de pacote, criação de regra de redirecionamento de portas do IP selecionado para alguma das instâncias rodando no CloudStack, criação de *Load Balance* e *Auto Scaling*, assim como a criação de uma VPN IPSEC, entre sua rede doméstica ou empresarial a sua rede *Isolated* ou VPC dentro da Cloud UESB.

4.5 Conclusões do capítulo

Após concluir a instalação da ferramenta Apache CloudStack, e fazer a configuração de uma Nuvem básica de exemplo em ambiente virtualizado para simular a estrutura da UESB, alguns problemas foram encontrados e que não puderam ser resolvidos no decorrer da escrita do texto monográfico ou não podem ser resolvidos a não ser pela edição do código fonte do *CloudStack Management Controller* por parte de uma equipe de desenvolvimento da instituição.

Entre eles estão:

- Impossibilidade de selecionar qual *Pool* de IPs um usuário irá receber ao requisitar um novo endereço interface do CloudStack. Por padrão, ao requisitar um IP ao CloudStack o usuário receberá o primeiro IP livre de todas as faixas que foram definidas para a sua rede pelo Administrador da *Cloud* na criação da Zona. Contudo, a UESB utiliza dois tipos de IPs distintos: IPs válidos e IPs não roteáveis externamente, o que poderá causar problemas futuramente quando os IPV4 válidos da instituição acabarem.
- Por padrão no CloudStack, as regras de liberação de firewall das redes podem ser configuradas pelo usuário e não apenas pelo administrador de rede. Isto pode ser um problema para a segurança da rede, e poderá ser sanado fazendo os bloqueios das portas diretamente no roteador Core da instituição, ou colocando a equipe de programação da UINFOR para fazer uma pequena modificação da interface do usuário no Management Controller, removendo esta funcionalidade dos usuários, deixando o trabalho apenas para os Domain Admins, ou então que ele faça a liberação e a mesma só comece a funcionar com a autorização do setor de Redes;

5. Conclusão

A Computação em Nuvem é algo imprescindível para que a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia consiga melhorar a forma de gerenciamento de sua infraestrutura de servidores, além de aumentar a sua segurança. Para a implementação da Cloud UESB, a escolha de uma solução em Software Livre é, sem dúvidas, a melhor a ser feita, pela facilidade de integração com *Clouds* de outras instituições de ensino do país, assim como com outros órgãos aos quais a mesma está filiada, por exemplo a RNP.

O trabalho que se conclui teve como objetivo encontrar uma solução de Computação em Nuvem para a Universidade, que conseguisse suprir suas necessidades e sanar as suas principais deficiências, no que diz respeito ao seu ambiente datacenter. Este objetivo foi concluído com sucesso com a escolha do Apache CloudStack.

Escolhendo-se a solução de Nuvem Privada para a instituição, iniciou-se a instalação da ferramenta selecionada. No decorrer do processo, diversos problemas foram encontrados, desde os relacionados com falta de detalhes na documentação, até os relacionados à interface e forma de gerenciamento do CloudStack.

Apesar das dificuldades encontradas durante a escrita deste texto, acredita-se que o projeto de migração do datacenter para a nova arquitetura de *Cloud Computing*, sanaria a maior parte dos problemas aos quais este projeto buscou uma solução. Todavia, para a sua implementação em ambiente real, é necessária dedicação exclusiva ao projeto pela equipe de Redes da UINFOR e, de preferência, uma consultoria externa de uma empresa ou instituição que já possua o Apache CloudStack rodando em seu ambiente. Isso é interessante para ajudar a resolver problemas que venham a ocorrer durante a fase de implantação, e impedir que outros sejam criados pelos administradores da nova Nuvem, de difícil resolução num futuro.

Para trabalhos futuros, sugere-se a implementação da Cloud UESB em ambiente real e a execução das modificações necessárias da interface do Apache CloudStack, para que se consiga suprir em totalidade as necessidades do setor de Redes da Unidade Organizacional de Informática da UESB.

6. Referências

CloudStack Installation Documentation. Disponível em <<http://docs.cloudstack.apache.org/projects/cloudstack-installation/en/4.7/>>. Acesso em 17 de Outubro de 2015.

DRILLING, Thomas. Quarteto da nuvem. Com a promoção do CloudStack a um projeto Apache de nível superior, quatro soluções de código aberto estão agora na corrida para conquistar a nuvem, sendo os outros concorrentes o OpenNebula, Eucalyptus e o OpenStack. Os projetos apresentam uma série de semelhanças. **Revista Linux Magazine.** São Paulo - SP, Ed. 114, Agosto de 2014.

GREENWALD, Glenn; KAZ, Roberto; CASADO, José. **EUA espionaram milhões de e-mails e ligações de brasileiros.** Disponível em <<http://oglobo.globo.com/mundo/eua-espionaram-milhoes-de-mails-ligacoes-de-brasileiros-8940934>> Acesso em 13 de Janeiro de 2015.

HIGGINBOTTOM, Geoff. **CloudStack 101 – Tudo O Que Você Precisa Em Apenas Um Artigo.** Disponível em <<http://www.shapeblue.com/pt-br/cloudstack-101-2/>>. Acesso em 25 de Outubro de 2015.

JOBSTRAIBIZER, Flavia. Chuva de versatilidade. As vantagens, flexibilidade e versatilidade do OpenStack tem feito desta plataforma de nuvens, uma das queridinhas das grandes empresas. **Revista Linux Magazine.** São Paulo - SP, Ed. 113, Julho de 2014.

JOBSTRAIBIZER, Flavia. Nuvens renovadas. Grandes nomes passaram a brilhar na constelação de estrelas das plataformas de nuvem. Nesta edição, você vai conhecer o incrível CloudStack. **Revista Linux Magazine.** São Paulo - SP, Ed. 114, Agosto de 2014.

LOSCHWITZ, Martin. Pacote completo. O OpenStack está atraindo muita publicidade. Seria a solução realmente qualificada como principal motor da nuvem? Analisaremos de perto o ambiente de nuvem OpenStack e como ele funciona. **Revista Linux Magazine.** São Paulo - SP, Ed. 113, Julho de 2014.

MELL, Peter; GRANCE, Timothy. **The NIST Definition of Cloud Computing,** 2011. Disponível em <<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>>. Acesso em 12

de Janeiro de 2015.

OpenStack Installation Guide for Ubuntu 14.04. Disponível em http://docs.openstack.org/kilo/install-guide/install/apt/content/ch_preface.html. Acesso em 16 de Outubro de 2015.

OpenStack Wiki. Disponível em https://wiki.openstack.org/wiki/Main_Page. Acesso em 14 de Outubro de 2015.

RITTINGHOUSE, J. W.; RANSOME, J. F. **Cloud computing. Implementation, management and security.** Boca Raton - FL. CRC Press, 2010.

SOUSA, Flávio R. C.; MOREIRA, Leonardo O.; MACÊDO, José Antônio F. de e MACHADO, Javam C. **Gerenciamento de Dados em Nuvem: Conceitos, Sistemas e Desafios.** In: Simpósio Brasileiro de Banco de Dados, SBBD 2010, 1. ed. SBC, Belo Horizonte - MG. 2011. Disponível em http://200.17.137.109:8081/novobsi/Members/josino/fundamentos-de-banco-de-dados/2012.1/Gerenciamento_Dados_Nuvem.pdf Acesso em 2 de Abril de 2015.

SOUSA, Flávio; MOREIRA, Leonardo; MACHADO, Javam. (2009). **Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios.** In: Escola Regional de Computação dos Estados do Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI) 2010. Disponível em <http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ercemapi/arquivos/files/minicurso/mc7.pdf>. Acesso em 2 de Abril de 2015.

TANENBAUM, Andrew S. **Sistemas operacionais modernos**, 3ª ed. São Paulo - SP. Pearson, 2010.