

Monitoramento de Aplicações em Cuidados Médicos em uma Nuvem Governamental

Itauan Silva Eduão Ferreira¹, Rodrigo de Ávila Rezende¹, Edilayne Meneses Salgueiro¹, Ricardo José Paiva de Britto Salgueiro¹

Resumo—Esse trabalho propõe a implantação de uma nuvem governamental e aplicação de um serviço de monitoramento de pacientes em trânsito para o SUS, no estado de Sergipe. Através de simulação utilizando as ferramentas CloudSim e CloudAnalyst são avaliados o custo da nuvem e o tempo de resposta da aplicação. Os resultados alcançados demonstram os benefícios da implantação da nuvem governamental, promovendo a centralização e redução dos gastos com recursos de TIC e licenças, além de possibilitar uma melhoria da qualidade de serviço através da redução do tempo de resposta, demonstrando a viabilidade de implantação de um sistema de monitoramento de pacientes em uma nuvem governamental.

Palavras-Chave—Computação em Nuvem, e-Health, Monitoramento de Pacientes, e-Government.

Abstract—This work proposes an designing a government cloud and analyzes a monitoring system of patient in transit in the state of Sergipe. The cost of cloud and the application response time are evaluated using simulation with CloudSim and CloudAnalyst tools. The results demonstrate the benefits of implementing a government cloud, promoting centralization and reduction of spending on ICT resources, on licenses, besides that better quality of services by reducing response time, demonstrating the patient monitoring system feasibility in government cloud.

Keywords—Cloud Computing, e-Health, Patient Monitoring, e-Government.

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o conceito de infraestrutura em tecnologia da informação e comunicação (TIC) foi consideravelmente alterado com o advento da *Cloud Computing*, ou computação em nuvem. A computação em nuvem é um paradigma de computação em larga escala que possui foco em proporcionar economia, em que um conjunto abstrato, virtualizado, de processamento, armazenamento, plataformas e serviços dinamicamente escaláveis, são disponibilizados, sob demanda, para clientes externos através da Internet [1], ou de uma infraestrutura de rede específica.

Há alguns anos existe um grande esforço dos governos em migrar e fornecer serviços públicos e lidar com demandas internas utilizando ferramentas de TIC, constituindo o *E-government*. A medida em que esses serviços foram desenvolvidos, a quantidade de dados, a complexidade dos sistemas e a demanda por infraestrutura de TIC cresceram muito, levando os governos a gastarem mais recursos com

equipamentos, mão de obra, e outros custos relacionados à infraestrutura de TIC. Algumas decisões nesse processo podem levar à existência de sistemas semelhantes duplicados, recursos ociosos e baixo retorno do investimento [5]. A computação em nuvem surgiu justamente para mitigar esses problemas, podendo agregar os serviços públicos em uma infraestrutura de TIC centralizada e bem aproveitada.

A tendência de migração para computação em nuvem, especialmente no ambiente de cuidados em saúde (*healthcare*) é mais forte devido aos crescentes custos em TIC do setor. O uso intensivo de ferramentas de TIC elimina processos e reduzem custos, o que é fundamental para manter acessíveis serviços de saúde pública e privada em todo o mundo nos próximos anos [2].

Esse trabalho considera a implantação de uma nuvem governamental no Estado de Sergipe e avalia serviços *e-health*, no ambiente da nuvem governamental, oferecidos a um posto de atendimento à saúde localizado no interior do estado e para o monitoramento de pacientes em trânsito. Foram utilizados dados reais do parque tecnológico da Secretaria de Estado da Saúde de Sergipe e os resultados, apresentados em termos do tempo de resposta e custo de operação, foram obtidos através de simulação.

O trabalho está organizado em cinco seções, a Seção II apresenta os conceitos de computação em nuvem, seus modelos de serviço e principais características, vantagens e desafios em aplicar a computação em nuvem ao *E-government*. Na Seção III, é considerada uma nuvem governamental para o estado, descrito o modelo, as ferramentas de simulação e a metodologia utilizada. A Seção IV apresenta os cenários de simulação considerados e os resultados alcançados. A Seção V apresenta as conclusões do trabalho.

II. COMPUTAÇÃO EM NUVEM E E-GOVERNMENT

Segundo o NIST [7], *National Institute of Standards and Technology*, a computação em nuvem é um modelo que permite acesso ubíquo e sob demanda a um conjunto de recursos computacionais configuráveis compartilhados através da rede (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços) que podem ser rapidamente provisionados ou liberados com esforço mínimo de gerenciamento ou interação com o provedor de serviços. A computação em nuvem, segundo sua classificação em modelos de serviço, pode oferecer plataforma como serviço (PaaS),

¹ Departamento De Computação, Universidade Federal De Sergipe São Cristovão-SE, Brasil, E-Mails: {itauaneduao, avilarezende, edilayne, ricardo.salgueiro}@gmail.com. Agradecemos à FAPITEC por financiar esse trabalho.

infraestrutura como serviço (IaaS) e software como serviço (SaaS).

A computação em nuvem é dividida conceitualmente em quatro modelos de implantação: nuvem privada, nuvem comunitária, nuvem pública e nuvem híbrida. Na nuvem privada, a infraestrutura da nuvem é provisionada para uso exclusivo de uma organização. A nuvem comunitária é dedicada ao uso exclusivo de uma comunidade de usuários de organizações que possuem interesses em comum. No modelo de nuvem pública, a infraestrutura de nuvem é para uso do público em geral. Já a nuvem híbrida é uma composição de duas ou mais infraestruturas de nuvens distintas (privada, comunitária ou pública) interligadas por tecnologias que permitam a portabilidade dos dados.

O *E-government* é um sistema através do qual órgãos do governo utilizam tecnologias para lidar com assuntos oficiais e fornecerem serviços públicos para a sociedade [6]. Para a eficiência na utilização do *E-government* existem deficiências que precisam ser analisadas. Algumas destas deficiências decorrem da grande massa de dados gerados, do alto custo de operação e manutenção e das dificuldades na disponibilização de serviços públicos de qualidade. Segundo Liang (2012), essas deficiências podem ser classificadas em quatro aspectos: falha no cumprimento das exigências dos usuários; dificuldades de trabalho em colaboração entre departamentos; despesas altas com equipamentos de TIC e baixa taxa de utilização dos recursos e, por fim, Falhas em aspectos de segurança e altos custos com operação e manutenção.

Novos métodos e tecnologias devem ser buscados para lidar com as deficiências encontradas em *E-government* [5]. Levando em consideração as características da computação em nuvem, a migração do *E-government* para o ambiente de nuvem, dando origem a nuvem governamental, vem a contribuir na solução das deficiências apontadas. Neste caso nuvem governamental pode ser uma nuvem privada para *E-government* capaz de prover uma maior colaboração entre os órgãos, melhor serviço público, e redução das despesas com infraestrutura de TIC do governo e conseqüentemente do contribuinte.

III. UMA NUVEM GOVERNAMENTAL PARA O ESTADO

Com o objetivo de avaliar a viabilidade da implantação de uma nuvem governamental estabelecida na Empresa Sergipana de Tecnologia da Informação – Emgetis, situada na capital, mas que ofereça serviços *e-Health* a todo estado, foram analisados dois estudos de caso. No primeiro, é a avaliado a disponibilização do serviço a um posto de atendimento no interior, enquanto que no segundo, o serviço de monitoramento de paciente em trânsito no estado. Os tempos de resposta, em ambos os casos, são averiguados e comparados em cenários que são considerados os serviços promovidos por nuvens públicas. Um estudo dos custos envolvidos nos serviços em nuvem pública também é derivado.

O sistema modelado nesse trabalho é composto por *datacenters* que formam a nuvem governamental e uma rede que a interliga a diversos usuários distribuídos pelo estado. Os *datacenters* possuem máquinas físicas e virtuais. As características da rede são modeladas em termo do atraso e da largura de banda entre as regiões do estado.

Como parâmetros do sistema modelado são definidos: Bases de usuários (UB), servidores físicos e máquinas virtuais ativas na nuvem. UBs são modelos de agrupamento de usuários. Cada UB possui algumas características como nome, região geográfica onde os usuários se encontram, horário de pico de requisições e quantidade de usuários *online* simultaneamente durante e fora do horário de pico.

Nesse mesmo modelo são considerados também parâmetros que dizem respeito ao custo atrelado ao uso de recursos de *datacenter*, tais como: memória RAM por segundo, máquina virtual (VM) por hora, armazenamento por segundo e transferência de dados por GB.

Cada servidor físico de um *datacenter* precisa ter suas características especificadas em termos de memória RAM em MB, capacidade de armazenamento em MB, largura de banda disponível nos enlaces internos ao *datacenter*, números de núcleos de processamento, capacidade de processamento de cada núcleo em Milhões de Instruções Por Segundo (MIPS) e uma política de alocação de VMs. As características da rede são especificadas a partir de matrizes de parâmetros de rede, como atraso e largura de banda. A primeira matriz descreve o atraso, enquanto a segunda matriz descreve a largura de banda dos enlaces entre cada par de regiões especificadas.

A definição da carga de trabalho é estabelecida através de requisições de usuário por hora, instruções a serem processadas para cada requisição e dos dados de entrada e de saída após o processamento das instruções pelo *datacenter*.

Como técnica de avaliação foram realizadas simulações utilizando dois simuladores orientados a eventos: o CloudSim e o CloudAnalyst. O CloudSim é uma ferramenta desenvolvida em Java, de código aberto, que tem o propósito de simular ambientes de computação em nuvem. O CloudSim foi projetado para preencher a lacuna que existia para simular ambientes de computação em nuvem. Até então os simuladores focavam em computação em grade, não oferecendo características do ambiente de nuvem, como o isolamento das camadas de serviço (SaaS, PaaS, IaaS) [3]. Além de modelar ambientes de computação em larga escala com *datacenters* distribuídos, o simulador também permite modelar características das aplicações dos usuários e políticas de alocações. Já o CloudAnalyst, proposto por Wickremasinghr e Calheiros [4], foca na análise do comportamento de aplicações em grandes ambientes de nuvem na Internet.

Os resultados, no primeiro estudo de caso, foram analisados com base nos tempos de respostas do *datacenter* no cenário simulado e nos custos de operação associados ao *datacenter* de cada um dos provedores de nuvem pública avaliados. No

segundo estudo de caso, as métricas analisadas foram os tempos de resposta da aplicação nos cenários simulados e os custos financeiros associados à necessidade de manter um contrato de rede sem fio usando a tecnologia 4G com as três empresas que fornecem o serviço no estado.

IV. EXPERIMENTOS REALIZADOS

Para o primeiro estudo de caso, foram utilizadas como quantidade de clientes o número de máquinas identificadas no inventário realizado na Secretaria Estadual de Saúde de Sergipe. Em termos de custo de manutenção de um serviço na nuvem, foram assumidos os valores atuais dos planos da Microsoft Azure [8] e da Amazon AWS [9]. Os planos adotados foram: Custo da VM por hora no provedor AWS (3584Mb, 100MIPS): US\$0.163; custo da transferência de 1GB no provedor AWS: US\$0.230; Custo da VM por hora no provedor AZURE (3584Mb, 100MIPS): US\$0.160; custo da transferência de 1GB no provedor AZURE: US\$0.181.

As máquinas virtuais possuíam 3.5GB de memória RAM e um enlace de 1 Gbps de largura de banda disponível. As máquinas físicas hospedeiras simuladas têm a arquitetura x86, monitor de máquina virtual Xen e sistema operacional Linux. A nuvem modelada possui 29 máquinas virtuais (VM), a quantidade atual de servidores, segundo dados da secretaria de saúde.

As VMs são aplicadas aos serviços de saúde hospedados. Cada máquina virtual possui 100 GB de armazenamento. Cada máquina física hospedeira possui 64 GB de memória RAM, 12 CPUs, e cada CPU possui o poder de processamento de 10.000 MIPS. No *datacenter* na Emgetis foram consideradas três máquinas físicas. A política de compartilhamento de recurso das VMs é *time-shared*. Tanto o *datacenter* Amazon AWS quanto o *datacenter* da Microsoft Azure estão localizados em São Paulo, com um atraso de propagação de aproximadamente 75 milissegundos entre as regiões das bases de usuário e a região do *datacenter*.

TABELA I. Requisitos de Largura de Banda para Transmissão de Biosinais Típicos

| Medidas biomédicas | Taxa de amostragem (amostras/s) | Resolução (bits/amostras) | Taxa de informação (bits/s) |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| ECG | 1250 | 12 | 15000 |
| Bulhas | 10000 | 12 | 120000 |
| Frequência Cardíaca | 25 | 24 | 600 |
| EEG | 350 | 12 | 4200 |
| EMG | 50000 | 12 | 600000 |
| Frequência Respiratória | 50 | 16 | 800 |
| Temperatura do corpo | 5 | 16 | 80 |

Fonte: Adaptada de [12].

Foram realizadas simulações considerando os preços dos provedores Amazon AWS e Microsoft AZURE. Também foram feitas simulações considerando a existência de um provedor de nuvem governamental privada localizado na sede da Emgetis, na capital do estado de Sergipe, Aracaju.

No segundo estudo de caso, a aplicação de monitoramento de pacientes em trânsito leva em consideração os dados da Tabela I. São consideradas sete modalidades (equipamentos) de monitoramento do paciente: eletrocardiograma (ECG), bulhas (sons do coração), frequência cardíaca, eletroencefalograma (EEG), eletromiografia (EMG), frequência respiratória e temperatura corporal. A soma da quantidade de dados gerados pelas sete modalidades totaliza 92.585 bytes/segundo, que é a quantidade de dados que precisa trafegar na rede a cada segundo durante um atendimento. Nesse caso, os cenários consideram atendimento e traslado de uma hora de duração com monitoramento ativo do paciente durante todo o tempo. A simulação foi configurada levando em consideração características da rede 4G da grande Aracaju, variando em parâmetros de largura de banda e atraso para cada uma das três empresas que fornecem o serviço na localidade, como pode ser visto na Tabela II. As características de *datacenter* permanecem as mesmas do estudo de caso anterior, foi considerado o *datacenter* localizado na Emgetis, não foram levados em consideração os custos de operação do *datacenter* nesse caso, somente o custo de transferência de dados. Os preços considerados nas franquias de dados foram os preços de contratos domésticos das operadoras X, Y e Z, que correspondem, respectivamente, a US\$ 5,71/GB, US\$ 2,91/GB e R\$ 2,28/GB. Todavia, segundo o pregão de tomada de preços realizada por um órgão estadual, o contrato com uma das operadoras, operadora X, pôde ser negociado em US\$1,20 por GB, apresentando redução de aproximadamente 500%. Considerando que negociações pudessem ser realizadas com todas as três operadoras, e os descontos ficassem em torno dos mesmos 500% concedido pela operadora X, teríamos a operadora Y custando US\$ 0,58 por GB e a operadora Z custando US\$ 0,45 por GB. Todos os valores consideraram a cotação do dólar valendo R\$ 3,50.

Por ser uma aplicação crítica, monitoramento de sinais vitais de pacientes, a aplicação simulada necessita modelar uma comunicação em tempo real entre as ambulâncias e a central de monitoramento. Para isso foi especificado que todos os equipamentos de monitoramento de sinais enviam dados a cada segundo, 3.600 vezes para representar uma hora de atendimento e traslado do paciente.

TABELA II. Características das redes 4G da Grande Aracaju

| Operadora | Download | Upload | Ping | Reliability |
|-----------|------------|-----------|--------|-------------|
| X | 8,52 Mbps | 7,89 Mbps | 159 ms | 99,50% |
| Y | 5,70 Mbps | 3,14 Mbps | 163 ms | 96,30% |
| Z | 26,05 Mbps | 7,75 Mbps | 166 ms | 93,19% |

Fonte: [10]

V. RESULTADOS

Os resultados, sumarizados na Tabela III mostram a viabilidade econômica de manter os serviços atuais da secretaria de saúde do estado em dois dos provedores de nuvem pública mais conhecidos, primeiro estudo de caso. Os tempos de respostas médios atestam a qualidade do serviço prestado para o tipo de aplicação modelada e foram obtidos a partir de 35 observações para cada cenário.

TABELA III. Resultados de Simulações

| Provedor | Tempo Médio de Resposta (ms) | Custo das Vms/dia | Custo da Transferência de Dados/dia |
|----------|------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| AWS | 150,35 | US\$ 113,58 | US\$ 6,54 |
| AZURE | 147,69 | US\$ 111,49 | US\$ 18,53 |
| Emgetis | 52,98 | US\$ 54,22 | - |

Considerando a aplicação genérica modelada nas simulações, os tempos médios de reposta de cada requisição são pouco impactantes na percepção do usuário, o tempo decaiu de 150,35 (AWS) para 147,64 (Azure) milissegundos no cenário simulado. O provedor AWS se mostrou mais viável economicamente quando considerada os custos das transmissões de dados, no entanto, o provedor AZURE apresentou menor tempo médio de resposta.

Considerando a existência do provedor de nuvem governamental na Emgetis, além dos benefícios já discutidos anteriormente, houve um decréscimo de cerca de 300% no tempo médio de resposta, dada a diminuição no atraso de propagação devido à proximidade do *datacenter*. A diminuição considerável do tempo médio de resposta impacta diretamente na qualidade do serviço prestado pelo provedor de nuvem, assegurando melhor qualidade de serviço prestado às unidades de saúde, e por consequência, à população. Além disso, os custos estimados para o *datacenter* na Emgetis são consideravelmente menores. Isso se deve ao fato de não haver cobrança por máquina virtual, os custos estão associados a manter o hardware que hospeda essas máquinas virtuais e sua infraestrutura de resfriamento. Nesse caso, não foram consideradas as despesas com equipe técnica ou compra de equipamentos, pois a implantação e operação da nuvem governamental não representaria custos adicionais, já que a atual infraestrutura de *datacenter* e operacional é capaz de atender as demandas consideradas na simulação sem ônus adicionais. O provedor Azure possui um custo de transferência de dados por dia de US\$ 18,53 enquanto o provedor AWS possui custo de US\$ 6,54. O custo de transferência de dados não incide sobre o *datacenter* de nuvem governamental localizado na Emgetis pois é uma política dos provedores de nuvens públicas comerciais.

No segundo estudo de caso, ainda admitindo a existência de um provedor de nuvem governamental na Emgetis, a Figura 3

apresenta os resultados das simulações do serviço de monitoramento de paciente em trânsito. Em um cenário onde foi modelada a existência de apenas uma ambulância, considerando um acidente de pequenas proporções, o tempo médio de resposta das três operadoras demonstraram que o serviço é viável tecnicamente. A operadora X apresentou o melhor tempo de resposta, cerca de 341 milissegundos (ms). O tempo de resposta é crescente à medida que os cenários de simulação incluem mais ambulâncias. Em um cenário com 10 ambulâncias, a operadora X apresentou tempo de resposta de cerca de 363 ms, enquanto as operadoras Y e Z apresentaram, respectivamente, tempos de resposta de aproximadamente 444 e 378 ms.

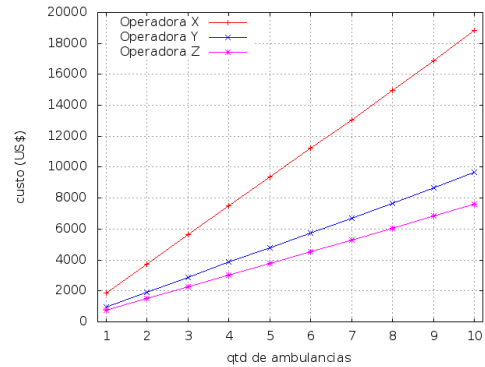


Figura 1. Resultados de custo da franquia de dados doméstica

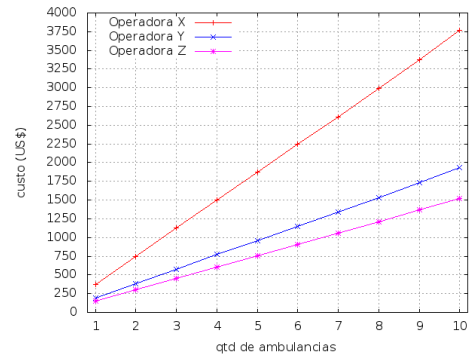


Figura 2. Resultados de custo da aplicação em cada operadora com franquia negociada

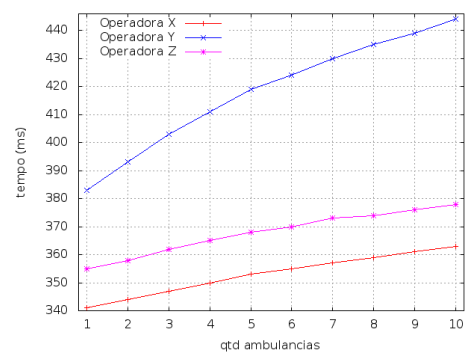


Figura 3. Tempo de resposta da aplicação em cada operadora

A rede possui um custo elevado associado à franquia de dados de cada operadora, quando considerada a franquia doméstica, mostrado na Figura 1. O monitoramento do paciente em trânsito se tornou mais viável economicamente quando tomado os preços das franquias negociadas, a Figura 2 mostra os preços negociados. Os tempos de resposta obtidos nos cenários simulados atenderam aos requisitos do serviço, mesmo levando em conta as características de urgência inerentes à aplicação simulada. O custo econômico devido à franquia de dados doméstica é bastante elevado, podendo custar cerca de US\$ 18.845,00 com o uso da operadora X no cenário com dez ambulâncias, ou cerca de US\$ 7.629,00 fazendo uso da operadora Z, ao qual atingiu os menores valores de custo associado.

Os custos das operadoras são bem menores na negociação da franquia entre empresas e governo, chegando à cerca de US\$ 3.769,00 na operadora X e aproximadamente US\$ 1.525,00 na operadora Z. É possível observar que a operadora X, que apresentou melhor desempenho considerando o tempo de resposta, também foi a operadora que apresentou maiores despesas associadas, além disso, como mostrado na Tabela II, é a operadora com rede de maior confiabilidade, 99,50%. A operadora Z, por sua vez, apresentou o segundo melhor tempo de resposta em todos os cenários, ao passo que obteve os menores valores de custo associados, porém, a confiabilidade da rede é a mais baixa, 93,19%.

Cada atendimento gerou cerca de 0,33 GB de dados que foram trafegados na rede, uma ambulância produz aproximadamente 8 GB de dados de monitoramento por dia, considerando a possibilidade improvável da mesma realizar atendimentos 24 horas por dia. É preciso destacar que os preços considerados nos parâmetros de simulação dizem respeito às franquias de 10 GB de dados/mês, quantidade de dados facilmente superadas pelo modelo da aplicação.

Além do tempo de resposta e custo da franquia de dados, uma aplicação crítica, como as aplicações médicas e de monitoração de pacientes, executando em redes sem fio, devem levar em consideração outros fatores como: confiabilidade da rede, cobertura da rede e pontos cegos. É plausível maiores gastos financeiros em um serviço com maior confiabilidade, toda essa complexidade de variáveis deve ser levada em conta na implantação de uma aplicação como essa.

VI. CONCLUSÕES

Esse trabalho avaliou a viabilidade da implantação de uma nuvem privada governamental e um exemplo de novas aplicações que podem ser implementadas nessa nuvem. Para tal, foi realizada a análise de desempenho e de custo do sistema com o uso de técnica de simulação e a análise de desempenho do sistema proposto. O uso da computação em nuvem para atender demandas do governo já é realidade em muitos países. Os Estados Unidos, por exemplo, desde o ano de 2011 possui um documento, chancelado pela casa branca, chamado “*Federal Cloud Computing Strategy*”, que serve de motivação e guia para migração dos serviços públicos federais para a

nuvem. Nesse documento existe uma prospecção de redução de custo com TIC de 80 bilhões para 20 bilhões de dólares [11].

Dadas as proporções geográficas do Brasil, gerenciar as demandas de TIC de todos os órgãos e unidades localmente é extremamente custoso e ineficiente, além de inviabilizar a implantação de aplicações centralizadas, como ou ainda mais quando essas tecnologias promovem melhorias no atendimento ao usuário.

Os resultados alcançados neste trabalho demonstram os benefícios da implantação de uma nuvem governamental para atendimento a serviços do governo do estado de Sergipe, promovendo a centralização e redução dos gastos com recursos de TIC, possibilitando a implantação de serviços de cuidados em saúde (*healthcare*), redução de gastos com licenças, além de possibilitar uma melhoria da qualidade de serviço através da redução do tempo de resposta. Através de um estudo de caso, este trabalho demonstrou a viabilidade de implantação de um sistema de monitoração de pacientes emergenciais em trânsito.

REFERÊNCIAS

- [1] Puthal, D., Sahoo, B. P. S., Mishra, S., & Swain, S. (2015, January). Cloud computing features, issues, and challenges: a big picture. In *Computational Intelligence and Networks (CINE), 2015 International Conference on* (pp. 116123). IEEE.
- [2] Calabrese, B., & Cannataro, M. (2015). Cloud computing in healthcare and biomedicine. *Scalable Computing: Practice and Experience*, 16(1), 118.
- [3] Calheiros, Rodrigo N., et al. "CloudSim: a toolkit for modeling and simulation of cloud computing environments and evaluation of resource provisioning algorithms." *Software: Practice and Experience* 41.1 (2011): 2350.
- [4] Wickremasinghe, Bhatiya, Rodrigo N. Calheiros, and Rajkumar Buyya. "Cloudanalyst: A cloudsimbased visual modeller for analysing cloud computing environments and applications." *Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2010 24th IEEE International Conference on*. IEEE, 2010.
- [5] Liang, Jian. "Government cloud: enhancing efficiency of e-government and providing better public services." *Service sciences (IJCSS), 2012 international joint conference on*. IEEE, 2012.
- [6] Yukai Wang, *Chinese Government Information and E-government*, New Vision no. 02, 2008: P54-56.
- [7] NIST, MELL, P., GRANCE, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*.
- [8] Azure, Microsoft. Disponível em: <<http://azure.microsoft.com/pt-br/pricing/details/virtualmachines>> Acessado em 03 de março de 2016.
- [9] Amazon AWS. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/ec2/pricing>> Acessado em 03 de março de 2016
- [10] Opensignal. Disponível em: <[http://opensignal.com/?lat=-10.9902&lng=37.0691&initZoom=12&isHeatMap=1&netwkType\[\]=4G](http://opensignal.com/?lat=-10.9902&lng=37.0691&initZoom=12&isHeatMap=1&netwkType[]=4G)> Acessado em 10 de março de 2016.
- [11] Kundra, Vivek. U.S. Chief Information Officer. *Federal Cloud Computing Strategy*. White House, Washington, USA. (2011)
- [12] Vergados, D. J., Vergados, D. D., & Maglogiannis, I. (2006, November). Ngl036: Applying wireless diffserv for qos provisioning in mobile emergency telemedicine. In *Global Telecommunications Conference, 2006. GLOBECOM'06. IEEE* (pp. 15). IEEE.