

**UMA VISÃO GERAL SOBRE DEPENDABILIDADE NA  
COMPUTAÇÃO EM NUVEM**

Geycy Dyany de Oliveira Lima<sup>1</sup>  
Luciane de Fátima Silva<sup>2</sup>  
Jamil Salem Barbar<sup>3</sup>

**RESUMO:** Este trabalho apresenta as principais características da Computação em Nuvem, incluindo aspectos de dependabilidade. Tem-se uma visão geral da Computação em Nuvem, dos modelos de serviços reconhecidos pelo NIST e a descrição de uma proposta para construção de um novo modelo de serviço que integre os conceitos de dependabilidade. O atributo chave da dependabilidade descrito neste artigo é a disponibilidade, sendo este atributo um dos principais na assinatura dos contratos entre provedores de serviços e usuários.

**PALAVRAS-CHAVE:** Computação em Nuvem; Dependabilidade; Disponibilidade.

**ABSTRACT:** This paper presents the main features of Cloud Computing, including aspects of dependability. It has an overview of Cloud Computing, the service models recognized by the NIST and the description of a proposal to build a new service model that integrates the concepts of dependability. The key attribute of dependability described in this paper is availability, which is a key attribute in the signature of contracts between service providers and users.

**KEY-WORDS:** Cloud Computing; Dependability; Availability.

## **1. Introdução**

Atualmente a área de Tecnologia da Informação (TI) tem apresentado mudanças significativas e rápidas. Muitos trabalhos estão sendo realizados sobre a virtualização de *software* e *hardware*. Uma área em especial tem chamado a atenção: Computação em

---

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia de Telecomunicações pela Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros (2009) e Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Uberlândia (2014) – geicy@mestrado.ufu.br.

<sup>2</sup> Graduada em Ciência da Computação (2011) e Mestre em Ciência da Computação (2014) pela Universidade Federal de Uberlândia – luciane@mestrado.ufu.br

<sup>3</sup> Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (1985), Mestre em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1990) e Doutor em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1998) – jamil@facom.ufu.br.

Nuvem. Esta tecnologia tem despertado a atenção do âmbito acadêmico com influência direta no mercado empresarial. Surge então uma nova forma de pensar, organizar e gerenciar os recursos tecnológicos como serviços, cujos ambientes podem ser delegados a empresas especializadas em prestação de serviços (Armbrust, 2009).

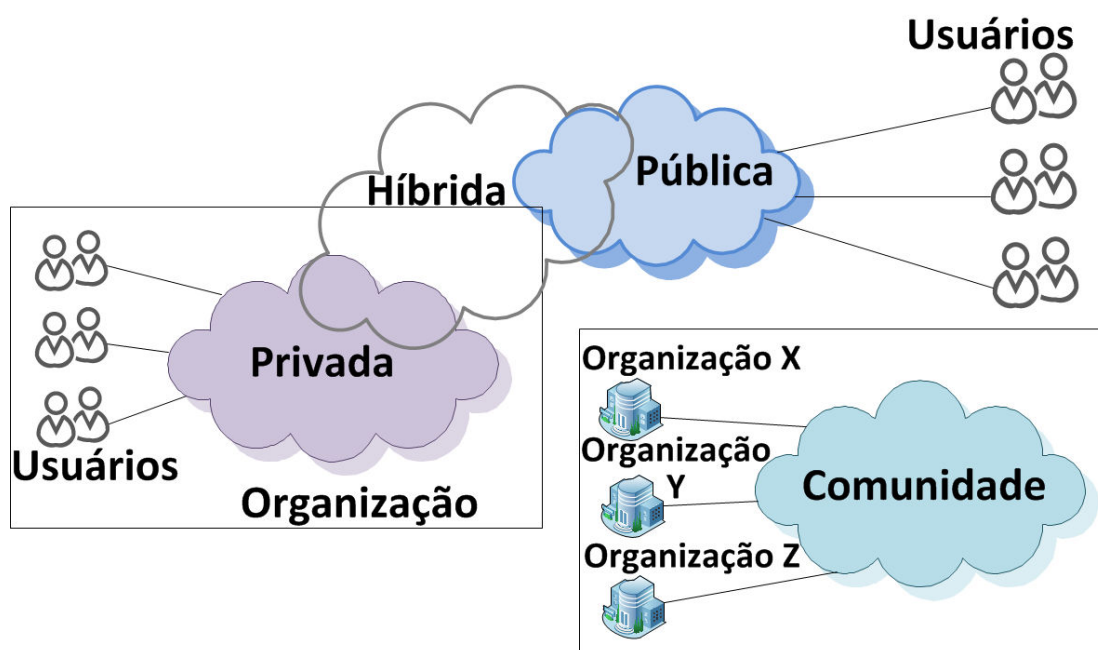
O termo Computação em Nuvem origina-se de uma analogia a um conjunto de componentes que executam serviços para os clientes sob demanda, sendo que, em geral, o consumidor não tem ideia de onde esses serviços são processados, por isso se diz que os serviços estão sendo executados nas nuvens. A Computação em Nuvem é uma tecnologia onde os recursos de TI são enormemente escaláveis e os recursos são fornecidos aos clientes como serviços, através da *Internet* (Sabahi, 2011). O Instituto Nacional de Padrões Tecnológicos dos EUA (*NIST*) define Computação em Nuvem como uma tecnologia que permite gerenciar recursos compartilhados tais como: servidores, redes, sistemas de armazenamento e serviços. Sendo assim possível seu fornecimento de forma rápida, com mínimo de esforço gerencial ou interação com o prestador de serviços (USA Department of Commerce, 2011).

Para um melhor entendimento sobre a Computação em Nuvem é necessário conhecer suas principais características. As características essenciais para a Computação em Nuvem são (Campos, 2010): serviço sob demanda, acesso em banda larga, *pooling* de recursos, elasticidade rápida e bilhetagem. Essas características são descritas a seguir:

- **Serviço sob demanda:** É a capacidade de um consumidor provisionar recursos computacionais tais como servidores e memórias sem a necessidade de intervenção humana.
- **Acesso em banda larga:** É a capacidade de disponibilizar os recursos e serviços através das redes por qualquer dispositivo como *pdas*, notebooks e celulares ou telemóveis.
- **Pooling de recursos:** É a capacidade de atender a vários consumidores ou inquilinos através de arquiteturas como *MultiTenant*. Nesta arquitetura os serviços são pensados de forma que sejam compartilhados entre vários inquilinos ou consumidores, sem que o desempenho de nenhuma seja afetado durante o uso da aplicação.

- **Elasticidade rápida:** Os recursos podem ser rapidamente provisionados. Em muitos casos de forma automática dando a sensação ao consumidor de recursos infinitos.
- **Bilhetagem:** É a realização do monitoramento, controle e emissão de relatórios, provendo assim mais transparência para ambos provedores e consumidores.

Segundo o *Cloud Security Alliance (CSA)* e o *NIST*, existem quatro modelos de implantação de Computação em Nuvem, como mostra a Figura 1 (USA Department of Commerce, 2011), (Dillon, Wu e Chag, 2010), (CSA - Cloud Security Alliance, 2011):



**Figura 1:** Modelos de Implantação de Nuvem

- 1) Nuvem privada: Toda a infraestrutura da nuvem é utilizada exclusivamente para uma organização, sendo que esta nuvem local ou remota é administrada pela própria empresa ou terceiros.
- 2) Nuvem pública: A infraestrutura da nuvem é disponibilizada para o público em geral, sendo acessada por qualquer usuário que conheça o serviço.
- 3) Nuvem comunitária: Nesse modelo ocorre o compartilhamento da nuvem por diversas empresas, sendo esta suportada por uma comunidade específica que partilhou seus interesses. Utilizada quando várias organizações apresentam

exigências semelhantes e decidem partilhar parte das suas infraestruturas e ou serviços.

4) Nuvem híbrida: mistura características dos demais modelos.

Os quatros modelos ilustrados na Figura 1 são utilizados para atender a uma organização ou a pessoas de uma forma diferenciada. Os modelos de implantação de Nuvens, de uma forma sucinta, realizam uma classificação do público-alvo ou a abrangência de público que irá utilizar os serviços fornecidos pela infraestrutura. Então, os provedores de serviços em nuvem podem oferecer seus recursos de uma forma livre ou realizar um controle, restringindo acesso aos serviços a um determinado grupo de usuários.

De acordo com o *NIST* existem três modelos de serviços: Infraestrutura como Serviço (*IaaS*), Plataforma como Serviço (*PaaS*) e *Software* como Serviço (*SaaS*) (USA Department of Commerce, 2011). Cada modelo apresenta as suas peculiaridades, o modelo *IaaS* é a parte responsável por prover toda a infraestrutura necessária para *PaaS* e o *SaaS*. O *PaaS* é o modelo em que residem as plataformas de desenvolvimento da Computação em Nuvem. Já o *SaaS* propicia que seus clientes ou consumidores acessem seus aplicativos remotamente.

A Computação em Nuvem tem como objetivo contribuir com a economia no desenvolvimento e implantação dos serviços, diminuindo os custos gerados com mão de obra. Nesta tecnologia a bilhetagem é feita em cima dos recursos utilizados, assim o consumidor paga apenas por esses recursos, evitando assim gastos excessivos com licenças e com desenvolvimento de programas.

Atualmente as empresas estão deixando de se preocupar com a compra de supercomputadores e investindo em mobilidade, portabilidade e elasticidade. Todas estas características estão presentes na Computação em Nuvem. Usar a Computação em Nuvem significa usar uma solução que já nasceu dinâmica, que permite que as soluções escalem, sejam elas quais forem com custos proporcionais à utilização dos recursos (Campos, 2010).

A aquisição de equipamentos para montagem de um sistema de alta disponibilidade gera alto custo, por conta da aquisição de equipamentos, *software* e pela elaboração do projeto. Uma forma de diminuir esses gastos é utilizando os serviços da

Computação em Nuvem. Os serviços na nuvem criam o ambiente necessário para satisfazer todas essas necessidades.

A ocorrência de falhas durante a vida útil de um sistema computacional pode elevar o seu custo e o tempo de execução. Um dos maiores desafios das empresas provedoras de serviços em nuvem é manter a disponibilidade do serviço o mais elevado possível. Para atingir um nível de disponibilidade alto é necessário que o sistema seja confiável (Hosseini e Arasteh, 2011).

A fim de oferecer um serviço eficiente e disponível constantemente, as empresas de provimento de serviços de Computação em Nuvem têm-se esforçado em construir uma infraestrutura de serviço confiável. A dependabilidade é um conceito integrado que abrange os seguintes atributos apresentados na Tabela 1 (Algirdas et. al., 2004):

**Tabela 1:** Atributos da Dependabilidade

	<b>Atributos da Dependabilidade</b>
<b>Disponibilidade</b>	Prontidão para o serviço correto; probabilidade de um sistema estar operacional em um dado instante de tempo.
<b>Confiabilidade</b>	A continuidade do serviço.
<b>Segurança</b>	Ausência de consequências catastróficas para o usuário e o meio.
<b>Integridade</b>	Ausência de alterações inadequada ao sistema.
<b>Manutenção</b>	Disponível para receber modificações e reparos.

Os atributos da dependabilidade como ilustrada na Tabela 1 representam a confiança depositada em determinado sistema em relação ao seu correto funcionamento. Existem os meios para alcançar a dependabilidade dos sistemas computacionais, por exemplo, a tolerância e prevenção a falhas. O atributo chave deste *overview* é a disponibilidade, pois na Computação em Nuvem o funcionamento contínuo do sistema é um dos principais problemas encontrados pelos provedores de serviços.

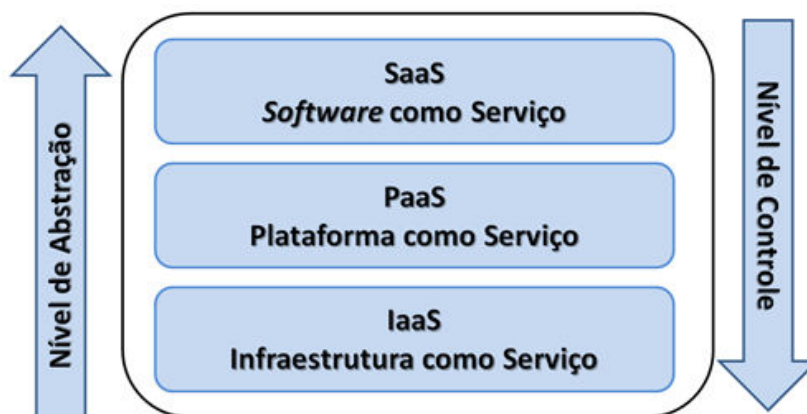
Modelar a dependabilidade de sistemas de Computação em Nuvem não é uma tarefa trivial, em virtude das suas características de alto compartilhamento de serviços, e ampla área de rede, onde não há como garantir que todos os usuários utilizem enlaces de *Internet* confiáveis, a heterogeneidade dos componentes de *software* e de *hardware* e as interações complexas entre eles (Dai, Yang, Dongarra e Zhang).

O objetivo desse *overview* é mostrar uma visão geral da Computação em Nuvem, focando nos aspectos de dependabilidade. Definindo os atributos da dependabilidade e em especial o atributo disponibilidade, que é base para assinatura de muitos contratos entre os provedores de serviços nas nuvens e os usuários. O atributo disponibilidade é a forma em que as empresas de provimento de serviço nas nuvens podem garantir alta disponibilidade aos usuários de acordo com o contrato assinado.

O restante do *overview* está dividido da seguinte forma: na segunda seção têm-se a descrição dos modelos de serviços reconhecidos pelo *NIST*. Na terceira seção encontram-se as características do modelo de serviço que integra aspectos de dependabilidade proposto neste artigo, com a definição de alguns termos da dependabilidade. Na quarta seção apresenta-se o conceito de disponibilidade. Por último têm-se as considerações finais.

## 2. Modelos de Serviços

Há três modelos de serviços reconhecidos de Computação em Nuvem pelo *NIST* (USA Department of Commerce, 2011). Estes modelos são importantes, pois eles definem um padrão arquitetural para soluções de Computação em Nuvem. Os três modelos de serviços são: *Software* como Serviço, Plataforma como Serviço e Infraestrutura como Serviço. Cada modelo tem o seu nível de abstração e controle conforme mostra a Figura 2.



**Figura 2:** Modelos de Serviços

A seguir a definição de cada modelo apresentado na Figura 2:

- 1) **SaaS – Software como um Serviço:** é um conceito de *software* oferecido em forma de serviço ou prestação de serviço. O *software* é executado em um servidor

remoto. Não é necessário instalar o sistema no computador do cliente, basta acessá-lo pela *Internet* com um *browser* (Souza, Moreira e Machado).

**2) *PaaS - Plataforma como um Serviço:*** é a versão intermediária da Computação em Nuvem. Oferece uma infraestrutura de alto nível de integração para implementar e testar aplicações na nuvem. O *PaaS* fornece um sistema operacional, linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento para as aplicações, auxiliando a implementação de sistemas de *software* (Souza, Moreira, e Machado).

**3) *IaaS – Infraestrutura como Serviço:*** é a versão mais básica da Computação em Nuvem. O usuário tem total controle do ambiente desde o *kernel* até as camadas mais superiores. O objetivo é facilitar o acesso aos recursos disponíveis no *SaaS* e *PaaS*. Como característica tem interface única para administrar a infraestrutura, *Application Programming Interface (API)* para interação com *hosts*, *switches*, balanceadores, roteadores e o suporte para adição de novos equipamentos de forma simples e transparente.

### 3. Modelo de Serviço com Dependabilidade

A dependabilidade de sistemas computacionais, sejam eles de missão crítica ou não, é fundamental para sua operação. Exemplos destes sistemas têm-se: sistemas de usinas nucleares, sistemas de escritórios e sistemas de PCs. Todos esperam que os equipamentos, os sistemas etc, nunca apresentem uma falha, isto é, que possuem uma alta dependabilidade (Murphy, 2004). Um sistema é dito como de dependável se ele não falha com frequência e, mais importante, se ele não perde os dados ao falhar (Dai, Yang, Dongarra e Zhang, 2013).

Provedores de Computação em Nuvem devem assegurar a continuidade dos negócios, garantindo a consistência e disponibilidade do serviço prestado por suas plataformas de TI. Deste modo, tais plataformas são críticas, uma vez que a falha em seus componentes pode implicar em grandes perdas financeiras diretas, ocasionadas por descumprimento de contratos ou indiretas ocasionadas por danos a reputação do provedor.

As aplicações desenvolvidas para a Computação em Nuvem devem ser confiáveis, ou seja, elas devem possuir uma arquitetura que permita que os dados permaneçam intactos mesmo que haja falhas ou erros em um ou mais servidores ou máquinas virtuais sobre os quais essas aplicações estão decompostas. Essa característica está associada à realização de cópias de segurança dos dados. O armazenamento dessas cópias deve ser feito em local seguro para que, caso haja alguma falha nas aplicações e elas percam os dados, estes ou pelo menos uma parte deles, possam ser recuperados.

Os contratos assinados entre os provedores de serviços e consumidores na maioria das vezes implicam em uma alta disponibilidade, ou seja, com um tempo de parada mínimo para os consumidores. Apesar da existência desses contratos, falhas no serviço são inevitáveis devido as causas humanas, por exemplo, ataques maliciosos, erros involuntários do administrador ou por causas naturais, como tornados, terremotos etc.

Analisar e modelar a dependabilidade da nuvem não é uma tarefa trivial, devido a complexidade em grande escala do sistema. Vários tipos de falhas são detectados no ambiente de Computação em Nuvem tais como: *Overflow*, *Timeout*, falha de rede, falha de *hardware*, falha de *software* e falha no banco de dados, que são descritas a seguir (Dai, Yang, Dongarra e Zhang, 2013):

- ***Overflow***: A fila de solicitação deve ter um limite para um número máximo de solicitações em espera na fila. Caso contrário, novas solicitações têm de esperar por um tempo muito longo na fila, o que poderia tornar as falhas de tempo limite muito mais dominantes. Portanto, se a fila está cheia, quando um pedido novo chega, ele é simplesmente descartado e o usuário é incapaz de começar o serviço.
- ***Timeout***: O serviço de nuvem normalmente tem o seu devido tempo definido pelo usuário ou o provedor de serviço. Se o tempo de espera do pedido na fila é longo, a falha de tempo limite ocorre.
- **Falha de *Software***: As subtarefas são na verdade programas de *software* rodando em diferentes recursos computacionais, que podem conter falhas de *software*.



- **Falha no Banco de Dados:** O banco de dados armazena os dados necessários, também pode falhar, fazendo com que as subtarefas durante a execução não possa acessar os dados necessários.
- **Falha de *Hardware*:** Computadores e servidores podem apresentar falhas de *hardware*.
- **Falha de Rede:** Quando subtarefas acessam dados remotos ou os canais de comunicação, elas podem ser quebradas fisicamente ou logicamente podendo gerar falhas de rede.

A dependabilidade da Computação em Nuvem é muito crítica, mas difícil de analisar devido a suas características de compartilhamento de serviços em grande escala, ampla área de rede, componentes de *software* e de *hardware* heterogêneos e interações complexas entre eles. Logo, os modelos de confiabilidade para *software* e de *hardware* puros e redes convencionais não podem ser simplesmente aplicados para estudar a dependabilidade da nuvem. Outro fator que influencia na dependabilidade é a conexão com a *Internet*, muitos dos usuários dos serviços de computação na nuvem não tem conexões rápidas e confiáveis de *Internet*, afetando assim a dependabilidade da Computação em Nuvem.

São apresentadas a seguir as definições de falha, erro e falta para um melhor entendimento dos conceitos de dependabilidade. Estas definições são oriundas da Engenharia de *Software* (Musa, Iannino e Okumoto, 1987):

- **Falha (Failure):** é um evento que ocorre quando a função realizada pelo sistema não está de acordo com a correta especificação que foi definida para a sua execução;
- **Erro (Error):** parte do estado do sistema que pode ocasionar uma falha do sistema;
- **Falta (Fault):** a suposta causa de um erro, se ela provocou um erro é chamada de falta ativa as que não ocasiona um erro são conhecidas como falta latente.

Os meios para alcançar a dependabilidade são as ferramentas, métodos e soluções que possibilitam aos sistemas a capacidade de fornecer serviços com confiança. Nas últimas décadas, muitas técnicas foram desenvolvidas para alcançar os vários atributos

da dependabilidade. Essas técnicas podem ser agrupadas em quatro grandes categorias, a seguir será detalhada cada categoria individualmente (Algirdas et. al., 2004).

### **3.1 Prevenção a falhas**

A prevenção a falhas se baseia na utilização de componentes e métodos robustos durante a construção do sistema (ou plataforma) de modo a evitar a ocorrência de falhas durante o funcionamento. Entretanto, por melhores que sejam os componentes e as técnicas utilizadas é impossível prevenir todas as falhas. Alguns sistemas podem ser extremamente complexos e de composição completamente heterogênea de maneira que prevenir a ocorrência de falhas se torna uma tarefa muito complicada. Além disso, eventos físicos externos podem levar o sistema a falhar.

### **3.2 Tolerância a falhas**

Tolerância a falhas se baseia na utilização da redundância necessária para capacitar o sistema da habilidade de prover um serviço confiável mesmo após a ocorrência de falhas. A construção de mecanismos de tolerância a falhas em sistemas distribuídos, como aqueles que se apresentam em ambientes de Computação em Nuvem, deve considerar aspectos básicos, os quais se relacionam não apenas com as hipóteses de falhas, mas também com os modelos de sincronia na interação entre os componentes do sistema, ou seja, síncronos (limites temporais conhecidos) e assíncronos (limites temporais desconhecidos). Os modelos tradicionais de sincronia para sistemas distribuídos são caracterizados por configurações homogêneas e estáticas em termos dos aspectos temporais, significando que, uma vez definidas, as características temporais dos componentes não muda ao longo do tempo.

### **3.3 Remoção de falhas**

A remoção de falhas é realizada durante a fase de desenvolvimento e a vida operacional do sistema, tem como objetivo principal reduzir o número de falhas no sistema e sua gravidade. Logo, essa técnica busca alcançar a dependabilidade reduzindo o número de falhas durante as fases citadas anteriormente.

### **3.4 Previsão de falhas**

A previsão de falhas tem a função de estimar o número atual, a incidência futura e as prováveis consequências das falhas ao sistema. Essa técnica realiza uma avaliação do comportamento do sistema em relação à ocorrência ou ativação de falhas. As análises podem ser qualitativas ou quantitativas. Na análise qualitativa, elas são identificadas e classificadas baseadas nas falhas que eles podem ocasionar ao sistema. No método quantitativo, métricas de dependabilidade são coletadas e analisadas.

### 3.5 Métricas para dependabilidade

Algumas métricas são utilizadas para entender e compreender a dependabilidade. Existem algumas métricas relevantes que podem colaborar na compreensão (Bauer e Adams, 2012) da confiabilidade e disponibilidade, dentre elas, tem-se:

- **Nível de instância do componente:** são as medidas de cada componente do sistema de forma individual. Cada componente do sistema, por exemplo, *firewalls*, servidores e banco de dados tem grande importância no desempenho final do sistema.
- **Nível do centro de processamento de dados primário:** avalia o desempenho global dos serviços oferecidos pelo conjunto de instâncias de componentes em um determinado centro de processamento de dados (nominalmente primário).
- **Nível do serviço:** captura o desempenho geral do serviço através de um conjunto de centro de processamento de dados.
- **Nível de serviço fim-a-fim:** os usuários finais dos serviços acessam a solução através de um dispositivo como *smartphone*, *laptop*, *tablet* etc. Utilizando uma rede fixa ou móvel. Estes equipamentos estão sujeitos a falhas que podem comprometer o desempenho do serviço.

## 4. Disponibilidade

A alta disponibilidade é uma capacidade chave para as organizações que estão iniciando o uso de serviços nas nuvens. Para garantir que um sistema tenha alta disponibilidade na Computação em Nuvem é necessário atender um número de recursos como vulnerabilidade da rede, redundância e tolerância às diversas falhas que podem ocorrer durante a execução do sistema.

A disponibilidade pode ser afetada temporariamente ou permanentemente e também pode ser parcial ou completa. Algumas ameaças a disponibilidade são ataques a serviços, falhas em equipamentos, interrupções temporárias e prolongadas, desastres naturais etc. O tempo de inatividade não planejado do sistema pode impactar de forma crucial o cumprimento do contrato entre o provedor de serviço e o consumidor.

Uma das formas de garantir essa alta disponibilidade é pela capacidade de *failover*. O *failover* é o processo no qual uma máquina assume os serviços de outra, caso apresente alguma falha (Yang et. al., 2011). Ele pode ser configurado de forma manual ou automático. Em um *cluster* de *failover*, todos os nós do *cluster* estão cientes dos recursos partilhados com todos os outros nós e da sua disponibilidade de serviços. Assim, quando um recurso ou *hardware* falhar, o serviço de *cluster* pode transferir automaticamente as cargas de trabalho em execução num nó para outro. A Figura 3 ilustra o modelo de processo *failover*.

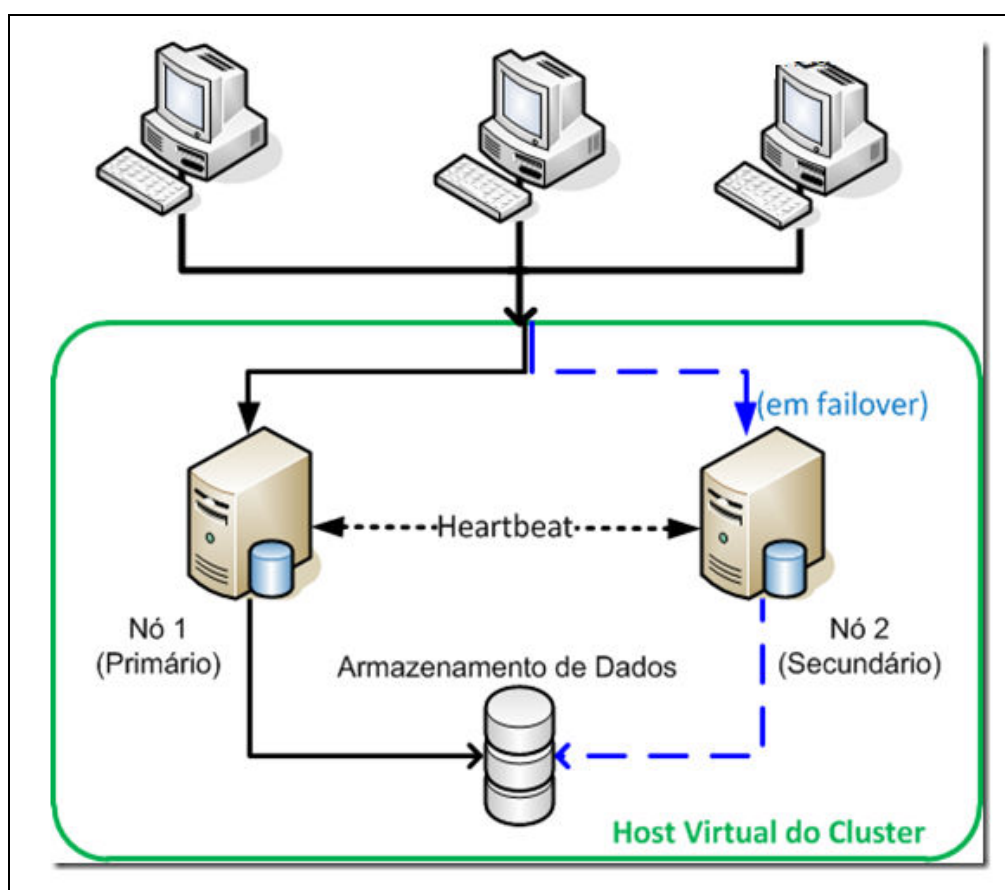


Figura 3. Modelo do processo *failover*

Para realizar o cálculo da disponibilidade dos sistemas utilizam-se algumas métricas que serão obtidas dos dados de falhas apresentadas pelo sistema. São o Tempo Médio para a Falha (MTTF), Tempo Médio de Reparo (MTTR) e o Tempo Médio Entre as Falhas (MTBF). Esse cálculo irá auxiliar na tomada de decisões do provedor, para garantir que o serviço prestado tenha um nível de confiabilidade cada vez maior. A disponibilidade é calculada sobre essas medidas, como mostra a seguir (Yang et. al., 2011):

$$Disponibilidade = \frac{T_{operacional}}{T_{operacional} + T_{reparo}} \quad (1)$$

$$Disponibilidade = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \quad (2)$$

onde  $T_{operacional}$  representa o tempo de operação do sistema e  $T_{reparo}$  é o tempo de reparo do sistema após a presença de uma falha. As Equações 1 e 2 representam a disponibilidade de um serviço prestado por algum provedor. A Equação 3 apresenta a probabilidade de que haja uma falha no decorrer do tempo  $t$ :

$$F(t) = P[0 \leq T \leq t] = \int_0^t f(x) dx \quad (3)$$

onde  $F(t)$  é a função de distribuição acumulada da variável aleatória  $t$ .

A função de confiabilidade, também chamada função de sobrevivência de um sistema, é a probabilidade de que não haja falha até o tempo  $t$ , é definida pela Equação 4:

$$R(t) = P[T > t] = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(x) dx \quad (4)$$

A modelagem desses dados deve ser realizada com auxílio de ferramentas estatísticas e em tempo real, para garantir aos provedores de serviços uma forma ágil e fácil de prover serviços com confiabilidade.

A forma de maximizar a disponibilidade da nuvem é reduzindo o tempo de inatividade do serviço. Essa diminuição deve ocorrer em cada uma das quatro categorias gerais de tempo de parada do serviço:

- Redução do tempo de inatividade atribuível ao produto.
- Redução do tempo de inatividade atribuível ao centro de processamento de dados.
- Redução do tempo de inatividade no gerenciamento dos serviços de TI.
- Redução do tempo de inatividade na recuperação de desastres.

## 5. Considerações Finais

Tem-se a partir deste artigo uma visão geral da Computação em Nuvem, suas características principais e uma descrição detalhada dos modelos de serviços reconhecidos pelo *NIST* e os tipos de nuvens existentes. Os aspectos de dependabilidade para um modelo de serviço é mostrado, destacando a importância do atributo disponibilidade para sistemas nas nuvens.

A análise realizada demonstra os riscos encontrados na Computação em Nuvem que afetam a fidedignidade do sistema, mostramos que é possível projetar um ambiente com alta dependabilidade na nuvem. A disponibilidade é tratada nesse *overview* como um dos atributos principais para garantir a dependabilidade do sistema. Percebe-se a importância de garantir alta disponibilidade em ambientes de Computação em Nuvem, devido à necessidade de atestar os termos descritos durante a assinatura do contrato entre provedores e usuários.

## Referências

Algirdas, A., Jean-Claude, L., Brian, R., Carl, L. (2004). **Basic Concepts and Taxonomy of Dependable and Secure Computing**. *IEEE TRANSACTIONS ON DEPENDABLE AND SECURE COMPUTING*, 1(1), pp. 11 - 33 .

Armbrust, M. (2009). **Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing**. *Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley*.

Bauer, E., Adams, R. (2012). **Reliability and Availability of Cloud Computing**. New Jersey: Wiley.

Campos, P. P. (2010). **Um Panorama das Técnicas de Segurança em Cloud Computing**. (Universidade Federal de Santa Catarina) Retrieved Novembro 22, 2012, from <https://svn.inf.ufsc.br/pedropaulovc/RedesI/ArtigoCloudComputing/document.pdf>

CSA - Cloud Security Alliance. (2011). **Security Guidance For Critical Areas Of Focus In Cloud Computing V3.0**. *Cloud Security Alliance*.

Dai, Y. S., Yang, B., Dongarra, J., Zhang, G. (2013). **Cloud Service Reliability: Modeling and Analysis**. Department of Industrial and Information Engineering, University of Tennessee, Knoxville, TN, USA.

Dillon, T., Wu, C., Chag, E. (2010). **Cloud Computing: Issues and Challenges**. *IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, pp. 27-33.

Hosseini, M. J., Arasteh, B. (2011). **An efficient and low cost monitoring system to improve availability and reliability of grid services**. *Computer Science and Network Technology (ICCSNT), 2011 International Conference on*, pp. 2597 - 2601 .

Murphy, B. (2004). **Automating Software Failure Reporting**. *Magazine Queue - System Failures*, 2, pp. 42-48.

Musa, J. D., Iannino, A., Okumoto, K. (1987). **Software Reliability Measurement, Prediction, Application**. McGraw-HILL INTERNATIONAL EDITIONS.

Sabahi, F. (2011). **Cloud computing security threats and responses**. *Communication Software and Networks (ICCSN), 2011 IEEE 3rd International Conference on*, pp. 245-249.

Souza, F. R., Moreira, L. O., Machado, J. C. (n.d.). **Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios**. Retrieved Novembro 18, 2012, from [http://www.es.ufc.br/~flavio/files/Computacao\\_Nuvem.pdf](http://www.es.ufc.br/~flavio/files/Computacao_Nuvem.pdf)

USA Department of Commerce. (2011). **National Institute of Standards and Technology. Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing**.

Yang, C.-T., Chou, W.-L., Hsu, C.-H., Cuzzocrea, A. (2011). **On Improvement of Cloud Virtual Machine Availability**. *CLOUDCOM '11 Proceedings of the 2011 IEEE Third International Conference on Cloud Computing Technology and Science*, pp. 122-129 .