

CLOUD-BASED SYSTEM FOR MONITORING DATA CENTERS' RESOURCES OVER 5G NEW RADIO VISION

Beatriz Correia Santos¹, Maykon Henrique Ferreira da Silva¹, Navid Portela Salehi¹

¹Amazonas State University, Manaus, Brazil

Department of Electrical Engineering, Amazonas State University, Manaus, Brazil

{bmds.eng16, mhfds.eng, nps.eng16}@uea.edu.br

ABSTRACT: *Cloud Computing has evolved along with the fifth generation of mobile networks (5G), making possible, in addition to current cloud storage services, utility-oriented IT services for worldwide users. Based on the pay-as-you-go model, which allows the hosting of consumer, scientific and commercial domain applications. However, these data centers that host applications consume a large amount of energy, which generates high costs, occasionally higher carbon emissions and energy waste due to thermal noise. This paper aims to explain about cloud computing, 5G cloud-native infrastructure and the project of a micro-case for monitoring the resources of a Raspberry Pi embedded system and using the Thingspeak Cloud solution for processing and generating usage statistics. With these usage statistics, future improvements in system resource management can be developed.*

Keywords: *Cloud Computing, Raspberry PI, Thingspeak Cloud, 5G.*

INTRODUÇÃO

O termo computação em nuvem, segundo [Taurion, 2009], surgiu em 2006 em uma palestra de Eric Schmidt, da Google, sobre como sua empresa gerenciava seus data centers. Hoje, a computação em nuvem, se apresenta como o cerne de um movimento de profundas transformações do mundo da tecnologia. A nuvem é uma representação para a internet ou infra-estrutura de comunicação entre componentes arquiteturais, baseada em uma abstração que oculta a complexidade da infra-estrutura. Cada parte desta infraestrutura é provida como um serviço, e estes serviços são normalmente alocados em data centers, utilizando hardware compartilhado para computação e armazenamento [Sousa, 2009].

A computação em nuvem permitiu uma explosão em serviços e aplicativos de computação em larga escala. O NIST – National Institute of Standards and Technology conceitua cloud computing como um modelo de fornecimento de acesso à rede sob demanda com compartilhamento de recursos computacionais configuráveis que podem ser rapidamente alocados e liberados com o mínimo de interação com o provedor [Zhang, Cheng, Boutaba, 2010]. Uma plataforma de computação em nuvem ideal é eficiente no uso de recursos, escalável, elástico, altamente disponível e acessível, interoperável e portátil. Além destes aspectos existem também tecnologias distintas que se relacionam intimamente com o cloud computing, como: grid computing, utility computing, virtualização e autonomic computing.

Para [Buyya, 2008], uma nuvem é um tipo de sistema paralelo e distribuído que consiste de uma coleção de computadores virtualizados e interconectados que são provisionados de forma dinâmica e apresentados como um ou mais recursos computacionais unificados. Estes recursos são disponibilizados e controlados através de acordos relacionados

aos serviços que são estabelecidos entre um prestador e um consumidor sendo definidos a partir de negociações entre as partes.

Entre as propriedades da nuvem tem-se: eficiência de recursos, elasticidade, serviços de autogestão, acessibilidade e alta disponibilidade [Taurion, 2009]. A eficiência de recursos refere-se ao agrupamento da computação e rede para fornecer serviços a vários usuários. A alocação de recursos é adaptada dinamicamente de acordo com a demanda. A elasticidade é relativa aos recursos computacionais que podem ser rapidamente provisionados para escalar verticalmente ou reduzir de acordo com a demanda do consumidor. Os serviços de autogestão são a possibilidade do consumidor fornecer serviços em nuvem, como aplicativos da web, servidores tempo, processamento, armazenamento e rede conforme necessário e automaticamente sem a necessidade de humanos interação com o provedor de cada serviço. Acessibilidade e alta disponibilidade significa que os recursos de nuvem estão disponíveis na rede a qualquer momento e em qualquer lugar e são acessados por meio de mecanismos que promovem o uso por diferentes tipos de plataforma (por exemplo, telefones celulares, laptops e PDAs).

A última década foi marcada por avanços tecnológicos na área de telecomunicações com a robustez do sistema de envio de dados. A emergência de novas tecnologias de comunicação sem fio como o 5G propiciam interação maior entre uma cadeia de dispositivos móveis. Isso deve-se por uma diminuição da latência, ou seja, o atraso de um dado quando transferido de um ponto a outro. A redução dessa variável viabiliza conexões mais rápidas e respostas em tempo real, o que combina vai de acordo com as necessidades atuais.

No contexto da cloud computing, o 5G está transformando o uso da nuvem que, além do crescente número de smartphones o que por si gera alta densidade no que diz respeito ao número de usuários simultâneos, inclui a alta demanda de dispositivos IoT largamente utilizados tanto na indústria quanto domesticamente. Esse cenário é animador e desafiador para os profissionais da área, visto que há uma infinidade de processos que podem usufruir da cloud, simultaneamente ao fato desta tecnologia de comunicação ser recente. Neste cenário, o presente artigo pretende contextualizar a relação entre 5G e cloud computing, apresentando metodologias utilizadas na integração entre essas duas tecnologias.

5G CLOUD-NATIVE INFRASTRUCTURE

O modelo atual de Cloud Computing usa máquinas virtuais com configurações de poder computacional pré-estabelecidas para o usuário, independentemente do uso de recursos, esse modelo necessita de um sistema completo operando na máquina virtual e impossibilita a otimização de recursos pois os recursos não podem ser alterados dinamicamente. Como solução o uso de containers permite que apenas o kernel e pacotes necessários estejam operando e as configurações sejam dinamicamente alteradas permitindo uma maior otimização dos recursos do sistema. Assim, na visão de sistemas 5G Cloud-Native, representado na Figura 1, O Consumer através de um dispositivo que pode ser chamado de User Equipment (UE) pode se conectar no sistema através de uma vRAN (virtual Radio Access Network) e consumir um CNF (Container Network Functions) encapsulado em um Kubernetes Cluster, que é acessado pelo Service Proxy, assim utilizando dinamicamente um Data Center físico. [F5, 2020]

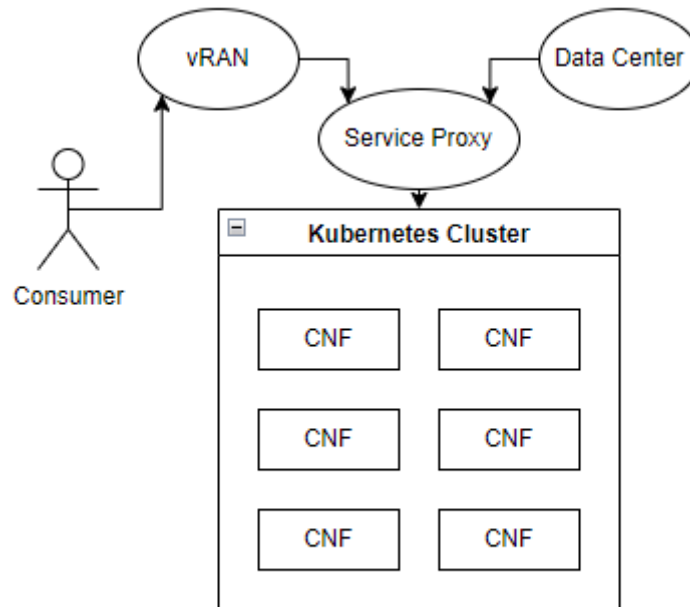


Figura 1. 5G Cloud-Native Infrastructure.

MATERIAIS E MÉTODOS

O método de pesquisa deste artigo foi uma pesquisa bibliográfica com intuito de realizar um estudo descritivo abrangendo o cloud computing e sua infraestrutura e sobre o 5G. O levantamento foi feito através de pesquisas em artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e sites confiáveis relacionados ao cloud computing, sua infraestrutura e o 5G.

Na etapa posterior a pesquisa bibliográfica, foi feito um levantamento sobre ferramentas de simulação em nuvem que são uma solução viável para analisar o comportamento de um sistema considerando uma característica específica em diferentes cenários. Uma das características importantes e que se torna um desafio da nuvem é a economia de energia. Foi proposto a análise de estresse de um processador a fim de demonstrar o quanto pode-se ter um aumento de energia baseado no aquecimento do hardware. Para isto utilizou-se a plataforma IoT Cloud ThingSpeak onde você pode enviar dados de sensores para a nuvem e uma Raspberry Pi para simular um computador.

IMPLEMENTAÇÃO

Os estudos a respeito de cloud computing estão intrinsecamente ligados ao desenvolvimento de estruturas de controle de dados, sejam eles vinculados ao tráfego digital ou relacionados diretamente à variáveis físicas. Esta última se destaca no atual cenário, sendo popularmente conhecida como internet das coisas (IoT). A fim de vislumbrar uma das muitas ferramentas de Cloud disponíveis e suas funcionalidades, foi desenvolvido um micro-caso de monitoramento da temperatura da CPU e GPU de um microcomputador, para representar o monitoramento de um *data center*.

Com a evolução tecnológica os computadores adquiriram tanta potência que as soluções de refrigeração tiveram de evoluir na mesma proporção. Os primeiros processadores exigiam dissipador e cooler de tamanho reduzido, porém agora, modelos com Heatpipes e ventoinhas de grande porte são necessários. Além dos processadores, as placas de vídeo, memórias, fontes, chipsets e HDs também necessitam de uma temperatura específica para atuarem de maneira apropriada. Por isso, as preocupações com a temperatura dos computadores estão cada vez mais constantes, visto que podem afetar diretamente seu funcionamento.

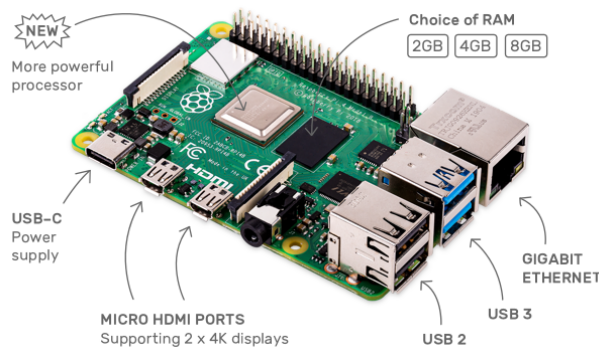


Figura 2. Raspberry Pi 4 Modelo B (Raspberry Foundation, 2022)

O microcomputador utilizado para o monitoramento foi o Raspberry Pi 4 Modelo B (vide figura 2). A ferramenta utilizada para processamento de dados foi o Thingspeak Cloud e os scripts foram desenvolvidos em Python. Foram desenvolvidas três funções: duas para a coleta de dados de temperatura, `temp_gpu()`, `temp_cpu()`; e uma para fornecer a quantidade de memória ocupada, `getfree()`. Elas acessam valores guardados em arquivos no diretório local, visto que o Raspberry têm funções internas que geram esses parâmetros e, retornam os valores lidos.

```
def temp_gpu():
    gpu_temp = os.popen("vcgencmd measure_temp").readline()
    os.close()
    ...
    return gpu_temp

def temp_cpu():
    with open(r"/sys/class/thermal/thermal_zone0/temp") as File:
        cpu_temp = File.readline()
    ...
    return cpu_temp

def getFree():
    free = os.popen("free -h")
    i = 0
    ...
    return(line.split()[0:7])
```

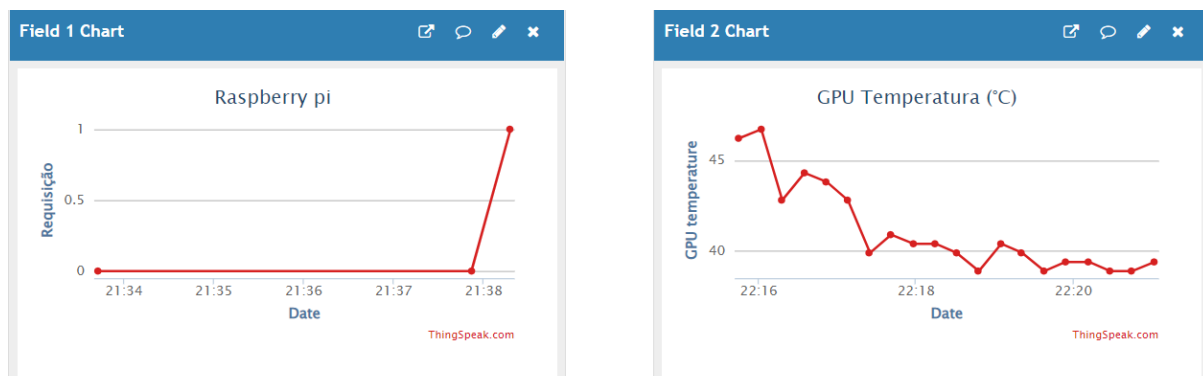
Após a leitura, os dados são enviados à ferramenta Cloud a fim de serem processados. Foi definido que apenas enquanto fosse enviado “1” do Thingspeak para o Raspberry, as informações de temperatura seriam mandadas para a API da cloud. A variável responsável por guardar os valores mandados pela cloud foi denominada “requisicao”. Para obtenção da taxa de uso da cpu em porcentagem foi usada a biblioteca psutil. Além disso, é possível compreender que a variável “channel” mostrada a seguir se refere ao endereço pelo qual serão enviados os dados de temperatura, uso de memória e uso da cpu. Essa variável precisa de um identificador e uma chave de escrita que são disponibilizados nas configurações da cloud. Por fim, a variável "response" é a responsável por alocar os valores de temperatura lidos e separá-los para enviar ao Thingspeak.

```
channel = thingspeak.Channel(id=channel_id, api_key=write_key)
requisicao=requests.get('https://thingspeak.com/channels/.../fields/1/last?key=...')
if requisicao.text == "1":
    load=psutil.cpu_percent()
    mem = getFree()
    memory=(float(mem[2])/1000)/float(mem[3])*100
    response=channel.update({'field2': float(temp_gpu), 'field3': temp_cpu, 'field4': load,
'field5':memory})
```

O Thingspeak possui uma interface de fácil entendimento. É amplamente utilizado em projetos de monitoramento para dispositivos IoT. Sua arquitetura consta com analisadores de dados do Matlab o que agrega uma camada robusta no que se refere à análise complexa de dados. A versão utilizada foi a gratuita, o que por conseguinte limita a utilização de todas as funcionalidades, porém para o objetivo deste experimento, a utilização desta versão não influenciou nos resultados. A maior limitação observada foi em relação à taxa de envio de dados que, para versão gratuita, é de um envio a cada 15 segundos.

RESULTADOS

Após a configuração da plataforma obtiveram-se os gráficos abaixo (Figura 3):



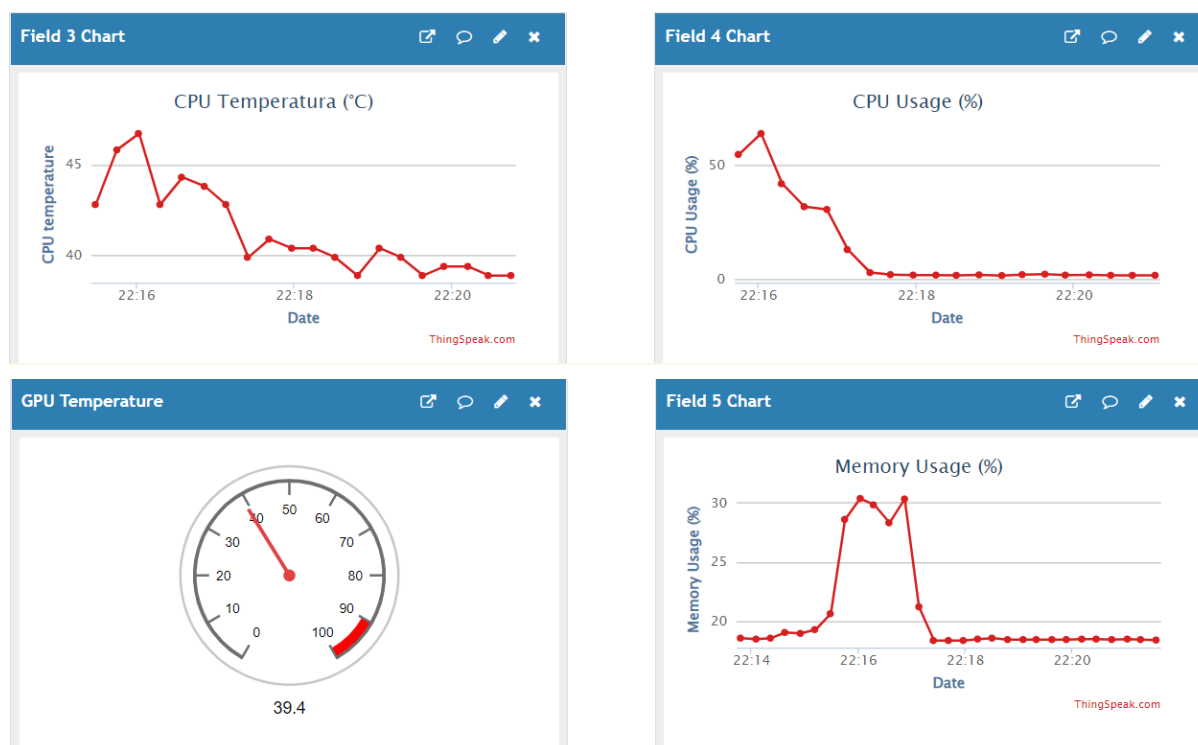


Figura 3. Monitoramento de parâmetros com Thingspeak (Fonte própria, 2022)

Foi realizado um teste onde um vídeo foi reproduzido, com isso o consumo de memória passou de 15% para 30%; o uso da CPU foi de 50% para aproximadamente 55%; a temperatura da CPU foi de 43°C para 47°C (aumento de 9,3%); e a temperatura da GPU foi de 46°C para 47°C (aumento de 2,17%). Os números destacados anteriormente condizem com os valores lidos no prompt de comando do Raspberry. Observa-se que uma tarefa executada no microcomputador que consome muitos dados na rede resulta num alto consumo de memória interna por parte do Raspberry além de aumento na taxa de processamento e, por conseguinte, elevação da temperatura do hardware.

O projeto completo pode ser encontrado em :
<https://gitlab.com/MaykonFerrero/cpu-and-gpu-temperature-monitor-for-a-arm-raspberry>

CONCLUSÃO

A computação em nuvem é uma computação sob demanda onde a nuvem armazena dados no data center, processa os dados armazenados por servidores de alta tecnologia e transfere esses dados pela internet. Devido ao grande número de usuários o requisito de armazenamento da nuvem está aumentando e portanto mais energia é necessária para este armazenamento, para periféricos de rede, softwares e hardwares de processamento de dados e para transmissão de dados. E através da simulação feita neste presente artigo é possível entender que quanto maior a exigência de processamento se tem uma elevação de temperatura do hardware e que consequentemente resulta num maior consumo energético do sistema.

BIBLIOGRAFIA

BUYYA, R., YEO, C. VNUGOPAL, S. Market-oriented cloud 41 computing: Vision, hype, and reality for delivering it services as computing utilities. 2008.

NAZÁRIO, Débora Cabral. "Mapeamento das Publicações Acadêmico-Científicas sobre Cloud Computing." *Anais do Computer on the Beach* (2012): 201-210.

RASPBERRY PI FOUNDATION (2022). "Raspberry Pi". Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/>>. Acesso em: 09/05/2022

F5 (2020). "5G Cloud-Native Infrastructure". <<https://www.f5.com/pdf/solution-guides/deploying-cloud-native-infra-and-5g-core-overview.pdf>>

SOUSA, F., MOREIRA, L., MACHADO, J. Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios. In: Antônio Costa de Oliveira; Raimundo Santos Moura; Francisco Vieira de Souza. (Org.). III Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI). 1 ed. Teresina: SBC, 2009, v. 1, p. 150-175.

TAURION, Cezar. Cloud computing-computação em nuvem. Brasport, 2009.

VERAS, Manoel. Cloud Computing: nova arquitetura da TI. Brasport, 2012.

ZHANG, Qi, Lu Cheng, and Raouf Boutaba. "Cloud computing: state-of-the-art and research challenges." *Journal of internet services and applications* 1.1 (2010): 7-18.

FORCAN, Miodrag et al. Cloud-based system for real-time reading of Smart meters' data over 5G new radio. **Telfor Journal**, v. 13, n. 2, p. 69-74, 2021.

BUYYA, Rajkumar; BELOGLAZOV, Anton; ABAWAJY, Jemal. Energy-efficient management of data center resources for cloud computing: A vision, architectural elements, and open challenges. **arXiv preprint arXiv:1006.0308**, 2010.