

# Simulação vs. Maquete: Mapeamento de Zonas Térmicas em Datacenter

Héctor Paradela<sup>1</sup>, Marcelo N. Paolillo<sup>1</sup>, Ademir Camillo J.<sup>2</sup>, Mauricio A. Pillon<sup>2</sup>

Departamento de Ciência da Computação (DCC)<sup>1</sup> / Pós-Graduação (PPGCA)<sup>2</sup>

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Joinville – SC – Brasil

{hector.paradela, marcelo.paolillo, ademir.camillo}@labp2d.udesc.br,  
mauricio.pillon@udesc.br

**Resumo.** Os softwares de simulação CFD são utilizados para otimizar o fluxo de ar em um datacenter. A arquitetura proposta com uso de IoT permite monitorar e validar esse modelo em tempo real com cargas de trabalho diferentes. Neste trabalho a arquitetura será implementada em uma maquete e comparado os resultados com um simulador comercial.

## 1. Introdução

Os equipamentos de TI em *datacenters*, segundo [Song et al. 2015], consomem cerca de 1,3% de toda a energia elétrica gerada atualmente. [Ahuja et al. 2011], aponta que o consumo de energia em um *datacenter* é dividido, principalmente, em dois elementos: infraestrutura de TI com 52%, e sistemas de suporte com 48%. Dentre os componentes dos sistemas de suporte, a climatização representa 39% deste consumo e afeta diretamente os custos de manutenção [Song et al. 2015].

Internamente, a temperatura sofre interferência direta do calor produzido pelos equipamentos de TI através das correntes de ar geradas pelo aquecimento dos mesmos. Em um *datacenter* climatizado por ar, geralmente o ar frio é inserido por baixo, próximo aos racks de servidores e o ar quente gerado por eles é retirado pelo outro lado. Segundo [Arghode and Joshi. 2013] diversos trabalhos apontam que esse é o modelo mais eficiente. Entretanto, os trabalhos relacionados se preocupam com a pressão do ar injetado no sistema para otimização do resfriamento e menor consumo de energia e não com os locais onde se precisa um maior fluxo de ar frio devido a maior temperatura.

Ferramentas de simulação de fluxo de ar e modelos para otimização de *datacenters* são utilizadas para analisar o ambiente de um projeto existente ou para construção de uma nova estrutura. Eles permitem identificar como o fluxo de ar irá se comportar no ambiente para que a temperatura média do *datacenter* seja mais homogênea possível em todo ambiente, diminuindo os custos com refrigeração e aumentando a vida útil dos equipamentos.

Porém, na prática os equipamentos que são utilizados em *datacenters* possuem carga de trabalho dinâmica, com variações de utilização que podem variar desde um servidor desligado até o mesmo no máximo de sua capacidade de processamento. Gerando assim, diferentes cenários, característica complexa para ser repetida em um simulador ou modelo matemático e principalmente, inviável de ser feita em tempo real.

## 2. Trabalhos Relacionados

Existem diversos trabalhos na revisão da literatura sobre o tema, seja focado em simulação através de CFD (*Computational Fluid Dynamics*), na coleta de informações através de sensores IoT ou através de soluções comerciais específicas para gestão e monitoramento de *datacenters*.

Um dos primeiros trabalhos na área é de [Tang et al. 2008], que desenvolveram um modelo de circulação de ar para *datacenter* visando diminuir o custo com climatização e identificaram redução de 2 a 5 graus na temperatura e 20% a 30% de diminuição no consumo de energia. A alternativa foi simulada diminuindo a taxa de recirculação de ar interno, antes de ser retirado do ambiente. Também utilizando simuladores, [Ahuja, 2012] demonstrou como utilizar o CFD (*Computational Fluid Dynamics*) para analisar um ambiente de *datacenter* de alta disponibilidade e simulou a diferença da temperatura quando se utiliza contenção nos racks, evitando que o ar quente recircule e não seja retirado do ambiente. [Wibrow, 2015] descreve o CFD como uma ferramenta para permitir a análise de informações detalhadas sobre a temperatura e o fluxo de ar um *datacenter*, utilizando o *software ANSYS CFX 16.0* para modelagem e simulação de um *datacenter* real para otimizar a localização dos racks e equipamentos. Porém, como resultado final não foi obtido o esperado, devido a pouca variação na simulação e a falta de medições reais para validar o estudo.

Com a monitoração através de equipamentos, [Bottari, 2014] aborda um tema correlato com a análise de temperatura através de sensores, criando uma rede de monitoramento térmico para detecção de anomalias e previsão de superaquecimento. O objetivo do trabalho é ter uma solução responsiva para o monitoramento que permita reagir rapidamente a mudanças do perfil térmico. As soluções comerciais, permitem o monitoramento de temperatura, através de múltiplos sensores que podem ser instalados nos racks desejados. Outras soluções não são exclusivas para *datacenters* e podem ser instaladas em outros tipos de ambientes. Ambas permitem gerenciar temperatura, umidade, velocidade do ar condicionado, energia, fumaça, entre outros aspectos do *datacenter* de maneira individualizada para gerar alertas de anomalias encontradas.

Nos casos de simulação, os softwares são empregados para uma análise pontual, que não leva em consideração a carga ou estado atual, devido à quantidade de informações que são alteradas em cada novo cenário. O objetivo deste trabalho é comparar através de uma arquitetura de monitoramento IoT os resultados encontrados na simulação do software comercial *Ansys CFX 17.2 Academic* e assim, validar a mesma para que permita o monitoramento em tempo real e futura atuação visando redução de consumo de energia em *datacenters*.

### 3. Arquitetura SGTD

A estrutura de sistemas de IoT são geralmente compostas por módulos, assim cada um desempenha funções específicas com objetivo de otimizar e flexibilizar a utilização do sistema [Cai et al, 2015]. A arquitetura proposta por este trabalho é composta de quatro módulos: **Central de Coleta (C)**, **Central de Processamento (CP)**, **Monitor** e **Gerenciador de Cloud**, cada um com suas características e funções definidas que serão apresentadas na sequência. A estrutura dos módulos pode ser observada na Figura 1.

A arquitetura SGTD (*Sistema de Gerenciamento Térmico de Datacenter*) suporta várias **Centrais de Coleta** independentes, que não estão ligados diretamente entre si. Cada uma delas (C) permite a instalação de **Sensores (S)** conectados via cabo. Os **Sensores (S)** são responsáveis por capturar a informação das condições do ambiente, que podem ser: temperatura, umidade e pressão atmosférica. O período de captura é parametrizável e pode variar de 10s a 60s.

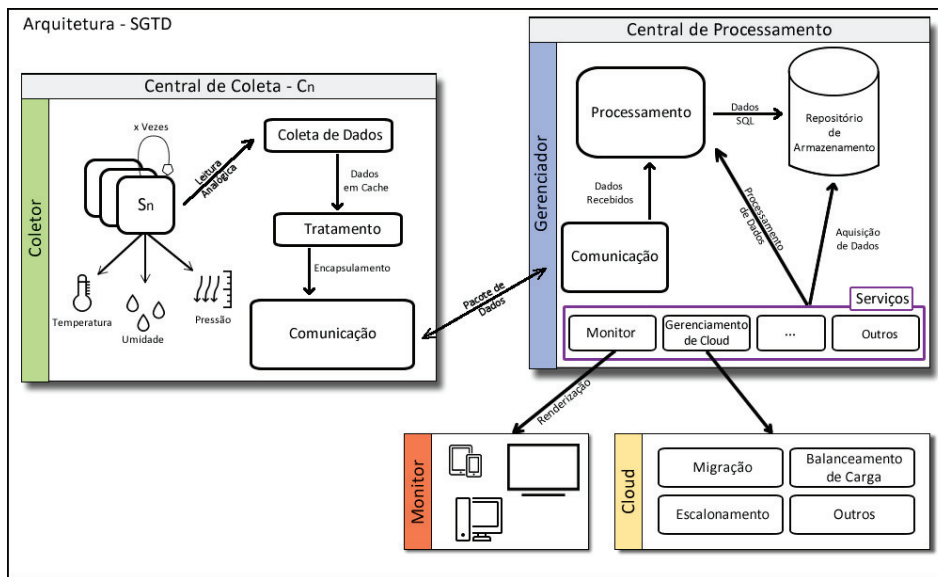


Figura 1. Arquitetura SGTD [Os Autores, 2016]

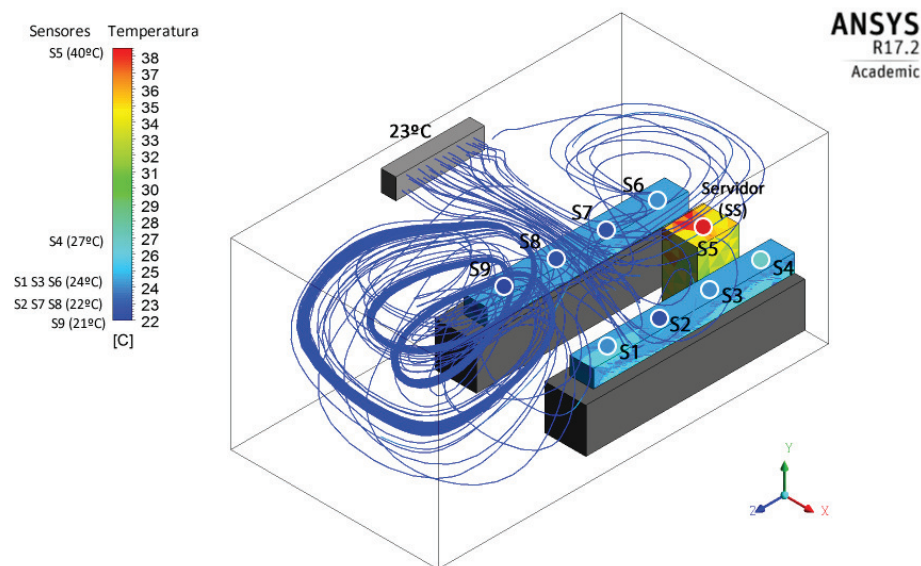
A **Central de Coleta (C)** é responsável pelo processamento das informações recebidas dos **Sensores (S)** e parametrização dos mesmos. É composto de um microcontrolador que permite a leitura de informações através de portas analógicas, as quais estarão conectadas a cada um dos **Sensores (S)** individualmente. Ela também é responsável pela parametrização do tempo de leitura, cálculo da média, identificação do tipo de informação e envio dos dados processados para a **Central de Processamento**.

A **Central de Processamento (CP)** é responsável pelo recebimento dos pacotes de dados através do protocolo HTTP, processamento e armazenamento das informações no banco de dados e prover serviços para **Gerenciamento de Cloud**, além da renderização do fluxo de correntes de ar no módulo **Monitor** em tempo real. O serviço de **Gerenciamento de Cloud** é responsável por prover informações para tomada de decisão através de balanceamento de carga, migração de máquinas virtuais, escalonamento ou outros serviços.

#### 4. Implantação e Resultados

A simulação do ambiente foi realizada utilizando o software Ansys CFX 17.2 *Academic* e permite a modelagem 3D do ambiente, configuração das entradas de ar, temperaturas e equipamentos geradores de calor. Para realizar os testes da arquitetura e validação do modelo CFD foi desenvolvida uma maquete simulando o ambiente real do Laboratório Lab2PD da Universidade em escala 1:11. Na maquete o objetivo é identificar através da leitura dos dados como o mapeamento das correntes de ar acontece na prática e realizar a comparação com o modelo simulado.

Seguindo a arquitetura proposta, a maquete possui 9 sensores de temperatura, posicionados nos locais onde estão instalados os servidores no ambiente real e na simulação. Na Figura 2 pode-se observar a sobreposição dos pontos onde os sensores estão localizados e coletando informações na maquete para comparação com a simulação. A temperatura de entrada de ar frio na simulação e na maquete foi definida em 23°C e para teste de aquecimento, o Servidor (SS) ligado e a uma temperatura de 50°C.



**Figura 2. Comparação Simulação vs. Maquete [Os Autores, 2016]**

Ao analisar as amostras de temperatura nos sensores sobrepostos na simulação, nota-se que os dados são proporcionalmente relativos com as temperaturas simuladas nos Sensores de S1 a S4 e S6 a S9. O sensor S5, localizado no Servidor (SS) que se encontra a 50°, na maquete o valor está em 40° e na Simulação a 38°, devido à falta de precisão do aquecimento do servidor na maquete.

## 5. Considerações Parciais

A arquitetura proposta para mapeamento do fluxo de ar irá permitir o provisionamento dos recursos de acordo com os dados coletados em tempo real no *datacenter*, aumentando a vida útil dos equipamentos e diminuindo os custos com a refrigeração do ambiente. O uso de simuladores permite o projeto e planejamento do *datacenter*, entretanto, não permite a validação em tempo real, objetivo desta comparação. Nos trabalhos futuros será implementada a arquitetura completa, permitindo atuação através dos serviços de Gerenciamento de *Cloud*.

## Referências

- Ahuja, Nishi et al. **Data Center Efficiency with Higher Ambient Temperatures and Optimized Cooling Control**. 27th IEEE SEMI-THERM Symposium. (2011)
- Arghode, V K. Joshi, Y. **Modeling Strategies for Air Flow Through Perforated Tiles in a Data Center** IEEE Transactions On Components (2013)
- Song, Z., Zhang, X., Eriksson, C. **Data Center Energy and Cost Saving Evaluation**. The 7th International Conference on Applied Energy – ICAE2015. (2015)
- Tang, Q. et al. **Energy-Efficient Thermal-Aware Task Scheduling for Homogeneous High-Performance Computing Data Centers**. Parallel distributed systems. (2008)
- Wibron, Emelie. **CFD Modeling of an Air-Cooled Data Center**. Department of Applied Mechanics. CHALMERS UNIVERSITY. Sweden (2015)
- Cai, H. Boyi, X. Jiang, L. Vasilakos, A. **IoT-based Big Data Storage Systems in Cloud Computing**. IEEE Internet of Things Journal. (2015).
- Bottari, Giulio Dariano. **Monitoramento Térmico Responsivo para Centros de Processamento de Dados**. Universidade Federal Fluminense. Niterói. (2014).