



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: UM ESTUDO NO DATA CENTER DA AGETIC/UFMS COM ÊNFASE NA MELHORIA DA CLIMATIZAÇÃO

Rodrigo Santiago do Nascimento Lima¹, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), rodrigo.lima@ufms.br;

Andréa Teresa Riccio Barbosa², Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), andrea.barbosa@ufms.br

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade - FAENG

²Docente do Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade - FAENG

Resumo

A Agência de Tecnologia da Informação e Comunicação (AGETIC) responsável por atender a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) nos serviços de Tecnologia da Informação (TI), tem no Data Center (DC) a grande importância em manter os serviços. Dentro desse contexto foi feito um estudo de caso do data center local, de modo a dar mais atenção à eficiência energética, e a manter a continuidade dos serviços. Associado a isso, também se tem os desafios de qualidade e continuidade de energia elétrica que impactam restritiva e indiretamente, pois a cada expansão tecnológica da universidade gera a necessidade de investimento em novos equipamentos e mais demanda de energia. Nesse contexto, o trabalho apresenta uma análise da demanda utilizada no data center, bem como as características do ambiente e propõe estudo na busca de mostrar que o consumo de energia com refrigeração se mostrou uma preocupação constante no DC, além procurar alternativas que resultem na economia de energia, tendo como objetivo a eficiência energética do local.

Palavras-chave: Data center, Eficiência energética, Sustentabilidade, Climatização no data center.

1. Introdução

Devido a crescente quantidade de dados a serem processados diariamente pela necessidade da indústria de Tecnologia da Informação (TI), faz-se necessário a construção de *Data Centers (DC)* adequados para atender essa demanda e para se obter um ambiente eficiente energeticamente. No caso de falha do DC, ocorre uma inviabilidade no fornecimento do serviço de TI estável e contínuo para atender diversos setores que dependem deste ambiente, tais como o sistema de comunicação do banco, as telecomunicações, as transmissões de dados, entre outros (CHO, PARK, & JEONG, 2019).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Os sistemas de TI e *DC* vêm assumindo, portanto, um papel cada vez mais importante nos negócios das empresas. Desta forma, os serviços de TI continuarão em um crescimento sem precedentes e estarão cada vez mais alinhados aos negócios (PINTO, CAMPOS, & AZEVEDO, 2021).

No fim do ano de 2020 o consumo de energia no *DC* crescerá com expectativa de aumento em torno de 53%, e também junto a indústria de equipamentos de TI aumentará sua capacidade de armazenamento de dados. Simultaneamente, em sua busca por eficiência computacional, propõe-se reduzir o consumo de toda a infraestrutura não computacional, especificamente sistemas de energia e refrigeração (SANTOS, GASPARGASPAR, DE SOUZA, & HERALDO, 2020).

A refrigeração é uma preocupação constante nos DCs, visto que o equipamento de TI deve ser mantido dentro de uma faixa de temperatura adequada, 24 horas por dia. Os *DCs* precisam manter sua infraestrutura ativa para a operacionalização adequada dos seus componentes tecnológicos, que por sua vez geram calor e conseqüentemente necessitam de refrigeração, ocasionando a elevação de consumo de energia (PINTO *et al.*, 2021).

Para execução deste trabalho utilizou-se tanto uma pesquisa bibliográfica quanto de dados da pesquisa aplicada em campo, utilizando a linha de pesquisa em eficiência energética e sustentabilidade. Os autores citados nas referências bibliográficas e suas teorias contribuíram para compreensão da temática desenvolvida no estudo de caso.

Tal estudo torna-se significativo e justifica-se porque busca mostrar que o consumo de energia com refrigeração se mostrou uma preocupação constante no *DC*, pois o equipamento de TI deve ser mantido dentro de uma faixa de temperatura adequada 24 horas por dia. Além disso, esse estudo ressalta a importância de melhorar a eficiência energética no ambiente e possibilitar que os serviços ali processados pelos servidores continuem atendendo a universidade.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é analisar o consumo de energia dos equipamentos do *DC* da AGETIC/UFMS e despertar a busca pela eficiência energética do ambiente. Descrever os equipamentos instalados no *DC*, identificando os fatores que influenciam no consumo e suas especificações operacionais, de modo a avaliar o grau de participação no consumo de energia.

2. Fundamentação teórica

Segundo TUNNER, SEADER, e BRILL (2005), uma infraestrutura tecnológica considerável é necessária em *DC*, pois deve garantir o mínimo de requisitos, mesmo para um nível básico de sistema de disponibilidade (96,671% tempo de atividade por ano). Já em *DC* mais especializados, para fins comerciais, são obrigatórios ter alta disponibilidade, e garantir nível 3-4 (95,995–99,982% de tempo de atividade). Há de se observar também, que atualmente há um intenso interesse em minimizar os problemas ambientais, aumentando cada vez mais a demanda por ambientes de baixo consumo de energia e alta eficiência.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Considerando esses fatores, a busca apenas por confiabilidade deve ser evitada, e a garantia de desempenho estável e eficiente energeticamente deve ser um aspecto importante no projeto de implementação do *DC*.

Com aumento da demanda de serviços baseados na computação em nuvem e aplicações em grande escala, se alcançou grandes quantidades de armazenamento e processamento de dados para atender os diversos serviços essenciais dentro da universidade. Ao mesmo tempo, o rápido crescimento em tamanho e quantidade trouxe muitos problemas para o *DC*, como alto consumo de energia, alto custo e, indiretamente, geração de poluição. Melhorar a eficiência energética de todos os servidores no *DC* também é a principal prioridade para manter a alta eficiência energética do ambiente (LIU *et al.*, 2023).

Segundo MARIN (2011), em termos gerais, o consumo elétrico de um data center geralmente está representado em aproximadamente 50% para climatização, cargas críticas de TI representam 36%, UPS correspondem a 11% e os 3% restantes são utilizados pela iluminação.

Segundo JÚNIOR (2015), o consumo de energia típico de um data center aplicada para TI é de apenas 36%, quase 50% é utilizado pela refrigeração e que um processador converte 100% de energia consumida em calor que conseqüentemente precisa ser retirado do ambiente. Em resumo os maiores pontos para serem tratadas as reduções estão na busca de processadores e equipamentos de TI mais eficientes, além da melhoria do sistema de refrigeração.

Nesse panorama, a TI trouxe enormes benefícios às organizações e a dependência dos recursos computacionais aumentou rapidamente. A dificuldade de gerenciar o crescente parque tecnológico trouxe de volta a necessidade de centralização da gerência dos recursos (GOMES, 2010).

2.1 Estudos abordados da eficiência em DCs

Na literatura, existem abordagens que podem avaliar subáreas de um *DC*. No passado, muitos *KPIs* (*Key Performance Indicators*) diferentes para diferentes áreas foram desenvolvidos pela organização sem fins lucrativos “*The Green Grid*”, e proposto à ISO a criação de padrões, trazendo esses indicadores de desempenho informações necessárias para mensurar a eficiência do objeto traçado (HINTEMANN, & ACKERMANN, 2016).

Dentre os diversos métodos de avaliação de eficiência energética para *DC*, se destaca o PUE (*Power Usage Effectiveness*) que é um indicador importante para avaliar a eficiência energética no *DC*, onde representa a relação entre o consumo total de energia do *DC*, com o consumo do equipamento ali instalado. Incluindo o consumo total de energia do *DC*, o consumido pelos equipamentos de TI (servidores, *switchs*, *storages*, entre outros), equipamentos de refrigeração, iluminação, entre outros objetos ali dentro (LIU *et al.*, 2023).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

A eficácia do uso de energia, o *PUE*, descreve a relação entre o consumo total de energia do *DC* e o consumo de energia de cada equipamento ali dentro, onde o valor 1,0 seria um ótimo valor, informando que 100% do consumo de energia é usado.

Além do *PUE*, outros dois parâmetros são de demasiada importância para análise da dinâmica dos fluidos no interior de um Data Center: o Return Temperatura Index (*RTI*) e o Rack Cooling Index (*RCI*). Para melhor entendimento e quantificação da eficiência de distribuição do ar na sala de cada análise utilizando a ferramenta de cálculo numérico e *CFD* serão apresentados os parâmetros *RCI* (Rack Cooling Index) e *RTI* (Return Temperature Index), que permitem extrair informações importantes a respeito da performance do sistema de climatização um Data Center (MOREIRA, 2022).

É importante ressaltar que esses parâmetros consideram avaliações globais do ambiente e não são necessariamente válidos para todas as regiões do ambiente de TI, bem como não são válidos exclusivamente para uma região específica.

2.2 Modelo abordados na Refrigeração de DCs

Os sistemas de contenção de ar do *DC* são considerados as técnicas mais eficazes para a habilidade e eficiência da distribuição de ar frio. O desempenho térmico de ambos os experimentos de ar mostra que o uso da contenção de corredor quente pode efetivamente melhorar a temperatura ambiente. As estratégias de contenção de ar que podem melhorar a eficiência energética e permitir uma temperatura de entrada de ar uniforme para equipamentos de TI são o *hot-aisle containment (HAC)* e *cold-aisle containment (CAC)*.

O objetivo da contenção de corredor quente (*HAC*) e as estratégias de distribuição de ar de contenção de corredor frio (*CAC*) tornaram-se proeminentes para o resfriamento do *DC* na remoção do calor do equipamento de TI com eficiência. Tanto o *HAC* quanto o *CAC* podem melhorar a capacidade de previsão e a eficiência de um sistema de resfriamento de *DC*. Eles oferecem economia significativa de energia em comparação com as contidas configurações não tradicionais e podem economizar até 23% de energia de resfriamento, o que pode se traduzir em uma redução de 10% no *PUE* (CHO, 2021).

De acordo com CAMARGO (2017), temperatura e umidade do ambiente onde está o *DC* deve estar em níveis adequados para o perfeito funcionamento dos equipamentos dos *racks*. O sistema de refrigeração dentro da sala de servidores deve ser monitorado e informado com alarmes para as supostas alterações, considerando que as oscilações de temperatura podem danificar os equipamentos, devido a isso deve seguir algumas especificações (ISO, 2023).

Segundo CHO *et al.* (2019), foi abordado um estudo do sistema de refrigeração proposto de um projeto de *DC* composto de central *chiller* de *CRAH (Computer Room Air Handling)*, onde utiliza água gelada para garantir a constante temperatura e umidade do ambiente. Os *racks* são instalados em uma estrutura de contenção de corredor frio para

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

permitir um suprimento de ar, *Supply Air* (AS), relativamente alto das unidades *CRAH*. Dessa forma, acontece troca de calor e a água resfriada sofre troca térmica, e em cada processo acontece a recirculação mantendo o ambiente operacional para funcionamento do *DC*.

Dessa forma o melhor tipo de contenção de ar dependerá em grande parte das restrições da instalação. Assim, CHO (2021) apresentou os seguintes cinco benefícios de eficiência para *HAC* e *CAC*:

- Uma temperatura de ar de suprimento/fornecimento (SA) mais alta está disponível em sistemas de refrigeração: um sistema de resfriamento não contido baseado em sala é ajustado para uma temperatura SA muito mais baixa, aproximadamente 13°C, abaixo do nível necessário na sala de equipamentos de TI para evitar pontos quentes;
- Eliminação de pontos quentes: a temperatura SA pode ser igual à temperatura do ar de entrada (18°C a 27°C) do equipamento de TI. O sistema *HAC* ou *CAC* sempre resfriou SA na unidade de ar condicionado (*CRAC/H*) da sala de informática para alcançar a entrada de ar sem mistura de ar;
- Economia de energia: como a temperatura SA pode aumentar, os sistemas podem operar um número maior de horas sem resfriamento mecânico;
- Redução dos controles de umidade: os sistemas de refrigeração podem umidificar a temperatura. Não há necessidade de remover a umidade;
- Dimensionamento correto do sistema de resfriamento com maior eficiência: isso inclui dutos, onde os dutos de ar frio e ar quente são separados.

2.3 Normas

A norma ANSI/TIA 942, existem regras aplicáveis para a classificação do Data Center em quatro classificações independentes de Tiers. A TIA-942 descreve o projeto de Data Center em quatro diferentes áreas, as quais devem ser integradas a fim de que seja obtido um projeto bom e eficiente para o Data Center: telecomunicações, arquitetura e estrutura, elétrica e mecânica (VERAS, 2009).

Na esfera mecânica as principais diretrizes estão vinculadas à climatização do ambiente de confinamento dos racks (componentes de armazenamento e processamento de dados). A TIA-942 apresenta o sistema de refrigeração como um dos principais requisitos no detalhamento de um projeto.

A temperatura e umidade devem ser controladas a fim de serem capazes de garantir a operacionalidade do sistema de maneira ininterrupta. Assim, a temperatura de bulbo seco deve estar entre 20°C a 25°C, a umidade relativa entre 40 a 55%, o ponto máximo de orvalho entre 21°C, a máxima variação de temperatura por hora em 5°C e a umidificação e desumidificação equipamentos devem ser necessários dependendo das condições climáticas de cada local (TIA STANDARD, 2005).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Segundo SANTOS (2014), ele classifica os Data Centers em quatro diferentes camadas de proteção (tiers). Essa classificação é feita utilizando a numeração de um a quatro conforme a respectiva importância do Data Center. Para cada nível de Data Centers são definidas as disponibilidades de operação, um bom exemplo é o tempo máximo “fora do ar” (Downtime), aos quais os Data Centers estão sujeitos. Os níveis são:

Tipo 1: Data Center Básico;

Tipo 2: Data Center com Componentes Redundantes;

Tipo 3: Data Center Auto Sustentados;

Tipo 4: Data Center com Alta Tolerância a Falhas.

Assim como a TIA-942, a ASHRAE classifica os ambientes de Data Center em 4 diferentes categorias (Classe A1, Classe A2, Classe A3 e Classe A4). Os parâmetros adotados pela última são diferentes dos da primeira. A abrangência de ambientes é maior para a ASHRAE, considerando ambientes como pequenos servidores, até mesmo de uso pessoal. A definição das classes é feita pela união de ambientes em operação total e os diferentes níveis de controle sobre cada um deles. Para cada classe a ASHRAE nos apresenta a carta psicrométrica descrevendo a área que cada classe deve habitar dentro do gráfico (ASHRAE TC 9.9, 2021).

Por fim, para todo o ambiente de TI e para atendimento aos valores adequados dos índices abordados, é importante que as condições recomendadas de temperatura e umidade relativa do ar sejam atendidas na face de admissão de ar dos racks, segundo recomenda o comitê técnico 9.9 da ASHRAE.

2.4 Climatização

Sabendo a climatização do *DC* é de extrema importância para o manutenção de boas condições internas no ambiente, aquelas determinadas pelas principais normas que dirigem a boa operação de ambientes de missão crítica, a climatização adequada acaba por ser considerada um dos grandes aliados dos gestores que desejam manter seu site em operação constante e reduzir custos (MOREIRA, 2022).

A climatização é um dos maiores consumidores de energia em um *DC*, algumas técnicas de refrigeração podem ser empregadas com o propósito de reduzir seus custos financeiros e evitar paradas. Entre as principais delas está a redução da mistura do ar frio com o quente (confinamento de corredores); a diminuição de desumidificação desnecessárias (correlação entre baixas temperaturas de insuflamento e baixa umidade relativa do ar); a promoção do resfriamento próximo à carga; a minimização da recirculação do ar, também

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

conhecida como by-pass ou curto circuito de ar; o aumento da temperatura de operação do DC; e a otimização do layout dos espaços (VERAS, 2010).

Do ponto de vista de MORAES NETO (2016), elementos arquiteturais podem, e devem em muitos casos, ser instalados no ambiente de forma a permitir uma melhor difusão do ar por toda a sala e evitar curtos circuitos de ar, racks podem estar dispostos no ambiente de tal forma que exista uma segregação física entre corredores quente e corredores frios, e, além disso, o confinamento destes corredores é uma das técnicas mais utilizadas para aperfeiçoamento da climatização nos projetos mais atuais de ambientes de TI. Ainda, se a preocupação maior for em relação a eficiência de todo o site, equipamentos com as mais modernas tecnologias construtivas e de automação podem ser utilizados de forma a diminuir os custos com a climatização: a utilização de free cooling, resfriamento evaporativo, termo acumulação e sistemas com absorção também podem e devem ser considerados.

De acordo com RASMUSSEN (2011), decisões simples e de baixo custo tomadas no projeto de um Data Centers, podem resultar em economia de 20 a 50% de energia elétrica, e, com um esforço sistemático, até 90% da conta de energia pode ser evitada. Algumas estratégias como adotar plataformas com maior eficiência energética, operar sistemas disponíveis de maneira eficiente, aposentar sistemas, consolidar servidores e virtualização possibilita redução de custos e eficiência elevada.

Para isso, nada é mais eficiente do que estudar como é o comportamento de ar da sala como um todo e tomar as devidas medidas para que o ar gelado chegue de tal forma na face de admissão de ar dos racks. Assim, aliado ao estudo do comportamento do ar da sala por ferramenta de *CFD* (Computational Fluid Dynamics), consideram-se ótimas práticas o confinamento de corredores, a aplicação de equipamentos confiáveis para a operação do ambiente e a utilização de redundâncias em um ou mais níveis (MOREIRA, 2022).

Conforme aponta VAUGHAN-NICHOLS (2019), se você estiver operando seu Data Center de forma ineficiente, como muitas empresas fazem, o orçamento de resfriamento deste pode ser o dobro do custo de compra e execução do hardware. Isso é muito dinheiro desperdiçado *HVAC* (Heat, Ventilation and Air Conditioning), nesse contexto que a procura pelos estudos *CFD* tem se difundido, procurando cada vez mais esse tipo de serviço com o intuito de melhorar a difusão de ar no site e diminuir a chance de ocorrência de downtime e desperdício de energia.

Segundo MARIN (2011), o projeto de climatização do data center ou sistema *HVAC* de um data center é tão importante quanto o projeto de distribuição elétrica. Outra informação que deve ser levada em consideração é que o sistema de ar condicionado gasta aproximadamente 40% de sua alimentação elétrica para resfriar a computer room e que a cada 10kW de carga para retirar calor da computer room, 4kW são utilizados pelo sistema de ar.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Segundo VERAS (2009), uma alternativa para melhorar a refrigeração do data center é utilizar fileiras de racks de frente para outra, formando os corredores quentes e frios. E o enclausuramento destes corredores pode economizar 20% dos custos operacionais de refrigerador (chiller). Já o free cooling é uma técnica de climatização que tem a proposta de reduzir o consumo de energia do data center, fazendo uso da coleta do ar externo ao data center para refrigerá-lo.

Segundo MARIN (2016), os sistemas disponíveis no mercado operam com temperaturas externas na faixa de 17° C e 20° C e são híbridos, comumente empregados na climatização de data centers, ou seja, operam com suporte a um resfriamento no modo tradicional e quando a temperatura externa do data center cai a uma faixa admitida pelo free cooling, a solução é acionada.

3. Metodologia

Na procura pela eficiência energética do local, buscou entender as atividades do local para tentar uma otimização. Nesse contexto, pesquisou-se no Data Center da AGETIC, algumas características físicas do local que possam ser melhoradas para atender os recursos de refrigeração do ambiente, de modo a minimizar a demanda energética do local.

Esta pesquisa foi desenvolvida na área de engenharia, utilizando a linha de pesquisa em eficiência energética e sustentabilidade. Possui uma abordagem multidisciplinar e com métodos quantitativos em que será realizado um levantamento das condições de consumo dos equipamentos em um *DC*.

É importante destacar que essa pesquisa é do tipo aplicada, buscando a solução de um problema prático e também descritivo, com observação do comportamento de funcionamento dos equipamentos do *DC* da AGETIC na UFMS.

Os dados possuem origem mista, com dados primários e secundários, se utilizando tanto de dados bibliográficos, quanto de dados da pesquisa aplicada em campo. Essa pesquisa também se caracteriza como um estudo de caso, por ser um fenômeno a ser observado no ambiente que se deseja investigar um fenômeno dentro de um contexto real.

Para desenvolvimento das atividades apresentadas neste estudo de caso, foram utilizadas as dependências do *DC* da AGETIC, sediada na UFMS. Esse ambiente é responsável pelo funcionamento dos servidores e *storages* que atendem a universidade na capital e no interior, sendo sua capacidade de operação de médio porte. Para tal, foram realizados os levantamentos dos equipamentos instalados no *DC*, assim como suas respectivas potências de consumo de energia elétrica.

3.1 Característica do Data Center AGETIC

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

A estrutura física do *DC* possui piso elevado em 0,3 m em relação à altura do chão, onde passa toda a parte lógica, alguns cabos de energia e possui teto falso (forro) de PVC, onde passam alguns cabos de energia para atender a iluminação, sistema de câmeras de segurança e refrigeração. Para entrada no local, tem como segurança física uma fechadura eletrônica com leitor biométrico, e internamente alguns *racks* possuem sensores de temperatura.

Constituído de oito unidades de *racks* de piso, tendo como principais componentes servidores, sistema de telecomunicações, segurança, sistema de refrigeração e Fonte de Energia Estabilizada (UPS).

Os cinco primeiros *racks* são responsáveis pela parte de armazenamento, processamento de dados e telecomunicações. Já os outros três *racks*, cumprem a parte de alimentação do sistema na situação de interrupção na fonte de energia alternada, protegendo os cinco primeiros *racks*. Esses são os *racks* de bloco de baterias tipo *Hot Swap*, UPS *online* do tipo vertical de 16kW/10kW e elétrico *bypass*/chaveamento.

3.2 Sistema de alimentação do Data Center

O sistema de alimentação do *DC* é composto por UPS *online* que possibilita a continuidade do armazenamento em caso de falta de energia alternada. Atualmente os bancos de baterias do *DC* estão com carga disponível de atuação comprometidas, pois já estão a quase 4 anos sem realizar a trocas e manutenções, aguardando licitação para realizar trocas e possíveis atualizações.

Na configuração atual, os equipamentos do *DC* são mantidos pelas baterias que são alimentadas por corrente elétrica, e o sistema de refrigeração direto na rede elétrica que abastece todo o prédio da AGETIC, com rede trifásica balanceada para melhor distribuição dos 220 V entre as fases. Todo esse sistema é incorporado a um grupo de gerador de 100 kVA que na queda de energia elétrica é ativada sua operação, evitando o desligamento dos equipamentos do *DC*.

3.3 Refrigeração do Data Center

Dentro do *DC* possui um corredor frio onde estão organizados em 8 fileiras de *racks* do *DC*, de frente uns para os outros, onde o ar condicionado é direcionado para a frente dos *racks* pelas aberturas existentes.

Também há um corredor quente onde estão as ventoinhas, onde os servidores “puxam” o ar frio pela frente e o expõem para esse corredor. Esse ar é direcionado de volta para o retorno do ar condicionado, sendo novamente resfriado e iniciando o ciclo novamente.

Utiliza um “splitão” Carrier 10 TR (120.000 BTUs) inverter para atender o *DC*, onde cada um possui a mesma capacidade de refrigeração, abrangendo módulo condensador, módulo trocador de calor e módulo de ventilação e fluido refrigerante R-410A.

Com tensão elétrica 220 V (trifásico) o sistema de climatização possui redundância de operação, ou seja, um motor trabalha por um período de tempo enquanto o outro fica parado.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Deste modo, evita-se *downtimes* e eventuais falhas devido ao funcionamento 24 horas por dia e 365 dias por ano.

Essa repetição ajuda a preservar a máquina e, em caso de falha de uma delas, a outra entra em operação em poucos minutos, pois existe um suporte de monitoramento/gerenciamento do equipamento via rede local TCP/IP.

Também o sistema de climatização possui tecnologia *"inverter"* que ajuda a otimizar o consumo elétrico mantendo o desempenho, com redução do fluxo energético necessário para suprir o dispositivo.

4. Resultados

No levantamento realizado no local de estudo, foi verificado cada um dos equipamentos e seus respectivos consumos, organizado na Tabela 1 com a descrição de suas respectivas potências e as quantidades disponíveis.

TABELA 1. Levantamento de consumo de energia no DC

Racks	Descrição	Potência
Rack 1	Storages	3700 W
Rack 2	Blade System e Storages	9598 W
Rack 3	NVRs e Servidores	6745 W
Rack 4	Servidores	20270 W
Rack 5	Switch e Firewall	5852 W
	Duas unidades de	35148 W
"Splitão"	compressor de ar de 10 TR	
Iluminação	Lâmpadas led	180 W

Fonte: AGETIC (2023).

A estratégia desse levantamento foi buscar conhecer o consumo de energia do DC e buscar reduzir os custos operacionais com energia elétrica em sua infraestrutura através de abordagens energeticamente eficientes, e também de fomentar a sustentabilidade ambiental.

Para isso, buscou estudar os sistemas de contenção de ar que melhoram o desempenho térmico do local e também os indicadores de desempenho que informam a eficiência energética no DC. Nesse contexto, verificou-se que precisa melhorar a estrutura física do ambiente, pois percebe-se que em alguns pontos mais próximo do sistema de climatização não contempla de maneira ampla toda a refrigeração do rack, e também notou-se que a altura do climatizador não está adequada, não contemplando toda a dimensão do rack.

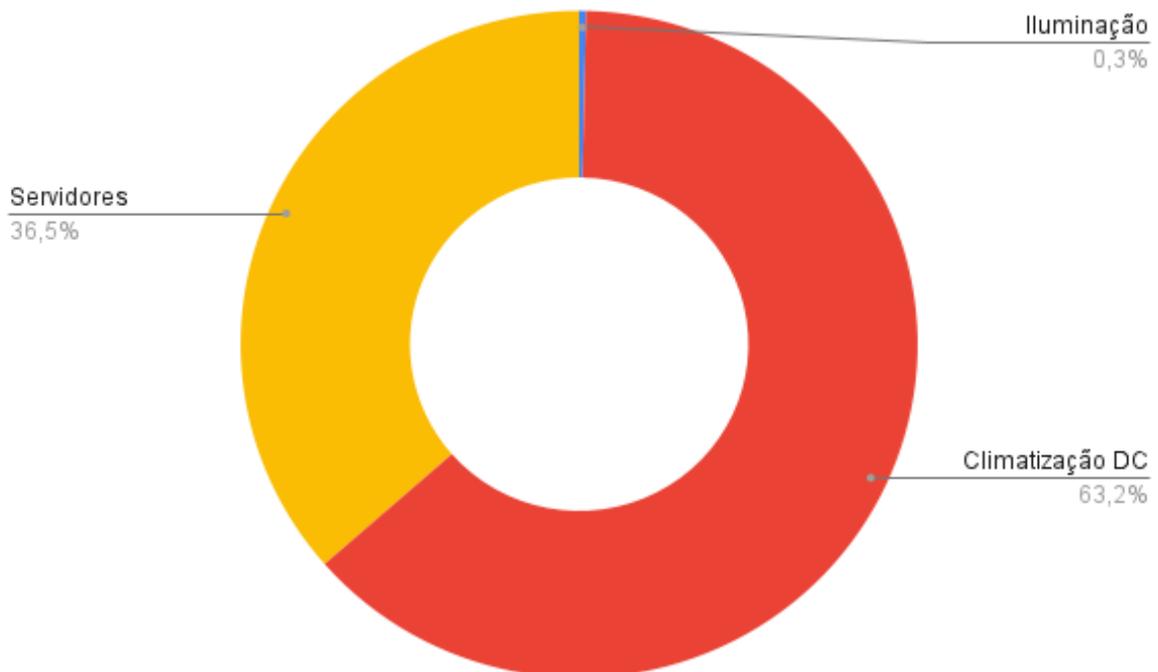
Foi observado que no ambiente de estudo os equipamentos que consomem mais energia elétrica são os servidores e o sistema de refrigeração "splitão". Evidenciando que o sistema de climatização é um dos mais responsáveis pelo consumo de energia no DC.



Após feitas todas as análises de consumo no DC, foi levantado uma potência de 46,165 kW na alimentação dos racks *storages*, *Blade System*, servidores, *NVRs* (*NetWork Video Records*) e *switchs*. Para climatização ficou em 21.088,8 W, pois devido a tecnologia “inverter”, sua operação fica em torno de 60% do consumo considerando uma operação em 12h por aparelho.

Ficou observado que os dois principais pontos de consumo de energia são os servidores e o sistema de refrigeração, sendo que só os dois totalizam em torno de 42 kW de potência diária. O consumo deles durante 24h de funcionamento, chegaria aproximadamente a R\$1.200,00 por dia, considerando a tarifa aplicada pela Energisa para consumidores de baixa tensão por kW/h (ENERGISA, 2023). Na Figura 2, percebemos o quão significativo é o consumo de energia para climatização do DC, visto que ele representa mais de 60% da demanda necessária para o ambiente. Devido a essa proporção que se mostrou no estudo realizado, ficou evidenciado a necessidade de adequações no DC para que diminua o consumo e trazer um ambiente mais eficiente energeticamente.

FIGURA 2. Proporção de consumo de energia no DC



Fonte: Própria do Autor com dados coletados do levantamento DC.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Por fim, percebeu que caso venha melhorar a adequação física do DC, isso se refletirá em economia de energia, melhorando o fluxo de ar evitando que tenha contato com ar quente e frio através de bom isolamento. Isso evidenciou, pois no momento do experimento não pode realizar com precisão a temperatura do local, pois os medidores estão com problemas na placa, e isso também evidencia a necessidade de um redundância para atender esse Sistema.

5. Conclusões

Percebeu-se nesse estudo de caso que a contenção de ar é um meio estabelecido e eficaz de melhorar o gerenciamento do fluxo de ar nas salas de TI. Nele o sistema *HAC* envolve os corredores quentes e isola o ar quente do equipamento de TI, e o restante da sala de TI torna-se um grande caminho de suprimento de ar frio (*CAC*), incluindo piso elevado. E devem ser implementadas soluções para vedar o corredor frio e quente com divisórias, de modo que o fluxo dos corredores de ar quente e frio na sala de TI fiquem isolados.

As estratégias de contenção de ar podem melhorar a eficiência energética, permitir uma temperatura de ar de entrada uniforme para equipamentos de TI e evitar os pontos quentes normalmente encontrados em *DC* (CHO, 2021). Isso ofereceria um melhor aproveitamento do ar circulado no ambiente do DC, trazendo uma temperatura adequada segundo as normas e conseqüentemente sendo mais eficiente o sistema de climatização.

Nesse levantamento, percebeu-se que a demanda utilizada para sua funcionalidade é relativamente considerável, sendo necessário investimentos que atendam a eficiência energética do mesmo, para que possa ter condições de atender futuros crescimentos tecnológicos dentro da rede da universidade, considerando que a cada ano a demanda da universidade aumenta.

Verificou-se que alguns equipamentos são antigos, existindo outros mais atualizados no mercado que possuem um desempenho melhor e com consumo de energia menor, porém qualquer troca desses equipamentos gera altos custos e necessitam de licitações que viabilizem a compra dos novos.

Dessa forma, devido a importância do *DC* para a universidade, é necessário para estudo futuro, um planejamento de forma a configurar um simulador de sistema de monitoramento, permitindo que ele monitore o desempenho do servidor e possa gerar dados para trazer parâmetros mais perto para realidade e assim melhorar a eficiência energética do *DC* (LIU et al. 2023).

Como trabalho futuro é essencial entender o funcionamento da ferramenta *CFD* operação do software, para que tenha um panorama mais aprofundado do comportamento do ar no *DC*, e identificar a origem dos principais problemas que inviabilizam um ambiente que seja energeticamente eficiente e sustentável, isso ajudará a fazer ajustes físicos no ambiente melhorando assim o fluxo interno do ar. Dessa forma, observar a necessidade de se medir índices para que se possa realizar uma avaliação mais adequada das ações a serem realizadas.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

6. Agradecimentos

Agradeço a Agência de Tecnologia da Informação e Comunicação (AGETIC) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e a Prof^a Dra. Andréa Teresa Riccio Barbosa pelo constante incentivo e olhar as pesquisas inovadoras.

7. Referências bibliográficas

ASHRAE TC 9.9. (2021). **Thermal Guidelines for Data Processing Environments – Expanded Data Center Classes and Usage Guidance**. Disponível em: <https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/supplemental%20files/referencecard_2021thermalguidelines.pdf>. Acessado em: 25 de out. 2023.

CAMARGO, D. S., MIERS, C. C., PILLON, M. A., & KOSLOVSKI, G. P. (2017). MeHarCEn: Um Método de Harmonização do Consumo de Energia em Data Centers. *Revista De Informática Teórica E Aplicada*, 24(2), 47–70. Disponível em: <https://seer.ufg.br/index.php/rita/article/view/VOL24-NR2-47> .

CHO, J. (2021). **Comparing Thermal Performance for Data Center Cooling**. ASHRAE JOURNAL ashrae.org AUGUST 2021.

CHO, J., PARK, B., & JEONG, Y. (2019). **Thermal Performance Evaluation of a Data Center Cooling System under Fault Conditions**. *Energies* 2019, 12, 2996. Article Published: 3 August 2019.

GOMES, F. L. G. M. (2010). **Computação em nuvem em Data Centers**. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/184548>>. Acesso em: 27 set. 2023.

HINTEMANN, R., ACKERMANN, L. (2016). KPI für IT-Leistung und Energieeffizienz von Rechenzentren. Disponível em: <https://www.borderstep.de/wpcontent/uploads/2016/01/KPI_Rechenzentren_Stand_12_01_2016.pdf>. Acesso em: 30 set. 2023.

ISO-50001. **Energy Management Systems – Requirements with guidance for use**. Geneva, Switzerland (2018). Disponível em: <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html> . Acesso em: 10 set. 2023.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

JÚNIOR, J. S. F. (2015). **Eficiência Energética em Data Center: Estudo de caso Univates**. Disponível em: <<https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/4d478df9-bf8b-4b67-8ddd-dc9b67638e2f/content>>. Acesso em: 12 out. 2023.

LIU, J., YAN, L., YAN, C., QIU, Y., JIANG, C., LI, Y., LI, Y., CÉRIN, C. (2023). **Escope: An Energy Efficiency Simulator for Internet Data Centers**. *Energies* 2023, 16, 3187.

MARIN, P. S. (2011). **Data Center: Desvendando cada passo: conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética**. 1ª ed. São Paulo: Érica.

MARIN, P. S. (2016). **Data Centers-Engenharia: Infraestrutura Física**. São Paulo: PM Books.

MENEZES, I. B. **A influência do DCIM na melhoria da climatização de um Data Center**. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4021/1/Artigo%20cientifo-Igor%20de%20barcellos%20menezes.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2023.

MORAES NETO, M. F. (2016). **Gestão dos ativos do Datacenter**. Livro Digital, Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul, Palhoça.

MOREIRA, L. R. (2022). **Análise da eficiência dos diferentes tipos de insuflamento de ar em Data Centers de pequeno porte e alta densidade: por meio da ferramenta de CFD**. Disponível em: <https://datacenter.org.br/wp-content/uploads/2023/06/MBA-BRPOS-ARTIGO-LUCAS_REBELLO_MOREIRA-R00-2.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

PINTO, M. M. F.; CAMPO, P. K. & AZEVEDO, V. R. (2021). **Sustentabilidade de data centers com uso da ti-verde**. *Revista Científica E-Locução*, 1(20), 18.

Plataforma UFMS em números. Disponível em: <<https://www.ufms.br/plataforma-ufms-em-numeros-e-lancada-com-dados-e-perfil-da-comunidade-universitaria/>>. Acesso em: 16 out. 2023.



RASMUSSEN, N. (2011). **Implementing Energy Efficient Data Centers**. White Paper 114. Schneider Electric.

SANTOS, A. F., GASPAR, P. D., DE SOUZA, & HERALDO J. L. (2020). **New Data Center Performance Index: Perfect Design Data Center—PDD**. Disponível em: <<https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/12143?locale=en>>. Acesso: 29 set. 2023.

SANTOS, B. K (2014). **Análise do Desempenho Térmico do enclausuramento de corredores em ambientes de Data Center**. Brasília: UnB/ENM.

TIA STANDARD (2005). TIA-942. **Telecommunications Infrastructure**.

Tipos de tarifas Energisa. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx>>. Acesso em: 16 out. 2023.

TUNNER, W. P., SEADER, J. H., BRILL, K. G. (2005). **Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance**; White Paper; The Uptime Institute, Inc.: NewYork, NK, USA, 2005.

VAUGHAN-NICHOLS, S. J. (2019). **The Best Ways to Manage Data Center Airflow**. TechBeacon. Disponível em: <<https://techbeacon.com/enterprise-it/best-ways-managedata-center-airflow>>. Acesso em 29 set. 2023.

VERAS, M. (2009). **Datacenter: Componente central da infraestrutura de TI**. Rio de Janeiro: Brasport.