



DATA CENTERS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - ESTUDO DE CASO UNIVATES¹

Edson Moacir Ahlert

Resumo: Data Centers são grandes consumidores de energia elétrica, e a demanda por estes provedores de dados só tende a aumentar, considerando a popularização do uso da Internet e os serviços associados a computação em nuvem. Neste contexto, autoridades e gestores de Tecnologia da Informação (TI) passam gradativamente a considerar como prioritário o quesito eficiência energética em um data center. Novos data centers passaram a ser projetados pensando em se obter uma melhor eficiência operacional, e *retrofits* são aplicados em data centers já em operação, promovendo adequação ou modernização de seus equipamentos e infraestrutura. As vantagens e benefícios advindos com a economia do consumo de energia estão relacionadas diretamente com a redução de investimentos em projetos elétricos e de climatização, além da diminuição dos custos operacionais e na mitigação de danos ambientais. Este artigo tem como objetivo contextualizar, identificar, analisar e comparar o uso da energia elétrica do data center da Universidade do Vale do Taquari - Univates, de Lajeado/RS. O intuito é de apresentar soluções que possam orientar e subsidiar ações que promovam o uso eficiente da energia consumida por seu data center, sem causar prejuízos à disponibilidade e ao seu desempenho atual.

Palavras-chave: Data Center. Eficiência Energética. Tecnologia da Informação.

1 INTRODUÇÃO

A eficiência energética em data centers (DC) tem conquistado cada vez mais espaço na agenda dos gestores da área de TI (Tecnologia da Informação). A adequação do consumo energético, impacta diretamente na diminuição de custos. Um data center energeticamente eficiente, tende a apresentar custos operacionais mais baixos, além de apresentar um menor impacto ambiental durante a sua operação.

Data centers são considerados ambientes críticos, ou seja, não podem parar a sua operação. São dedicados a hospedar servidores, equipamentos de armazenamento de dados, *hardwares* de redes e demais equipamentos computacionais responsáveis pelo processamento da TI. São provedores de serviço, cujo objetivo principal é a entrega ininterrupta de serviços computacionais (MARIN, 2016).

¹ Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Datacenter: projeto, operação e serviços, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Datacenter: projeto, operação e serviços.

Diferentemente dos CPDs (Centro de Processamento de Dados), cujo conceito era ter um espaço para abrigar computadores, os modernos data centers, além de hospedarem computadores (equipamentos de TI), constituem-se de salas que abrigam os demais equipamentos de infraestrutura, sistemas provedores de energia e de refrigeração dedicados, sistemas de segurança patrimonial, sistemas de monitoramento e a gerência de todos esses itens (FACCIONI FILHO, 2016).

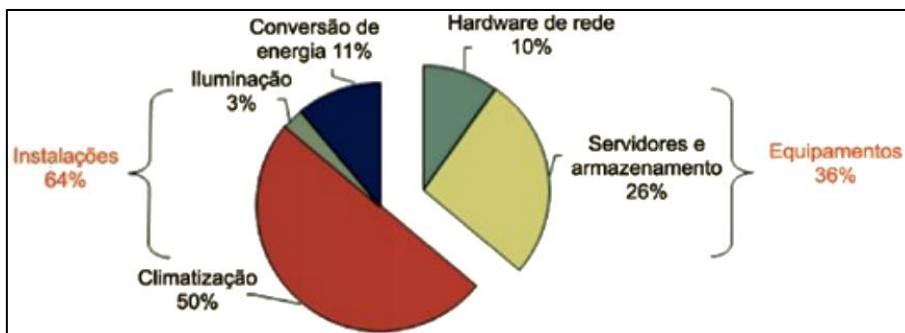
Segundo Veras (2010), há bem pouco tempo a eficiência do data center era medida exclusivamente em termos de indicadores vinculados ao seu desempenho e à disponibilidade. Na atualidade, o fator custo também foi adicionado a esta equação, e o consumo energético implica diretamente neste fator. Considerar questões ambientais, o aspecto do “verde” nas diversas escolhas tecnológicas, também passou a fazer parte dos indicadores.

O *Uptime Institute* (2014), levantou que os custos de energia representam hoje até 44% do TCO (custo total da posse) de um data center, e com os aumentos dos custos com energia é natural que estratégias para maximizar a eficiência energética sejam cada vez mais consideradas.

Para Marin (2016), o consumo elétrico médio de um DC, em termos gerais, está caracterizado em quase 50% para a climatização. Cargas críticas de TI (sala de equipamentos) representam 36%, fontes de alimentação (UPS) correspondem a 11% e os 3% restantes são utilizados pelo sistema de iluminação.

Tossi (2014), afirma que o consumo típico de energia elétrica de um DC que está relacionado aos serviços críticos de TI é em torno de 36%, e quase a metade é utilizado pela refrigeração. Em alguns casos, os custos de energia correspondem de 40 a 50% do orçamento total da operação do data center.

Figura 1 - Consumo de energia típico de um data center



Fonte: Tossi (2014).



Considerando estes fatores, a eficiência energética passou a ser uma das principais preocupações no desenvolvimento de projetos de data centers. A Figura 1, apresenta a distribuição de energia elétrica típica de um data center em função dos principais sistemas presentes no site.

Como o fator climatização é considerado um dos grandes consumidores de energia em um DC, algumas técnicas de refrigeração podem ser empregadas com o propósito de reduzir seus custos financeiros. Entre elas, estão reduzir a mistura do ar frio com o quente; diminuir desumidificações desnecessárias; promover o resfriamento próximo à carga; minimizar a recirculação do ar; aumentar a temperatura de operação do DC; e otimizar o layout dos espaços (VERAS, 2010).

Para Moraes Neto (2016), artefatos arquiteturais podem ser instalados no ambiente para promover uma melhor refrigeração, racks podem ser projetados nos ambientes, formando os corredores quentes e os corredores frios, e o confinamento destes corredores é uma das técnicas de refrigeração mais disseminadas nos projetos atuais de data center. A utilização de radiadores passivos e técnicas de *Free cooling* também podem ser consideradas.

Para Rasmussen (2011), decisões simples e de baixo custo tomadas no projeto de um DC, 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 possibilitam redução de custos e eficiência elevada (RASMUSSEN, 2011).

O presente estudo tem como objetivo contextualizar, identificar, analisar e comparar dados do consumo energético do data center da Universidade Univates, e, ao final, apresentar reflexões que possam subsidiar ações que contribuam para o aumento de sua eficiência energética, sem prejuízo às necessidades de disponibilidade e desempenho.

O artigo está dividido em quatro seções distintas. A seção dois apresenta o cenário atual do data center Univates, contextualiza a coleta de dados e faz análise do consumo de energia do DC. Já na seção três são apresentadas as recomendações para maximizar a eficiência energética, considerando recomendações quanto ao modelo de climatização, posicionamento dos racks, manutenções corretivas, utilização dos ativos e ao monitoramento. E, ao final, são apresentadas as conclusões.

2 ESTUDO DE CASO UNIVATES

A Univates é a Universidade do Vale do Taquari, localizada em Lajeado/RS, apoiada em pessoas que impactam a sociedade por meio da inovação, oferece cursos de graduação, pós-graduação lato sensu, mestrado e doutorado, distribuídos atualmente entre quase 13 mil alunos. Com área construída de 84 mil metros quadrados, distribuídos em 27 prédios, conta com 250 laboratórios, incluindo museus e salas especiais (UNIVATES, 2017).

Este estudo foi realizado por meio de análise e pesquisa documental, monitoramentos, medições e registros colhidos do data center Univates. A coleta de dados foi realizada por meio de observações “*in loco*” no ambiente e com a realização de entrevistas com os responsáveis pelo setor de TI da instituição.

O levantamento visa detalhar a demanda do consumo de energia elétrica do data center, considerando aspectos referentes a sua eficiência energética.

2.1 Detalhamento do cenário atual

O data center da Univates está organizado em diversos ambientes, distribuídos no setor do Núcleo de Tecnologia da Informação da Instituição (NTI). A Figura 2 apresenta a planta baixa do data center Univates.

Figura 2 - Planta baixa do data center Univates



Fonte: Memorial descritivo NTI (UNIVATES, 2017).



Os ambientes do data center, estão divididos em “Sala de Equipamentos”, “Sala de Telecomunicações”, “Sala de Nobreak”, “Sala NOC (*Network Operation Center*)” e “Ambiente de Testes”. A “Sala Plenum” é o ambiente onde estão alocados os equipamentos responsáveis em insuflar o ar refrigerado na infraestrutura de piso elevado. Na planta não aparece a “Casa de Máquinas”, local onde localiza-se o banco de baterias que atende aos *nobreaks* e os painéis do sistema de controle de climatização do DC. O projeto elétrico é composto pela concessionária de energia elétrica, pelo grupo gerador e pelos *nobreaks*.

O data center foi constituído a partir de projeto civil diferenciado, ou seja, o mesmo dispõe de paredes com resistência a fogo, portas corta fogo, piso elevado e placas de forro mineral. Os materiais utilizados na construção do data center são de uso específicos para aplicações nestes ambientes.

As paredes do data center são construídas com bloco celular, apropriadas para vedação e paredes corta-fogo, cuja estrutura é projetada para proporcionar estabilidade térmica ao ambiente.

O piso elevado instalado no centro de dados tem como objetivo facilitar a organização, a passagem dos cabos de elétrica e dados, garantindo segurança e estética ao ambiente, além da flexibilidade e economia de tempo na organização e reorganização de equipamentos e cabos necessários no ambiente. Esta estrutura foi projetada também para permitir a passagem e distribuição do ar resfriado, ou seja, o ar resfriado é insuflado por baixo do piso e sai através de placas de piso, que possuem conjuntos de furos e grelhas, localizadas na parte frontal dos racks de TI.

O forro do DC é formado por placas conhecidas popularmente como forro mineral, que possuem elementos em sua composição que auxiliam na atenuação acústica e também contribuem para qualidade térmica do local. O forro instalado possui aproximadamente 37cm de área livre entre o mesmo e a chapa. Esse espaço serve de coleta do ar quente, ou seja, o calor expelido pelos equipamentos de TI na parte traseira dos racks, tende a subir e entrar em grelhas posicionadas estrategicamente atrás dos racks.

O sistema de climatização possui um conjunto de quatro máquinas evaporadoras que atendem à demanda do data center. Duas condicionadoras de ar de conforto (*split*) e duas de refrigeração do tipo *Fan Coil*, que utilizam água gelada no processo de refrigeração, trabalhando em forma de redundância.

O data center Univates possui três portas corta fogo de aço galvanizado, instaladas na Sala de Equipamentos, Sala de Telecomunicações e Sala de Nobreak. Porém não possuem



características de estanqueidade, fato que tornaria o sistema de refrigeração mais eficiente, pois assim não ocorreriam perdas indesejadas de ar refrigerado da sala de equipamentos.

2.2 Coleta e análise de dados energéticos

A coleta dos dados referentes ao consumo energético do data center compreende no levantamento e identificação dos sistemas que estão em funcionamento, bem como a análise do ambiente e estrutura dos espaços do data center.

Para a realização deste levantamento, foram coletadas e analisadas informações utilizando dados de registros de monitoramentos e medições realizadas no ambiente do DC. Entrevistas também foram realizadas com os gestores e funcionários do setor de NTI (Núcleo de TI) da instituição, com o objetivo de responder questões como: formas de utilização dos recursos de TI; períodos de operação do data center com iluminação; interpretação de informações dos dados de registros e monitoramentos; entre outras questões que levasse ao entendimento do funcionamento do data center. Os gestores e funcionários participantes foram selecionados de acordo com seus cargos e atribuições.

- **O processo de monitoramento**

A Univates não possui um sistema integrado de DCIM (*Data Center Infrastructure Management*). Assim, boa parte do monitoramento de sistemas, servidores e serviços, visando disponibilidade e qualidade das atividades prestadas, são feitas por meio do protocolo *Simple Network Management Protocol* (SNMP), e utilizando o Zabbix² como ferramenta para ajudar a organizar os dados coletados em gráficos e gerar gatilhos caso haja alguma alteração que possa prejudicar o bom funcionamento do data center.

Algumas informações complementares são coletadas de forma manual, em tempos regulares pela equipe do NTI, envolvendo o consumo do sistema de iluminação do centro de dados, bem como alguns aspectos de maior detalhamento de medições de temperatura em determinados espaços do DC. Coletas manuais são realizadas em locais junto aos racks, com o auxílio de sensores de temperatura e de equipamento *Visual IR Thermometer VT04* da marca *Fluke*. Um histórico da temperatura é mantido em planilhas, para acompanhamento e

² *Zabbix* é um *software* que monitora diversos parâmetros de uma rede como a integridade e desempenho dos servidores. Oferece relatórios e visualização de dados de recursos com base nos dados armazenados, e usa mecanismos de notificação que permite aos usuários configurar alertas para os eventos.



monitoramento. Do mesmo modo, o consumo energético é realizado de forma manual pela equipe, e registrados em planilhas, mantendo o histórico dessas informações.

- **O consumo energético do data center Univates**

A partir da análise das informações coletadas, pode-se identificar qual o percentual de consumo energético de cada sistema dentro da estrutura do data center Univates, representado pela Figura 3. Conforme pode-se visualizar, o consumo global é de aproximadamente 28 mil kW/mês, também é possível verificar que o consumo com refrigeração chega a 67% do consumo global da estrutura.

Figura 3 - Consumo energético do data center Univates

Consumo Energético Global - Data Center UNIVATES		
Principais Sistemas	Consumo kW/mês	Consumo %
Climatização	18.853	67%
Conversão UPS	778	3%
Iluminação	10	0%
Equipamentos de TI	8.583	30%
TOTAL	28.224	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

O sistema de conversão de energia do UPS é responsável por realizar o carregamento das baterias interligadas ao *nobreak* e essa ação demanda de recursos energéticos. O valor obtido em conversão de energia é de 778 kW/mês, o que representa 3% do consumo total do data center.

Em relação ao sistema de iluminação, este consome em torno de 10kW/mês, e pelo fato deste consumo de energia ser muito baixo, o sistema não possui demanda de carga suficiente para gerar representação percentual no quadro acima, e por esse motivo o mesmo aparece como consumo de 0% na utilização dos recursos.

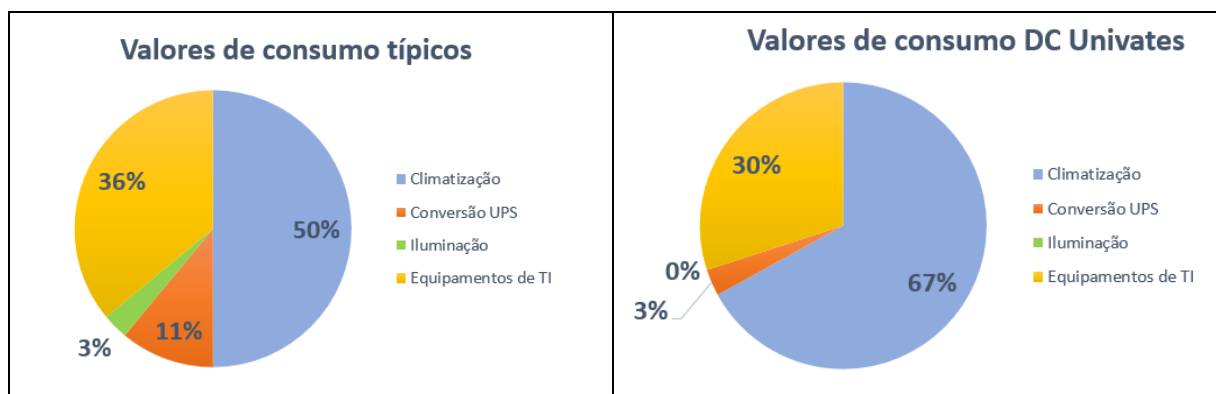
O último sistema apresentado na Figura 3, trata dos equipamentos de TI, de acordo com os dados levantados o consumo energético está em 8.583 kW/mês, o que representa 30% do consumo energético global da estrutura.

Com objetivo de comparar o consumo energético utilizado pelo DC da Univates, com os valores de consumo elétrico médio (valores típicos) em sistema de data centers, foram elaborados dois gráficos, que são exibidos na Figura 4. Os valores de consumo elétrico utilizado

neste comparativo são valores apresentados por Marin (2016) e Tossi (2014), considerados valores típicos e recomendados de consumo elétrico em sistemas de data center.

Nesta análise, é possível visualizar que o consumo energético com a climatização do data center da Univates está distante dos padrões recomendados. Pelos resultados obtidos na avaliação de consumo do sistema de climatização, ficou demonstrado que este está em 67% do consumo global do data center, acima da margem de 40% a 50%, considerando os valores típicos de consumo dos sistemas elétricos destes locais.

Figura 4 – Comparação entre valores típicos x consumo do data center Univates



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Esse dado pode ser considerado como um resultado inadequado aos padrões atuais típicos de consumo dos sistemas elétricos de data centers. O alto consumo identificado no sistema de climatização do DC da Univates, interfere diretamente na sua eficiência energética, pois vai na oposição de infraestruturas energeticamente eficientes.

Em poder das informações coletadas referente ao consumo de energia global, e do consumo de energia individuais dos sistemas que integram o data center, foi possível calcular duas métricas importantes na definição da eficiência energética de um data center, o PUE (*Power Usage Effectiveness*) e DCiE (*Data Center Infrastructure Efficiency*).

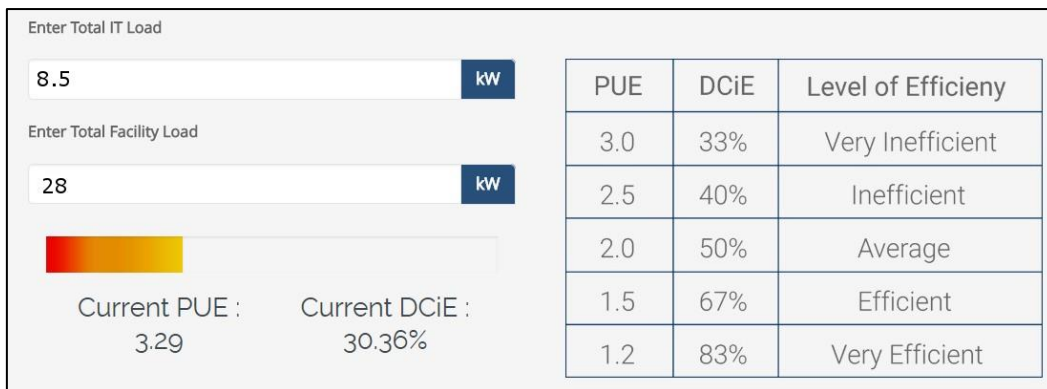
Tais métricas foram criados pelo consórcio de empresas *The Green Grid*, e na atualidade servem de base para avaliar o gasto real de energia do DC, e assim poder orientar a tomada de medidas operacionais que viabilizem maior eficiência de seus sistemas (THE GREEN GRID, 2014).

De forma simples, o cálculo do PUE baseia-se na divisão entre o gasto de energia de todo o DC (instalação de TI, refrigeração, iluminação, etc.) e o consumo de energia dos equipamentos de TI propriamente ditos. Segundo Veras (2010), o melhor PUE é mais próximo

de 1,0, embora 2,0 seja o mais comum entre os centros de dados. Já o DCiE é a razão inversa do PUE, representado em valores percentuais.

A Figura 5 mostra o gráfico com os valores do PUE e DCiE do data center Univates, gerados pela ferramenta “PUE & DCiE Calculator” da 42U *Data Center Solutions* (42 DATA CENTER SOLUTIONS, 2017).

Figura 5 – Valores de PUE e DCiE e nível de eficiência do data center Univates



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em 42U Data Center Solutions (2017).

De acordo com os resultados apresentados pelas métricas PUE e DCiE apontadas na Figura 5, o data center Univates se apresenta muito ineficiente, já que o PUE obtido foi de 3,29 e o seu DCiE foi de 30,36%.

3 RECOMENDAÇÕES PARA MAXIMIZAR A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Com base no levantamento e análise realizada quanto a eficiência energética do data center da Univates, tornou-se possível apresentar algumas recomendações, baseadas em instruções normativas, na TIA 942-A (2012) e NBR 14565 (2013), e nas boas práticas da área apresentadas por Faccioni Filho (2016), Marin (2016), Moraes Neto (2016), Rasmussen (2011), Tossi (2014) e Veras (2010). O objetivo das recomendações são apontar melhorias no uso eficiente de energia no data center, sem causar prejuízos à sua disponibilidade e ao seu desempenho.

Algumas das soluções recomendadas podem ser facilmente implementadas, outras podem exigir maior planejamento, inclusive demandando investimentos substanciais. É válido observar que o objetivo da pesquisa é propor algumas recomendações, cabendo a instituição avaliar o que pode ou não ser implementado, seguindo as diretrizes definidas em seu modelo de negócios.



- **Recomendações quanto ao modelo de climatização**

Os equipamentos utilizados no sistema de refrigeração do centro de dados da Univates são ar condicionados do tipo “split” ou de conforto, diferentemente dos equipamentos de precisão, que são para uso específico em ambientes críticos de TI, e projetados para operar em calor sensível, ou seja, em calor que é gerado por equipamentos eletrônicos energizados.

Neste sentido, recomenda-se avaliar a possibilidade de adotar equipamentos de precisão especificamente projetados para a refrigeração dos ambientes críticos do data center; já que 67% do consumo de energia do data center Univates são provenientes do seu sistema de refrigeração.

Uma medida simples, também seria a recomendação do aumento do *setup* de temperatura dos equipamentos de refrigeração, hoje setados para 18°C. A NBR 14565 (2013) e TIA 942-A (2012) indicam que a temperatura na entrada de ar dos equipamentos críticos de TI deve estar entre 18°C e 27°C, com uma umidade relativa do ar de 60%.

Desta forma, estudos poderiam ser orientados para analisar a faixa de temperatura ideal de operação do data center, considerando que ela é dependente de diversos fatores, tais como custo de refrigeração, tipo de equipamentos, processamento a ser realizado e período de renovação dos servidores.

Vale constar que a utilização de refrigeração com *Free cooling* pode se tornar uma opção ao sistema de refrigeração do DC da Univates. Segundo dados do Centro de Informações Hidrometeorológicas da Univates, o clima da cidade de Lajeado/RS sugere que, em determinados *setups* de temperatura, o sistema pode se mostrar eficiente e praticamente autônomo por 50% do seu tempo de operação.

Segundo Moraes Neto (2016), cada vez mais o *Free cooling* vem sendo adotado como alternativa de refrigeração em projetos de data centers e alguns desses sistemas apresentam mecanismos de auxílio de resfriamento mecânico e trocas de calor, com o aproveitamento do ar externo, proporcionando a redução do consumo de energia elétrica. Neste sentido, recomenda-se uma avaliação financeira por parte da equipe do NTI, para averiguar o custo e benefício da adoção deste modelo de refrigeração.

- **Recomendações quanto ao posicionamento dos racks**

Pôde-se perceber durante o processo de análise da estrutura do DC, que os racks que geram maior dissipação térmica estão localizados em área mais distante do ponto de entrada do



ar, conseqüentemente este chega com menor pressão e com temperatura mais elevada. Por outro lado, o rack que possui a menor dissipação térmica, está localizado em área mais próxima do ponto de entrada do ar, conseqüentemente este chega com maior pressão e com temperatura mais baixa, denotando uma inversão das recomendações e das boas práticas para este tipo de instalações. Neste sentido recomenda-se uma melhor distribuição dos ativos junto aos racks, ou um reposicionamento dos racks, minimizando pontos quentes no ambiente.

Pôde-se perceber ainda que alguns equipamentos estão posicionados de modo invertido, soprando o ar quente para a área do corredor frio, gerando contaminação térmica e conseqüente ineficiência do resfriamento no rack no qual este equipamento está instalado. Para Moraes Neto (2016), soluções arquiteturais de confinamento da temperatura também podem ser utilizadas para reduzir o custo com a refrigeração. Um estudo de viabilidade para a realização do confinamento dos corredores do DC também é recomendado.

- **Recomendações quanto a manutenções corretivas**

Embora o data center tenha sido construído para operar no sistema de ciclo fechado de ar, ou seja, não possibilitar a troca de ar entre o ambiente interno e o ambiente externo, foram identificados vazamentos de ar nas portas das salas que são refrigeradas. Esses vazamentos podem estar causando interferência no desempenho do sistema de climatização, contribuindo para que o sistema tenha o consumo de energia elétrica elevado. Neste sentido, é recomendado a realização de manutenções corretivas nas aberturas das salas refrigeradas.

Também foi observado que o data center Univates está em operação há quase dez anos, e, segundo Veras (2010), a eficiência de um data center construído há mais de uma década, em geral, não passa de 40%. Assim, recomenda-se uma avaliação da infraestrutura atual, analisando a necessidade e a viabilidade de um *retrofit* no data center, visando a melhoria da eficiência do ambiente.

- **Recomendações quanto a utilização dos ativos**

O data center dispõe de equipamentos de TI de alta performance, os quais possuem recursos de virtualização e *Energy Star*³, que tem como finalidade a redução do consumo elétrico. No entanto, a análise indicou que esses recursos não estão sendo utilizados, pois não ocorreram variações no consumo nos momentos de maior ou menor demanda de utilização dos

³ Padrão internacional para o consumo eficiente de energia. Estes produtos oferecem o mesmo ou melhor desempenho como modelos comparáveis ao usar menos energia.



recursos. Neste sentido recomenda-se uma reprogramação em tais ativos, de modo a usufruir de todos os recursos que lhes estão disponíveis.

De igual forma, a consolidação de alguns servidores, bem como a virtualização de servidores subutilizados poderia ser avaliada. Aproveitar de forma eficientes os ativos de um data center e promover o desligamento de ativos subutilizados, é considerado uma boa prática para obter uma melhor eficiência energética.

- **Recomendações quanto ao monitoramento**

O data center Univates dispõe de ferramentas de monitoramento de rede, o *Zabbix*, ferramenta bastante utilizada para a gestão da camada lógica, ou seja, gestão integradas dos ativos de TI. Por outro lado, tais ferramentas apresentam algumas dificuldades em monitorar ativos de *facilities*, geralmente pelo fato de tais equipamentos trabalharem com protocolos de chão de fábrica, tais como *Modbus*, *Bacnet* e *Canbus*.

Segundo Faccioni Filho (2016), a implantação de um sistema de gestão da infraestrutura de data centers, um DCIM (*Datacenter Infrastructure Management*), torna-se importantíssimo para a sua gestão. Dentre as principais vantagens na adoção de tais ferramentas, está em obter uma visão integrada e em tempo real de todo o monitoramento ambiental do DC. Com isto, a gestão energética e gestão da climatização podem ser vistas, monitoradas e geridas de forma integrada.

Neste contexto, é recomendado a adoção de uma ferramenta DCIM no data center Univates. Com uma melhor visibilidade da eficiência energética atual, e com dados em tempo real, que propicie a tomada de decisão, a instituição poderá maximizar a eficiência global do seu DC.

4 CONCLUSÕES

Com a realização do presente estudo foi possível identificar o consumo energético e avaliar a infraestrutura e o sistema de climatização do data center da Univates, identificando os principais consumidores de energia elétrica dentro da estrutura, bem como o impacto que cada sistema representa no seu consumo energético global.

Pelas características e resultados obtidos na análise da demanda de energia elétrica atuais do data center da Univates, pode-se averiguar que ele não apresenta uma boa eficiência energética, segundo padrões normativos definidos e as boas práticas empregadas na área.



Analisando-se os resultados deste estudo, podemos concluir que as evoluções tecnológicas, bem como a aplicação de novas técnicas de projetos, sistemas e soluções, muitas vezes até simples, podem trazer ganhos significativos na eficiência energética de data center legado.

A maioria das ações de redução do consumo de energia passa por medidas na gestão da TI, tais como: a virtualização, consolidação e a remoção de servidores inativos; o aumento da temperatura ambiente atual; e a utilização de um sistema de monitoramento mais abrangente. Tais ações poderiam ocasionar impacto significativo na eficiência energética e sem precisar de muito investimento.

As intervenções de melhoria na infraestrutura do data center que foram recomendadas também são bem-vindas, e podem ser mais efetivas, principalmente na sistematização dos espaços, corredores quente/frio, confinamento térmico e a utilização de refrigeradores mais eficientes.

REFERÊNCIAS

- 42U DATA CENTER SOLUTIONS. *PUE & DCiE Calculator*. Disponível em: <<http://www.42u.com/measurement/pue-dcie.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2017.
- TIA 942-A, 2012 - *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*. TIA Telecommunications Industry Association Standards and Engineerings Publications, 2012.
- FACCIONI FILHO, Mauro. **Gestão da Infraestrutura do Datacenter**. Livro Digital, Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul, Palhoça, 2016.
- MARIN, Paulo Sérgio. **Data Centers - Engenharia: Infraestrutura Física**. São Paulo: PM Books, 2016.
- MORAES NETO, Moacyr Franco de. **Gestão dos ativos do Datacenter**. Livro Digital, Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul, Palhoça, 2016.
- NBR 14565:2013. **Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e datacenters**. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2013.
- RASMUSSEN, Neil. *Implementing Energy Efficient Data Centers*. White Paper 114. Schneider Electric, 2011.
- TOSSI, Luís. **Eficiência energética em Data Centers**. Revista de Redes, Telecom e Instalações - RTI, ano.15, n.166, p. 38-51, mar. 2014.
- VERAS, Manoel. **Datacenters: Componente Central da Infraestrutura de TI**. 1 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.



THE GREEN GRID. **PUE: A Comprehensive Examination of the Metric**. 2014. Disponível em: <www.thegreengrid.org>. Acesso em: 10 jul. 2017.

UNIVATES. **Universidade do Vale do Taquari - Univates**. Site Institucional. Disponível em: <<http://www.univates.br>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

UPTIME INSTITUTE. **Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Operational Sustainability**. Uptime Institute. 2014.