

APLICAÇÃO DOS RECURSOS DE CLIMATIZAÇÃO EM UM DATA CENTER

Manoel Pedro Xavier

RESUMO

Segundo Manoel Veras (2012) professor, pesquisador e escritor, a eficiência de um Data Center, há bem pouco tempo, era medida unicamente em termos de indicadores vinculados à disponibilidade e ao desempenho. Com aspectos ambientais sendo cada vez mais considerados, o aumento dos custos de energia e a alimentação no fornecimento de energia por parte de alguns provedores, é natural que os gerentes de infraestrutura de TI repensem a estratégia para o Data Center e considerem o aspecto do verde nas diversas escolhas que precisam fazer, incluindo equipamentos e a própria operação. Estudos realizados na Universidade de Stanford indicam que o consumo de energia dos Data Centers representa 1,2% de todo consumo de eletricidade nos EUA. O Uptime Institute (2005) levantou que os custos de energia representam hoje até 44 % de toda a despesa com operação de um Data Center, e que a elaboração correta do projeto, pode ajudar no aspecto de aproveitamento dos recursos.

PALAVRA CHAVE: Economicamente. Tecnicamente.

RESUME

According to Manoel Veras (2012) teacher, researcher and writer, the efficiency of a Data Center, not so long ago, was measured solely in terms of indicators linked to availability and performance. With aspects issues increasingly being considered, increased energy costs and power supply of some providers, it is natural for IT infrastructure managers to rethink the Data Center strategy and consider the green aspect in the many choices they have to make, including equipment and the operation itself. Studies at Stanford University indicate that Data Center power consumption represents 1,2% of all US electricity consumption. The Uptime Institute (2005) raised that energy costs today account for up to 44% of all data center operating expenses, and that proper project design can help with resource efficiency.

KEYWORD: Economically. Technically.

¹ Artigo apresentado como requisito para a conclusão do curso de Pós-Graduação em Data Center: Projetos, Operação e Serviços da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. Ano 2019.

¹ Pós-Graduando em Data Center: Projetos, Operação e Serviços, da Universidade do Sul de Santa Catarina. E-mail: manopx@hotmail.com.

¹ Engenheiro de Telecomunicações – Universidade Mauricio de Nassau, Recife-PE, 2012.

1 INTRODUÇÃO

Data Centers são infraestruturas complexas e compostas por diversos componentes que, quando equalizados corretamente, permitem o processamento e armazenamento de informações cruciais para a continuidade dos negócios de empresas. Nessa composição, a climatização é um sistema crítico pois é o segundo sistema que mais consome energia do conjunto e, ao mesmo tempo, o responsável por manter o ambiente interno favorável à operação dos equipamentos que compõe o Data Center, como servidores, storages, switches, etc.

Para ilustrar a representatividade desse sistema, a climatização representa entre 30% e 40% do custo de energia elétrica de um Data Center, perdendo apenas para o consumo de energia demandado pelos servidores.

Como os equipamentos de climatização são os que consomem mais energia dentro do Data Center além dos servidores, alguns cuidados devem ser tomados durante o projeto para aumentar a eficiência do sistema de refrigeração e consequente diminuição dos gastos com energia elétrica. Existem várias técnicas de refrigeração que devem ser adotadas durante o projeto de qualquer Data Center e recomendadas para promover eficiência energética. Dentre elas, destaca-se a colocação do ar condicionado o mais próximo possível dos servidores para evitar o gasto de energia com a movimentação do ar, o free cooling, que utiliza o ar externo para refrigerar internamente, otimizando o consumo de energia elétrica, utilização de sistema com água gelada (Chillers), confinamento dos corredores quente ou frio, etc.

O sistema de climatização de um Data Center é algo pouco notado quando funciona corretamente. Porém, quando se torna ineficiente pode gerar inúmeros problemas, dentre eles o mais trágico: a interrupção do serviço. Com um projeto criterioso e bem elaborado que leva em consideração essas e outras variáveis mais técnicas é possível garantir uma atmosfera interna propícia para o funcionamento de todos os equipamentos e, conseqüentemente, a operação contínua do Data Center.

O tema em discussão central deste trabalho, será a abordagem por meio de um estudo de caso, apresentando dados reais sobre a Aplicação dos Recursos de Climatização em um Data Center, demonstrando que os benefícios são visíveis economicamente e tecnicamente.

Em se tratando de uma empresa de hospedagem de dados, o grau de segurança é sempre elevado, e como o estudo a ser realizado neste trabalho requer informações confidenciais, foi condicionado pelo proprietário que não poderíamos divulgar nada que possa levar a identificação do lugar, endereço e dados que possam pôr em risco a segurança do ambiente. A empresa na qual iremos trabalhar esse estudo, é uma empresa de hospedagem de dados, provedora de infraestrutura para alocação de equipamentos de informática de grande porte, conhecido como Data Center, que neste trabalho iremos denominar de Data Center PD, localizado em Recife no estado de Pernambuco

O estudo de caso o qual se refere esse trabalho, será realizado com a metodologia aplicada de forma empírica, no campo da pesquisa “Programa em Sistemas para Internet” da Unisul, onde o levantamento das informações se dará em formato de análise da estrutura existente, bem como as características de todos os equipamentos do parque tecnológico do “Data Center PD” instalados no ambiente Sala Cofre. Os dados serão coletados da seguinte forma: levantamento da carga térmica que cada equipamentos dissipa (a partir das especificações técnicas do fabricante), disposição dos equipamentos no ambiente (por meio de análise dos projetos), levantamento das características das máquinas de refrigeração desse ambiente (a partir das especificações técnicas do fabricante), levantamento do consumo de energia atual desse ambiente (a partir das contas de energia do “PD”), levantamento de pontos de possíveis falhas de projeto (informações com base nos conhecimentos técnicos aprimorados com o estudo do curso), sugestão de possíveis melhorias a serem aplicadas (informações com base nos conhecimentos técnicos aprimorados com o estudo do curso), apresentação da nova situação após realização das melhorias (análise comparativa entre os dados coletados antes e depois das possíveis melhorias).

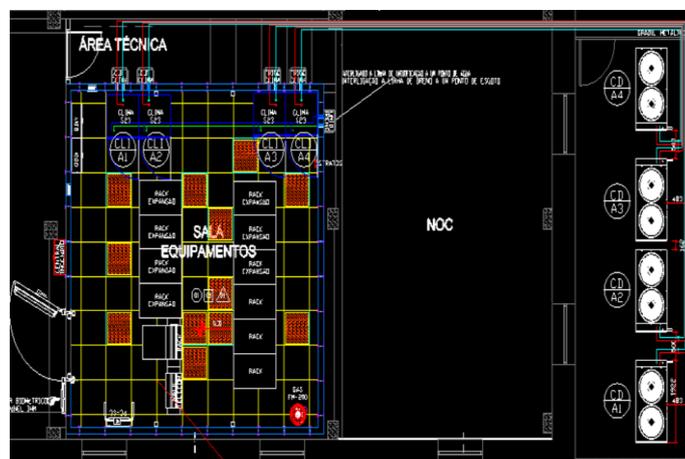
2 LAVANTAMENTO DA INFRAESTRUTURA DO DATA CENTER

O Data Center PD dispões de uma estrutura montada em um ambiente do tipo Sala Cofre, que proporciona uma condição de operação razoavelmente confiável, dispostas em ambientes e estrutura conforme descrito abaixo:

- **Sala de geradores:** Neste ambiente são instalados os equipamentos responsáveis em manter o fornecimento de energia, de forma a não interrupção dos serviços, nas faltas por parte da concessionaria.
- **Sala de UPS:** Também conhecida como “Sala de Nobreak”, esse ambiente tem a função de não deixar que seja interrompido o fornecimento de energia na carga de TI, nas faltas da concessionaria e transição para entrada dos geradores.
- **Sala Segura:** Também conhecida como “Quarentena”, esse ambiente tem a função de armazenar de forma provisória os equipamentos que estão em processo de instalação definitiva na sala de equipamentos.
- **Sala de Equipamentos (sala cofre):** Também conhecida como “Sala de Servidores”, neste ambiente são instalados os servidores responsáveis pelos serviços do Data Center demandado, sendo esse o ambiente mais crítico do Data Center.

É possível observar na Figura 1, o posicionamento das placas de piso com grelhas ou perfurações para canalização do ar frio, insuflado através de piso técnico, com retorno feito através do ambiente comum, bem como o posicionamento dos Racks e Arcondicionados.

Figura 1: Planta de alocação de equipamentos



Fonte: Arquivo de propriedade Data Center PD

2.1 ESTRUTURA PROVEDORA DOS RECURSOS

Os sistemas e subsistemas instalados que promovem recursos para o ambiente Sala de Equipamentos, é suportado pelos subsistemas conforme a seguir:

- 02 (dois) grupo geradores de 260kva cada;
- 02 (dois) UPS de 80kva cada;
- 04 (quatro) máquinas de refrigeração de 23Kw cada;
- 01 (hum) sistema de combate a incêndio por gás FM200 com 114kg de gás;
- 01 (hum) sistema de detecção precoce com central de aspiração;
- 01 (hum) sistema de detecção convencional com 08 (oito) detectores;
- 01 (hum) sistema de monitoramento físico com 16 (dezesesseis) sensores;
- 04 (quatro) sistema de controle de acesso biométrico;
- 04 (quatro) câmeras IP com gravação local/ servidor.

2.2 LEVANTAMENTO DE PARQUE TECNOLÓGICO EXISTENTE

A carga de equipamentos de informática suportada pelos sistemas e subsistemas provedores de recursos, tem como base, os equipamentos de informática descritos conforme a tabela 1.

Tabela 1: Relação de equipamentos de informática

Item	Equipamento	Recursos
1	Storage IBM DS 4300	12TB de capacidade total de armazenamento
2	Storage EMC VNX 5400	100 TB de capacidade total de armazenamento
3	Blade Center DELL	10 Servidores lâminas em cluster virtual VMware vSphere 5.5
4		11 servidores lâminas
	Blade Center IBM HS22	09 Lâminas em cluster virtual VMware vSphere 4.1
		02 Lâminas dedicadas para solução de backup TSM Server
5	Blade Center IBM LS20	01 Lâmina dedicada para servidor vCenter do ambiente vSphere 4.1
		01 Lâmina dedicada ao servidor de arquivos
6	Tape Library	Tape Library Dell TL 4000
		Tape Library IBM TS 3200

7		04 Alocados para virtualização (Hyper-V)
	07 Servidores Rack Dell	35 Máquinas virtuais implementadas
	Modelo R710	01 Dedicado para serviços de treinamento
		01 Dedicado para uso específico de aplicações de grande porte
		01 Dedicado para contingência
8	Solução de vídeo	01 (uma) MCU (Multipoint Control Unit)
	conferência composta	01 (um) Servidor de Streaming
	por:	02 links de 2Mbps (cada)
		01 link de 1Mbps (atender a VC da sala da diretoria)
9	Links de Comunicação	01 (um) link de 100Mbps para DADOS
		02 (dois) links de 10Mbps (cada) para VOZ
10		84 ativos de rede (switchs) distribuídos da seguinte forma:
		01 de núcleo (N7 - Enterasys)
		03 de distribuição
		80 de borda (Sede, GRE e Anexos)
	Ativos de Rede	02 Fortinet 620B (controle de banda, filtro de conteúdo)
		01 FortiAnalyzer (Gerenciamento de Logs e Relatórios)
		01 FortiManager (Gerenciamento da plataforma Fortinet)
		01 equipamento Enterasys Dragon de IDS
		01 equipamento Enterasys Dragon de IPS

Fonte: Levantamento realizado pelo pós-graduando no arquivo de gerenciamento de ativos do Data Center PD

2.3 LEVANTAMENTO DA CAPACIDADE DE DEMANDA TECNICA DO PARQUE TECNOLOGICO EXISTENTE

Com base nos datasheets dos equipamentos do parque tecnológico do “PD”, foi realizado levantamento de carga consumida por cada equipamento, conforme mostrado na tabela 2. Este levantamento fora feito através das informações da carga dissipada (carga térmica em kw) considerando os equipamentos de TI em 100% de sua capacidade, apresentando respectivamente as temperaturas máxima, mínima e de operação de cada equipamento por fabricante.

Tabela 2: Relação de equipamento/ consumo

Equipamento	Recursos	Quant.	Carga watts/h	Carga total watts/h	Temp. mín. °C	Temp. máx. °C	Temp. Fab. °C
Storage IBM DS 4300	12TB de capacidade total de armazenamento	1,00	390,00	390,00	10	35	23
Storage EMC VNX 5400	100 TB de capacidade total de armazenamento	1,00	971,26	971,26	10	35	25
Blade Center DELL	10 Servidores lâminas em cluster virtual VMware vSphere 5.5	10,00	692,08	6.920,80	10	32	23
	11 servidores lâminas	11,00	79,00	869,00	10	32	23
Blade Center IBM HS22	09 Lâminas em cluster virtual VMware vSphere 4.1	9,00	79,00	711,00	10	32	23
	02 Lâminas dedicadas para solução de backup TSM	2,00	79,00	158,00	10	32	23
Blade Center IBM LS20	01 Lâmina dedicada para servidor vCenter do ambiente vSphere 4.1	1,00	79,00	79,00	10	32	23
	01 Lâmina dedicada ao servidor de arquivos	1,00	79,00	79,00	10	32	23
Tape Library	Tape Library Dell TL 4000	1,00	168,00	168,00	10	35	24
	Tape Library IBM TS 3200	1,00	480,00	480,00	10	45	25
	04 Alocados para virtualização (Hyper-V)						
	35 Máquinas virtuais implementadas						
07 Servidores Rack Dell Modelo R710	01 Dedicado para os serviços treinamento	7,00	870,00	6.090,00	10	35	23
	01 Dedicado para uso específico de aplicações de grande porte						
	01 Dedicado para contingência						
Solução de vídeo conferência composta por:	01 (uma) MCU (Multipoint Control Unit)	1,00	112,00	112,00	10	45	24
	01 (um) Servidor de Streaming	1,00	450,00	450,00	12	32	24

	02 links de 2Mbps (cada)	1,00	150,00	150,00	0	40	24
	01 link de 1Mbps (atender a VC da sala do gerente)	2,00	150,00	300,00	0	40	24
Links de Comunicação DC PD	01 (um) link de 100Mbps para DADOS	1,00	150,00	150,00	0	40	24
	02 (dois) links de 10Mbps (cada) para VOZ	2,00	150,00	300,00	0	40	24
	01 de núcleo (N7 - Enterasys)	1,00	1.600,00	1.600,00	5	40	23
	03 de distribuição	3,00	240,00	720,00	0	50	23
	80 de borda (Sede, GRE e Anexos)	80,00	240,00	19.200,00	0	50	23
Switches/ Firewall	02 Fortinet 620B (controle de banda, filtro de conteúdo, gerenciamento da rede sem fio e etc)	2,00	225,00	450,00	0	40	24
	01 FortiAnalyzer (Gerenciamento de Logs e Relatórios)	1,00	225,00	225,00	0	40	24
	01 FortiManager (Gerenciamento da plataforma Fortinet)	1,00	225,00	225,00	0	40	24
	01 equipamento Enterasys Dragon de IDS	1,00	638,00	638,00	10	35	23
	01 equipamento Enterasys Dragon de IPS	1,00	638,00	638,00	10	35	23
	Total		42.074,06			Media	23,56

Fonte: Levantamento realizado pelo pós-graduando com base nos datasheets dos fabricantes.

2.4 LEVANTAMENTO DE DADOS DE CONSUMO DE ENERGIA

Pensando em como medir a eficiência dos Data Centers e terem parâmetros com intuito de melhorar sua operação e economizar energia, a The Green Grid Association (TGG), uma organização sem fins lucrativos que trabalha para melhorar a eficiência dos recursos de tecnologia da informação e centro de dados em todo mundo, desenvolveu uma métrica que se tornou usada do mercado de infraestrutura de TI para medir eficiência de Data Centers. O

PUE – Power Usage Effectiveness ou simplesmente, potência usada efetivamente, que é uma excelente métrica para entender o quão bem um Data Center entrega energia para o seu equipamento de TI, calculado através de fórmula:

$$PUE = \frac{\text{Energia total consumida pelo data center}}{\text{Consumo de energia dos equipamentos de TI}}$$

Na tabela 3 podemos observar as cargas de TI, cargas de apoio e consumo de energia no Data Center, podendo assim calcular o PUE do referido Data Center na situação atual.

Tabela 3: Relação de cargas vs PUE

Item	Descrição	Unidade	Carga	%	Observações
1	Cargas de TI	Watts	42.074,06	46,99%	Carga consumida pelos equipamentos conforme “datasheet”.
2	Climatização	Watts	34.510,00	38,54%	Carga calculada com operação das máquinas (50% capacidade), das 04 máquinas, 03 + 01 fica revezando.
3	Iluminação	Watts	975,00	1,09%	Carga calculada pela quantidade de luminárias instaladas.
4	Transformadores	Watts	5.350,00	5,97%	Carga calculada conforme norma NBR 5356/1993 que defini o máximo de perda de transformador “6%”.
5	Distribuição	Watts	1.600,00	1,79%	Carga calculada pela potência do circuito de acordo NBR 5410.
6	UPS	Watts	4.735,00	5,29%	Carga calculada conforme datasheet dos equipamentos
7	Segurança	Watts	300,00	0,34%	Carga calculada conforme datasheet dos equipamentos instalados.
TOTAL DE CARGA			89.544,06		
PUE			2,13		

Fonte: Levantamento realizado pelo pós-graduando com base nas observações da tabela.

Nas Figuras 2 e 3 podemos observar as faturas de energia com valores expressos em real (moeda brasileira), referente ao consumo de energia do Data Center “PD”, dos meses de junho e julho de 2018. Para manter o acordo com o proprietário, se fez necessário suprimir informações como CNPJ, endereço, nome e etc.

Figura 2: Fatura de energia de Junho de 2018

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO/UN	VALOR(R\$)
Demandas Ativas (VAR)	476,000000	21,5997738	10.122,81
DEMANDA REATIVA EXCEDENTE (VAR)	0,000000	21,5997738	0,00
Consenso Ativo Na Ponta(WWh)	5.308,100000	2,87335379	15.483,83
DEMANDA AMPLIA	77.888,000000	0,46670446	36.113,34
Consenso Ativo Na Ponta(WWh)	1.725,200000	2,91645641	7.511,86
Consenso Ativo Fora Ponta(WWh)	41,256,000000	0,49300388	20.352,26
Consenso Reativo Exc. Na Ponta(VAR)	0,000000	0,34822905	0,00
Consenso Reativo Exc. Fora Ponta(VAR)	0,000000	0,34822905	0,00
Contribuição Remuneração Pública			64,82
CEM Subvenção CDE NF 013206416 2018/18			656,00

Fonte: Arquivo de propriedade Data Center PD

Figura 3: Fatura de energia de Julho de 2018

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO/UN	VALOR(R\$)
Demandas Ativas (VAR)	476,000000	21,7982394	10.341,60
DEMANDA REATIVA EXCEDENTE (VAR)	0,000000	21,7982394	0,00
Consenso Ativo Na Ponta(WWh)	12.054,560000	2,09542919	25.680,55
Consenso Ativo Fora Ponta(WWh)	114.884,000000	0,42177019	54.183,50
Consenso Reativo Exc. Na Ponta(VAR)	0,000000	0,32277536	0,00
Consenso Reativo Exc. Fora Ponta(VAR)	0,000000	0,32277536	0,00
Contribuição Remuneração Pública			64,82
CEM Subvenção CDE NF 01793343 2205/18			735,70

Fonte: Arquivo de propriedade Data Center PD

3 ANÁLISE DE POSSÍVEIS MELHORIAS

Nesta seção, iremos identificar pontos de melhorias e ajustes que possam ser implementados com baixo investimento, obedecendo os critérios definidos pelas normas ANSI/TIA-942-A-1: 2013, NBR 14565: 2013 e ISO/IEC 24764:2010 bem como as recomendações das instituições GREEN GRID, ASHRAE e conhecimento adquiridos com o curso.

3.1 ANALISE DE LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS

Verificamos que o posicionamento das máquinas de climatização bem como os racks foram projetados de forma a promover o formato de corredores quentes/ frios, porem o posicionamento das placas de piso perfuradas que provem a saída do ar frio para o ambiente, não foram posicionadas de forma a seguir o conceito de corredor frio/ quente, observado na Figura 2. Também foi identificado que nas janelas dos bastidores (unidade do rack) que não estavam sendo ocupadas por servidores, encontram-se abertas, promovendo assim a perda do ar frio insuflado na parte frontal dos bastidores.

Para manter o acordo com o proprietário, se fez necessário suprimir informações como CNPJ, Endereço e número de contrato, mostrados nas Figuras 2 e 3.

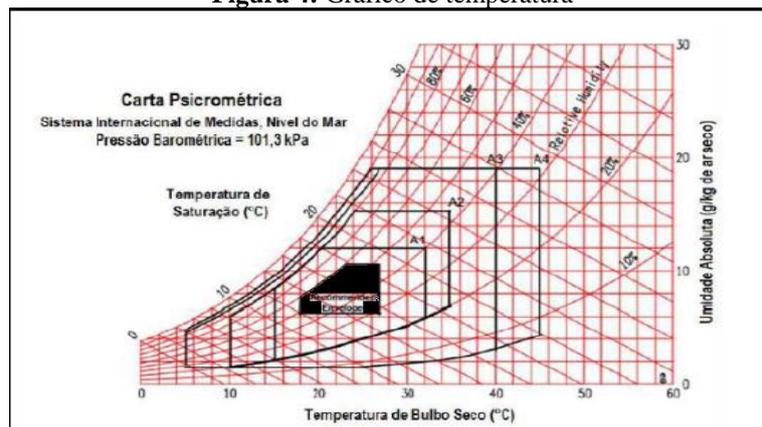
3.2 ESTUDO DO MELHOR PARAMETRO DE TEMPERATURA

De acordo com as normas ANSI/TIA-942-A-1: 2013, NBR 14565: 2013 e ISO/IEC 24764:2010, o sistema de refrigeração é um dos principais requisitos no detalhamento de um projeto de Data Center. Para elaborar um projeto é necessária uma projeção da capacidade térmica que o ambiente pode atingir em plena carga, além de estipular possíveis variações de cargas, mudança de ambiente e ou acréscimo de racks. Devendo ainda se levar em consideração as seguintes informações:

- a) Temperatura de bulbo seco: 20°C (68°F) a 25°C (77°F);
- b) Umidade relativa: 40 a 55%;
- c) Máximo ponto de orvalho: 21°C (69,8°F);
- d) Máxima variação de temperatura por hora: 5°C (9°F);

Com base na Figura 4 (área hachurada), é possível identificar que a temperatura recomendada para sala de equipamentos varia entre 18°C e 27°C segundo a ASHRAE1.

Figura 4: Gráfico de temperatura



Fonte: Consulta norma ANSI/TIA-942-A-1: 2013.

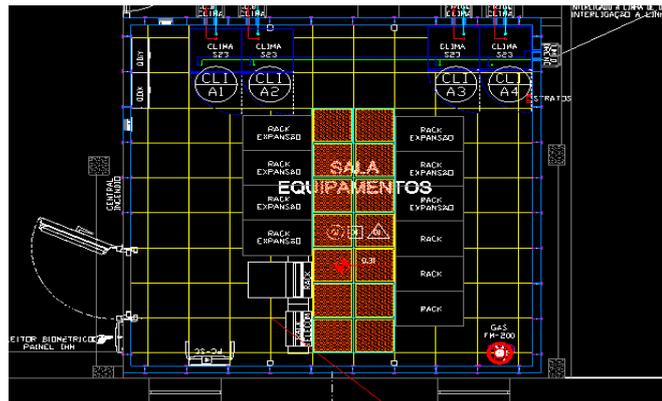
4 APLICAÇÃO DAS MELHORIAS IDENTIFICADAS

Nesta seção iremos apresentar os ajustes e melhorias identificados nas seções anteriores, bem como as implementações a serem executadas.

4.1 AJUSTES DA PAGINAÇÃO DO PISO

Após analisado toda a estrutura de piso técnico, foi observado que não haveria necessidade de aquisições de novas placas de piso para insuflamento de ar, sendo realizado a nova paginação de piso, onde podemos observar os ajustes realizados na Figura 5.

Figura 5: Nova Paginação de piso



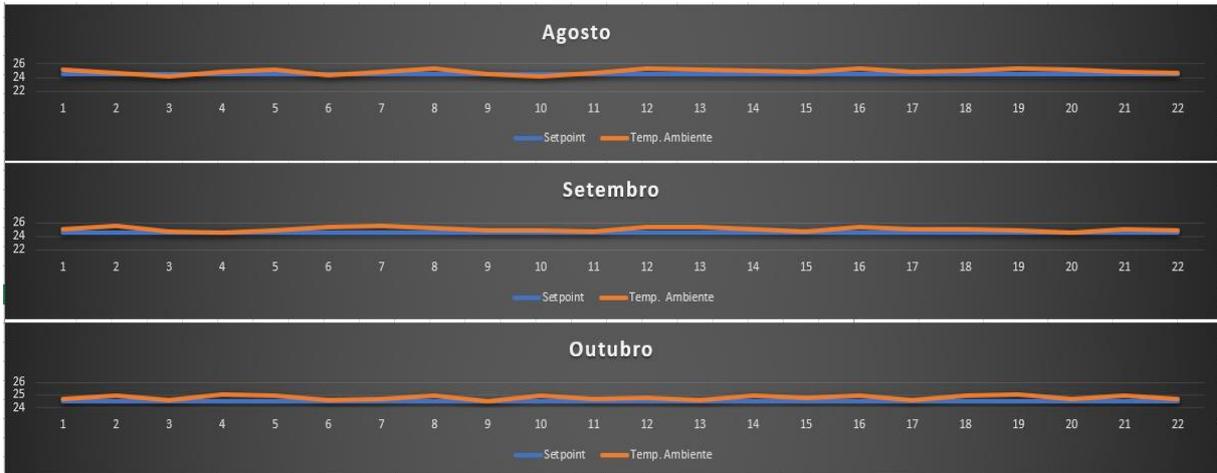
Fonte: Arquivo de propriedade Data Center PD

Ainda sobre os ajustes para melhorias do aproveitamento do ar no corredor frio, foram feitos a aquisição de painéis cegos para fechamento dos US's que não estavam sendo utilizados nos bastidores, chegando ao total de 258 US, no valor de R\$ 1.883,40 (um mil, oitocentos e oitenta e três reais e quarenta centavos), valor esse baixo considerando o porte da estrutura.

Logo após aquisição, foi feito um reposicionamento de alguns servidores e instalação dos painéis cegos para fechamento dos Us não utilizados nos bastidores.

4.2 AJUSTES DE PARAMETROS DOS EQUIPAMENTOS

Analisando a tabela 2, podemos observar que a média de temperatura entre os equipamentos instalados no Data Center “PD” é de 23,56°C, também podemos observar ainda, que a maioria dos equipamentos tem uma faixa de trabalho em média de 10°C a 35°C. Com base nessa informação, e seguindo a recomendação da ASHRAE1 (temperatura ideal entre 18°C e 27°C), sugerimos um parâmetro de teste para podermos analisar o comportamento de consumo de energia, bem como o funcionamento dos sistemas e

Figura 8: Levantamento de temperatura

Fonte: Levantamento realizado com medições de temperatura na frequência diária, usando o equipamento MT 241 Minipa, que realizar a leitura a laser.

Realizamos também durante o período de testes, o acompanhamento de possíveis falhas ou paradas de equipamentos como servidores, switches e demais equipamentos de informática, não sendo registrado neste período nenhuma ocorrência fora de rotina.

5.1 LEVANTAMENTO DO NOVO CONSUMO DE ENERGIA

A tabela 4 a seguir, descreve os dados coletados após ajustes realizados, podendo ser observado uma redução de 0,4% (quatro) no valor do PUE em relação a tabela 3.

Tabela 4: Relação de cargas vs PUE após ajustes

Descrição	Unidade	Carga	%	Observações
Cargas de TI	Watts	42.074,06	49,07%	Carga consumida pelos equipamentos conforme "datasheet".
Climatização	Watts	30.713,90	35,82%	Carga calculada com operação das maquinas (50% capacidade), das 04 maquinas, 03 + 01 fica revezando.
Iluminação	Watts	975,00	1,14%	Carga calculada pela quantidade de luminárias instaladas.
Transformadores	Watts	5.350,00	6,24%	Carga calculada conforme norma NBR 5356/1993 que defini o máximo de perda de transformador "6%".
Distribuição	Watts	1.600,00	1,87%	Carga calculada pela potência do circuito de acordo NBR

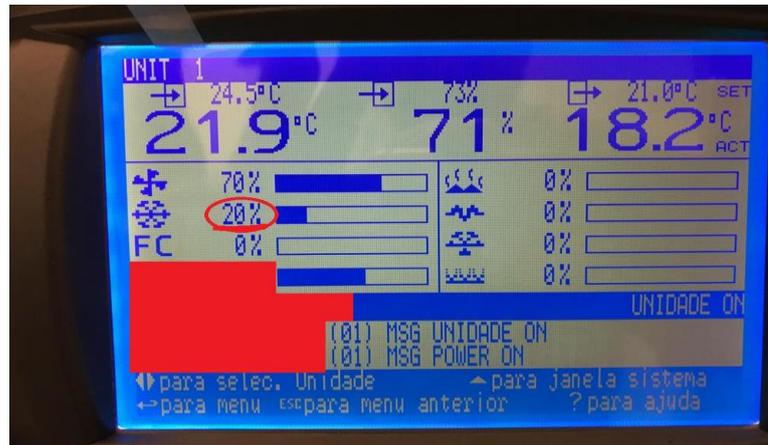
5410.

UPS	Watts	4.735,00	5,52%	Carga calculada conforme datasheet dos equipamentos
Segurança	Watts	300,00	0,35%	Carga calculada conforme datasheet dos equipamentos instalados.
TOTAL DE CARGA		85.747,96		
PUE		2,04		

Fonte: Levantamento realizado pelo pós-graduando com base nas observações da tabela.

Na Figura 9, podemos observar que a capacidade demandada do compressor reduziu de 50% (cinquenta), valor mostrado nas Figuras 6 e 7, para 20% (vinte).

Figura 9: Display capacidade compressor após ajustes



Fonte: Registro fotográfico do display do equipamento

Nas Figuras 10, 11 e 12, podemos observar as faturas de energia dos meses de agosto, setembro e outubro respectivamente, meses posteriores aos ajustes.

Figura 10: Fatura de energia de agosto 2018

COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO AV. JOÃO DE BARROS, 111, BOA VISTA, RECIFE, PERNAMBUCO CEP: 50055-902 CNPJ: 10.835.832/0001-08 INSCRIÇÃO ESTADUAL: 000543-03		celpe Grupo Neoennergia www.celpe.com.br		COMERCIAL 1161 PRONTIÃO 116 Atendimento ao cliente: 0800 281 8182 Av. João de Barros, 111, Boa Vista, Recife, Pernambuco CEP: 50055-902 Agência de Regulação dos Serviços Públicos Utilidade Pública Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL 167 - Ligação Gratuita de telefones fixos e móveis	
NOTA FISCAL FATURA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA		DADOS DO CLIENTE		DATA DE VENCIMENTO 17/09/2018	
DATA DA EMISSÃO DA NOTA FISCAL: 21/08/2018 DATA DA APROVAÇÃO: 20/08/2018 Nº DO CONTRATO: 70123870 Nº DO CLIENTE: 200157301		Nº DA FATURA: 028752427 Nº DA INSTALAÇÃO: 31712		TOTAL A PAGAR (R\$): 82.974,95	
CLASSE DE SERVIÇO: 02 - SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA COMERCIAL - OUTROS SERVIÇOS E OUTRAS ATIVIDADES BE77.FC54.ASEA.7595.7A58.029A.E141.D0C1					
DESCRIÇÃO DA NOTA FISCAL E INFORMAÇÕES IMPORTANTES					
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO(UNIT)	VALOR(R\$)		
Demanda Ativa(W)	470,000000	22,57911428	10.607,35		
Demanda Reativa Excedente (kVAR)	0,000000		0,00		
BANDEIRA VERMELHA					
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)	11.550,880000	2,1792682	24.991,49		
Consumo Ativo Fora Ponta(kWh)	16.448,000000	0,4885881	8.014,00		
Consumo Reativo Exc. Na Ponta(kVARh)	0,000000	0,3632545	0,00		
Consumo Reativo Exc. Fora Ponta(kVARh)	0,000000	0,3632545	0,00		
Contribuição Iluminação Pública			64,92		

Fonte: Arquivo de propriedade Data Center PD

Figura 11: Fatura de energia de setembro 2018

COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO AV. JOÃO DE BARROS, 111, BOA VISTA, RECIFE, PERNAMBUCO CEP: 50055-902 CNPJ: 10.835.832/0001-08 INSCRIÇÃO ESTADUAL: 000543-03		celpe Grupo Neoennergia www.celpe.com.br		COMERCIAL 1161 PRONTIÃO 116 Atendimento ao cliente: 0800 281 8182 Av. João de Barros, 111, Boa Vista, Recife, Pernambuco CEP: 50055-902 Agência de Regulação dos Serviços Públicos Utilidade Pública Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL 167 - Ligação Gratuita de telefones fixos e móveis	
NOTA FISCAL FATURA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA		DADOS DO CLIENTE		DATA DE VENCIMENTO 15/10/2018	
DATA DA EMISSÃO DA NOTA FISCAL: 21/08/2018 DATA DA APROVAÇÃO: 27/08/2018 Nº DO CONTRATO: 70123870 Nº DO CLIENTE: 200157301		Nº DA FATURA: 032736906 Nº DA INSTALAÇÃO: 317128		TOTAL A PAGAR (R\$): 80.231,00	
CLASSE DE SERVIÇO: 02 - SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA COMERCIAL - OUTROS SERVIÇOS E OUTRAS ATIVIDADES A301.3088.D536.6E70.D664.8812.7A84.8C41					
DESCRIÇÃO DA NOTA FISCAL E INFORMAÇÕES IMPORTANTES					
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO(UNIT)	VALOR(R\$)		
Demanda Ativa(W)	470,000000	21,9543879	10.318,56		
Demanda Reativa Excedente (kVAR)	0,000000		0,00		
BANDEIRA VERMELHA					
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)	10.843,840000	2,1115762	22.841,59		
Consumo Ativo Fora Ponta(kWh)	99.936,000000	0,4732581	47.493,56		
Consumo Reativo Exc. Na Ponta(kVARh)	0,000000	0,2564225	0,00		
Consumo Reativo Exc. Fora Ponta(kVARh)	0,000000	0,2564225	0,00		
Contrib. Ilum. Pública Municipal			64,92		
ICMS Substituição-CDE AF 021437756-21/09/18			73,28		
ICMS Substituição-CDE AF 020203817-20/07/18			732,00		
Compensação DMC 0918			1.182,26		

Fonte: Arquivo de propriedade Data Center PD

Figura 12: Fatura de energia outubro 2018

COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO AV. JÃO DE BARROS, 111, BOA VISTA, RECIFE, PERNAMBUCO CEP 50050-902 CNPJ 13.535.832/0001-68 INSCRIÇÃO ESTADUAL 0056943-93		 CELPE www.celpe.com.br		COMERCIAL 1181 PRONTOCÃO 118 Atendimento ao deficiente auditivo ou de fala: 0800 281 8142 Ouvidoria: 0800 282 5399 Agência de Regulação dos Serviços Públicos Utilitários do Estado de Pernambuco-ARSP: 0800-707-0354 Agência Gratuita de Informações: Fone: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL 167 - Ligação Gratuita de telefones fixos e móveis	
NOTA FISCAL FATURA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA		2ª VIA			
DADOS DO CLIENTE ENDEREÇO: [REDACTED] ENDEREÇO: [REDACTED]		DATA DE VENCIMENTO 16/11/2018 TOTAL A PAGAR (R\$) 80.586,24	DATA DA EMISSÃO DA NOTA FISCAL 22/10/2018 DATA DA APRESENTAÇÃO 29/10/2018 NUMERO DA NOTA FISCAL 035478044	CONTA CONTRATO 701238707 Nº DO CLIENTE 20015730 Nº DA SUBSTÂNCIA 31712	
RECEBER/RECEBE WWW.CELPE.PE		CLASSIFICAÇÃO A1 - Hora-azonal Venda COMERCIAL - OUTROS SERVIÇOS E OUTRAS ATIVIDADES RESERVADO AO FISCO 1A36.24D1.DA5D.EE50.AF25.AD86.52C7.1A84			
DESCRIÇÃO DA NOTA FISCAL E INFORMAÇÕES IMPORTANTES					
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇOS	VALORES		
Demanda Abso(W)	470,000000	21,20848977	10.014,99		
Demanda Relativa Excedente (RVAR)	0,000000	21,20848977	0,00		
BANDEIRA VERMELHA					
Consumo Abso Na Ponta(WWh)	10.891,280000	2,04804773	22.519,65		
Consumo Abso Fora Ponta(WWh)	102,62600000	0,46127786	47,236,15		
Consumo Relativo Ex. Na Ponta(VVARh)	0,000000	0,34487937	0,00		
Consumo Relativo Ex. Fora Ponta(VVARh)	0,000000	0,34487937	0,00		
Contrib. Ilum. Pública Municipal			64,92		
ICMS Subvenção-CDE-UF 928732437-21/08/16			646,33		

Fonte: Arquivo de propriedade Data Center PD

5.2 COMPARATIVO DOS DADOS ANTES E APÓS MELHORIAS

Na tabela 5, podemos observar que houve uma redução de 11% (onze) no consumo do sistema de climatização, resultando em uma queda de 4% (quatro) no valor do PUE.

Tabela 5: Tabela comparativa de carga consumida

Descrição	Unidade	Carga	%	Carga	%
Cargas de TI	Watts	42.074,06	46,99%	42.074,06	49,07%
Climatização	Watts	34.510,00	38,54%	30.713,90	35,82%
Iluminação	Watts	975,00	1,09%	975,00	1,14%
Transformadores	Watts	5.350,00	5,97%	5.350,00	6,24%
Distribuição	Watts	1.600,00	1,79%	1.600,00	1,87%
UPS	Watts	4.735,00	5,29%	4.735,00	5,52%
Segurança	Watts	300,00	0,34%	300,00	0,35%
TOTAL DE CARGA		89.544,06		85.747,96	
	PUE	2,13	PUE	2,04	
	% de redução do PUE	-4%			

Fonte: Levantamento realizado pelo pós-graduando com base nas tabelas 3 e tabela 4, já apresentadas nesse estudo.

5.3 RESULTADOS FINANCEIROS

Com as reduções demonstradas na tabela 5, é possível perceber que o resultado, em relação a custos, foi de pouco mais de R\$ 10.000,00 (dez mil reais) por mês, sendo esse valor equivalente a 11% (onze) em média, sobre o valor total da fatura de energia de junho e julho.

Tabela 6: Tabela de resultado comparativo econômico

Descrição	Junho	Redução	Julho	Redução	Agosto	Redução	Setembro	Redução	Outubro
	A	A-B	B	B-C	C	C-D	D	E-D	E
Consumo. na Ponta Watts	13123,44	428,88	12694,56	1543,68	11150,88	707,04	10443,84	547,44	10991,28
Consumo. fora Ponta Watts	119064	4200	114864	16416	98448	-1488	99936	2688	102624
R\$ - Valor. Fatura	91.078,01	-728,40	91.806,41	8.831,46	82.974,95	2.743,95	80.231,00	355,24	80.586,24
R\$- Valor. redução A-E	10.491,77								
Percentual reduzido	11,5%								

Fonte: Levantamento realizado com base nas informações das Figuras 2,3, 10,11 e 12.

6 CONCLUSÃO

Percebemos nesse estudo, que pequenos ajustes, podem surtir grandes efeitos dentro de um contexto de projeto bem elaborado. O ajuste da paginação de piso, proporcionou um melhor aproveitamento do ar frio, sendo esse canalizado para dentro dos servidores, juntamente com o reposicionamento dos servidores e instalação de placas cegas, que não permitiam perdas no fluxo de ar durante seu trajeto realizado no corredor frio. Por outro lado, o ajuste realizado no parâmetro de setpoint dos equipamentos de climatização, fez com que os compressores consumissem menos energia, passando esses a trabalharem com uma média de 20% (vinte) de sua capacidade, e que por sua vez, proporcionou uma redução econômica, de em média 11% (onze), que equivale a aproximadamente R\$ 10.000,00 (dez mil) a menos, nas faturas de energia elétrica mensal. Outros ganhos só poderão ser observados com um intervalo maior de tempo de operação, como por exemplo a diminuição na frequência de manutenções corretivas por tempo de operação dos equipamentos de climatização.

Concluimos com isso que a elaboração correta de um projeto, levando-se em consideração as melhores técnicas e recomendações das normas sobre a construção e operação de ambiente “Data center”, é possível otimizar recursos, não só de climatização, bem como todos os demais aplicados a esse tipo de ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE: **Diretrizes térmicas para ambientes de processamento de dados** – Refrigeração. ANSI, abr. 2005.

ANSI/TIA-942-A-1: 2013 **Telecommunications infrastructure standard for Data Centers**, Addendum 1 – cabling guidelines for Data Center fabrics, infraestrutura de telecomunicações para Data Centers, Adendo 1 – diretrizes de cabeamento para Data Center fabrics.

ABNT. Norma ABNT NBR 14565: 2013. **Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e Data Centers**.

ABNT. Norma ABNT NBR 5356: 1993. **Fabricação de transformadores de potência**.

DELL TECHNOLOGIES, <https://www.dell.com/pt-br/work/shop/os-servidores-poweredge/sc/servers>, acesso realizado em abril de 2019.

EXTREME NETWORK, Acesso realizado em abril de 2019, <https://www.extremenetworks.com/solution/network-fabric/>, fabricante de switches e roteadores de grande porte.

FORTINET DO BRASIL, Acesso realizado em abril de 2019. <https://www.fortinet.com/solutions/enterprise-midsize-business/application-security.html>, fabricante de controladores, gerenciadores de rede e firewall.

GREEN GRID 2007: **Get a Grip on Your Data – Center Power Efficiency**. Disponível em: http://www.scaleoutadvantage.techweb.com/news/fut_pmdl20070607_get.jhtml, acesso realizado em abril de 2019.

HP do Brasil, Acesso realizado em abril de 2019. <https://www.hpe.com/br/pt/servers.html>, fabricante de servidores e computadores.

IBM DO BRASIL, <https://www.ibm.com/br-pt/marketplace/power-system>, acesso realizado em abril de 2019.

ISO/IEC 24764:2010 Information technology – **Generic Cabling Systems for Data Centres**.

MARIN, P.S. Consumo de um Data Center, por sistemas e total. In: FACCIONI FILHO, Mauro. **Conceitos e Infraestrutura de Data Centers**: livro digital. Palhoça: Unisul Virtual, 2016.

TIER: **Tier Classification define Site Infrastructure Performance**, Uptime Institute, 2005. Disponível em: <http://www.idt-inc.com/pdf/uptimeratings.pdf>, acesso realizado em abril de 2019.

VERAS, MANOEL. Data Center – **Componente central da infraestrutura de TI**. 2.^a ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2012. ISBN: 978–85–7452–52–6.