



## DATA CENTER VERDE E O CONSUMO ENERGÉTICO DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO.<sup>1</sup>

Fernando Barreira da Silva

**Resumo:** A Transformação Digital é uma tendência recente que preconiza uma mudança estrutural nas organizações, dando um papel essencial para a tecnologia da informação e fazendo com que os requisitos que envolvem a infraestrutura dos Data Centers tenham uma maior relevância, já que todas as aplicações utilizadas pelos serviços online dependem desta infraestrutura. Com base no atual consumo médio de energia e nas previsões de aumento, busca-se incansavelmente por uma melhor eficiência energética associada aos requisitos de tecnologia e de engenharia dos sistemas que compõem o Data Center e em especial do sistema de climatização.

**Palavras-chave:** Data Center Verde. Sistemas de Climatização. Eficiência Energética

### 1 INTRODUÇÃO

Recente estudo realizado pela Similarweb (2020), apontou o Brasil como o 4º maior tráfego de internet do mundo. O país se destaca pelo consumo de *internet* em *smartphone* e mostra uma queda de acesso via computadores. De acordo com os índices divulgados pelo estudo e considerando ainda os investimentos na Transformação Digital, pode-se inferir que os aspectos que envolvem o armazenamento, o processamento de dados e conseqüentemente a infraestrutura dos Data Centers ganham uma maior relevância, já que basicamente todas as aplicações utilizadas pelos serviços *online* dependem desta infraestrutura.

A norma TIA-942-A *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers* (ANSI/TIA, 2012), define o Data Center como sendo um edifício, ou parte de um edifício, cuja função primária é a de abrigar uma sala de computadores e suas áreas de suporte. Segundo Marin (2016), o projeto de infraestrutura de um Data Center começa pela identificação dos requisitos de tecnologia: rede, servidores, equipamentos de

---

<sup>1</sup> 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.



armazenamento de dados - *storage* e conectividade. Na sequência são identificados os requisitos de engenharia, distribuição elétrica, climatização, cabeamento de rede e telecomunicações e o sistema de controle e segurança do *site*. No Quadro 1 é possível observar os principais sistemas de engenharia que compõem um Data Center.

Quadro 1- Componentes de Engenharia da Infraestrutura de um Data Center

Infraestrutura	Sistemas	Componentes
Engenharia	Distribuição Elétrica	Cabine Primária ou Subestação
		Chave de transferência automática
		Energia Renovável
		Grupos Geradores
		Iluminação
		Módulos UPS e Baterias
		<i>Power Distribution Unit (PDU)</i>
		Quadro elétrico primário
	Quadro elétrico secundário	
	Mecânico	Climatização
	Cabeamento de Rede e Telecomunicações	Cabeamento estruturado de alto desempenho
	Sistema de segurança física do site	Segurança Contra Incêndio
	Sistema de monitoramento	Vigilância e controle de acesso
	<i>Data Center Infrastructure Monitoring (DCIM)</i>	

Fonte: Barreira Silva (2018).

## 2 DATA CENTER VERDE

Tolond (2012), define TI Verde como uma aplicação eficiente (tamanho e capacidade) de tecnologias inteligentes (que gerenciam o consumo de energia) e tecnologias ecologicamente corretas (*eco-friendly*) em toda a organização. De forma mais abrangente, o conceito de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) verde recebeu destaque no *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, entidade responsável pela definição de padrões mundiais para dispositivos elétricos e eletrônicos. No início de 2015, o IEEE declarou a missão da iniciativa TIC verde como a busca em promover a incorporação de métricas (Eficiência energética, redução das emissões de carbono e gerenciamento do ciclo de vida) e “padrões verdes” em conceitos de *design* para vários domínios técnicos. A iniciativa reúne conhecimentos de diferentes áreas, em



conferências e publicações, com o objetivo de promover abordagens holísticas de *design* e padronização (IEEE, 2017).

Derivado do conceito de TI verde, temos o conceito de Data Center Verde, que apesar de não ser um conceito oficial ou normatizado, possui várias definições. Será utilizado como referência para este artigo, a seguinte definição:

Um Data Center Verde, deve além de priorizar a máxima eficiência energética, ser composto em sua plenitude por uma infraestrutura de tecnologia e de engenharia ambientalmente sustentáveis (BARREIRA SILVA, 2018).

### **3 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

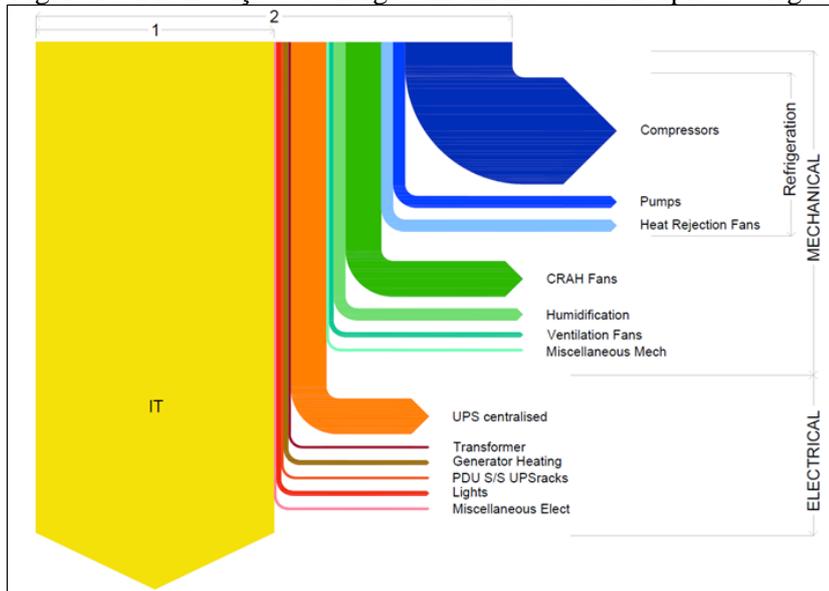
Atualmente, o consumo de energia dos Data Centers representam em torno de 3% do consumo total de energia do mundo. Estima-se que este consumo chegue a mais de 1.000TWh até 2025. Esta previsão impulsiona ainda mais a tendência pelo desenvolvimento de projetos de Data Centers que busquem a identificação dos requisitos que maximizam os impactos ambientais positivos e os que minimizam os possíveis impactos ambientais negativos trazidos com a sua construção e operação.

Para Marin (2016), o consumo elétrico médio de um Data Center está caracterizado em 45% para o sistema mecânico (climatização), 36% para as cargas críticas de TI (sala de equipamentos), 11% para as fontes de alimentação (UPS), 5% para espaços e suporte e os 3% restantes são utilizados pelo sistema de iluminação. Já para Lange (2014), o sistema de climatização consome aproximadamente entre 40 a 45% do total consumido pelo Data Center, perdendo apenas para o consumo de energia dos servidores, sendo assim, se bem dimensionado, o sistema de climatização pode contribuir significativamente com a eficiência energética do Data Center.

Na Figura 1 é possível observar com um maior nível de detalhamento de como o consumo de energia está distribuído em um Data Center típico ou legado. Segundo Tozer (2008), este consumo está dividido entre os Sistemas mecânicos, incluindo refrigeração, ventiladores, umidificadores e DEG de combustível. Sistemas e equipamentos de TI, incluindo ventiladores, inversores e processadores - Sistemas elétricos, incluindo UPS, geradores e iluminação. A partir desta composição, fica claro que as prioridades para

economia de energia do data center podem ser classificadas em ordem de magnitude como energia de TI, seguida por energia de resfriamento e energia de ventilador / UPS.

Figura 1 - Distribuição de energia em um Data Center típico ou legado



Fonte: Tozer (2008).

A partir destas referências, podemos considerar o sistema de climatização como um dos grandes consumidores do *site*, tornando-se primordial a identificação e a utilização das técnicas mais eficientes para o processo de retirada de calor do ambiente do Data Center. Considerando que os equipamentos críticos de TI dispostos dentro da sala de computadores geram muito calor, os projetos devem priorizar a climatização deste ambiente, não desprezando os espaços de suporte como a sala de impressão, sala de baterias, centro de controle de operações, etc.

Uma forma de melhorar a eficiência energética dos sistemas de climatização é a aplicação das melhores práticas. Entre elas pode-se considerar o gerenciamento do fluxo de ar, reduzindo a mistura de ar quente e ar frio, minimizar as desumidificações desnecessárias, efetuar o resfriamento próximo à carga térmica, otimizar o leiaute da sala de computadores, reduzir a recirculação do ar e aumentar a temperatura de operação do Data Center.



É aconselhável que a localização do Data Center priorize características que garantam uma baixa probabilidade de ocorrência de catástrofes naturais, longe de grandes vias e centros populacionais, com temperaturas favoráveis à otimização do sistema de climatização (PEREIRA, 2015).

Dependendo do porte do Data Center, os sistemas de climatização podem utilizar unidades *Computer Room Air Handling* (CRAH), com refrigeração baseada em *chillers* de água gelada e torres de resfriamento ou, conforme a Figura 2, unidades *Computer Room Air Conditioner* (CRAC), com expansão direta do refrigerante ou outros métodos de troca de calor.

Figura 2 - Unidades Computer Room Air Conditioner (CRAC)



Fonte: ICTO (2017).

As normas ABNT NBR 14565 , ANSI/TIA-942-A e ANSI/BICSI 002 utilizam como referência para a definição da temperatura e umidade relativa do ar o padrão TC 9.9 especificado pela *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), entidade norte Americana reconhecida na área de padronização de climatização. O padrão TC 9.9 recomenda que a temperatura na entrada de ar dos equipamentos críticos de TI deva estar entre 18°C e 27°C com uma umidade relativa do ar entre 40 e 55% e a saída de ar quente deve estar a uma temperatura aproximada de 38°C com umidade relativa do ar em 20% (ASHRAE TECHNICAL COMMITTEE, 2011).



#### 4 POWER USAGE EFFECTIVENESS (PUE)

Várias são as iniciativas internacionais que contribuem para a redução dos impactos negativos que a utilização dos equipamentos de TI pode causar ao meio ambiente. Um dos destaques entre as iniciativas internacionais relacionadas aos Data Centers é o *The Green Grid*, associação que tem como principal objetivo tratar dos aspectos relacionados ao consumo de energia elétrica e requisitos de climatização em Data Centers.

Uma das métricas mais utilizadas como parâmetro para avaliação da eficiência do consumo de energia em Data Centers e que foi desenvolvida pelo *Green Grid* é a *Power Usage Effectiveness* (PUE) (Avelar et al., 2012), conforme a expressão (1), a seguir:

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Energy}}{\text{IT Equipment Energy}} \quad (1)$$

Sendo:

**Total Facility Energy** ou Carga Total da Infraestrutura, trata-se do consumo de energia dedicada exclusivamente ao Data Center, medido na entrada do edifício ou do Data Center quando este é atendido diretamente pela concessionária e não compartilha a alimentação elétrica com outros sistemas.

**IT Equipment Energy** ou Carga de TI, trata-se do consumo de energia total de equipamentos usados para processar, armazenar e rotear informações dentro do Data Center, ou seja, o consumo de todos os equipamentos ativos presentes na sala de computadores.

Por recomendação da Força Tarefa Global, a medição da Carga de TI deve ser realizada na saída da unidade de distribuição de energia (PDU) ou no mínimo na saída da fonte de alimentação ininterrupta (UPS) (THE GREEN GRID, 2014).

Desta forma a PUE demonstra a relação entre a energia disponível para alimentar o Data Center e aquela utilizada pelos equipamentos críticos de TI. Quanto mais próximo de 1.0 for o resultado do PUE, melhor será a eficiência energética do Data Center.

É possível encontrar outras métricas que podem estar associadas ao projeto de novos Data Centers e especificamente aos sistemas de climatização. A *Electrical Loss Component* (ELC), que demonstra o atendimento de padrões mínimos de eficiência energética do sistema elétrico e o *Mechanical Loss Component* (MLC) definindo



requisitos de conformidade específicos altamente detalhados para eficiência energética mínima para os sistemas de resfriamento mecânico (NEUDORFER, 2016).

## 5 REQUISITOS DE ENGENHARIA

Em pesquisa realizada em 2018, intitulada Critérios para implantação de infraestrutura de Data Centers alinhados aos princípios da TI verde, utilizando-se da metodologia de pesquisa bibliográfica, gerou uma lista de 62 requisitos de engenharia ambientalmente sustentáveis relacionados aos sistemas de Cabeamento estruturado, Climatização, Energia renovável, Grupos geradores, Iluminação, Segurança contra incêndio, UPS e baterias. Desta lista, 47 requisitos foram considerados aplicáveis e 16 novos requisitos foram sugeridos pelos especialistas consultados. Dos 12 requisitos identificados para o sistema de climatização, 8 foram considerados aplicáveis. Pode-se observar no Quadro 2 os requisitos considerados aplicáveis para o sistema de climatização pelos especialistas consultados durante a pesquisa.

Quadro 2 - Requisitos considerados aplicáveis para o sistema de climatização

Sistema de climatização	01	Instalação do Data Center em locais com temperaturas favoráveis à otimização do sistema de climatização. (Dados climáticos)
	02	Utilizar sistemas de climatização que operem com o menor consumo de água anual.
	03	Utilizar sistemas de confinamento, com a separação dos corredores quente e frio.
	04	Utilizar sistemas de climatização que utilizem gases refrigerantes (naturais ou sintéticos) classificados como limpos – com índice zero de <i>Ozone Depletion Potential (ODP)</i> e índice inferior a cinquenta de <i>Global Warming Potential (GWP)</i>
	05	Indicar o aumento da faixa de temperatura e umidade relativa do ar na entrada e saída dos equipamentos críticos de TI
	06	Utilizar sistemas de climatização que possam operar no modo econômico parcial ou completo, utilizando o ar externo durante os meses mais frios
	07	Utilizar os itens que compõem o sistema de climatização, como por exemplo, os trocadores de calor e os resfriadores evaporativos com a maior expectativa de vida.
	08	Considerar a complexidade de controle para a transição do modo de operação econômico e de operação normal.

Fonte: Barreira Silva (2018).

Ainda na mesma pesquisa, uma segunda questão do tipo aberta, tinha como objetivo colher os comentários, justificativas ou a indicação de novos critérios por parte dos especialistas para cada um dos 7 sistemas selecionados. No Quadro 3 é apresentado



as respostas dos especialistas para a pergunta específica ao sistema de climatização. As respostas geraram quatro novos requisitos.

Quadro 3 - Sugestões de novos requisitos - Climatização

Sistema	Item	Requisitos sugeridos pelos Especialistas
Sistema de climatização	01	Tomar medidas adequadas para a coleta, armazenamento e descarte seguro;
	02	Utilizar <i>chillers</i> com condensação à ar no lugar de <i>chillers</i> com condensação à água;
	03	Utilização de <i>chillers</i> de absorção para uso de cogeração em data centers;
	04	Considerar o espaço ocupado do sistema de climatização em kW / <i>rack</i> .

Fonte: Barreira Silva (2018).

## 6 MANUTENÇÃO PREDITIVA

O sistema de climatização pode ser classificado como parte da infraestrutura de engenharia de um Data Center (MARIN, 2016). Identificar se o sistema de climatização está ativo, não é um parâmetro a ser utilizado em ambientes de criticidade como é o caso dos Data Centers. O funcionamento por si só, não garante a disponibilidade, a eficiência e consequentemente a operação dentro dos parâmetros estabelecidos pelas normas, padrões e melhores práticas do mercado.

Quando se refere ao monitoramento de Data Centers, não se pode deixar de mencionar as ferramentas DCIM – Data Center Infrastructure Management (FILHO; NETO, 2012). Cabe aqui uma ressalva, apesar de ser um grande desafio encontrarmos sistemas DCIM que possibilitem um monitoramento unificado, ou seja, que monitorem as variáveis dos diversos sistemas que compõem o Data Center, este trabalho não vai abordar variáveis monitoradas pela ferramenta DCIM que não estejam relacionadas ao sistema de climatização.

Até este ponto da pesquisa já é possível inferir que a operação de um Data Center e em especial da disponibilidade do sistema de climatização, dependem de muitas variáveis e que conhecê-las e monitorá-las de forma antecipada, contribuem com a disponibilidade do serviço.



Uma forma de manter esta disponibilidade dos Data Centers passa pela inclusão de circuitos em paralelismo, ou seja, componentes redundantes, assegurando a menor probabilidade de interrupções nos serviços suportados pelos sistemas.

A gestão da disponibilidade de um Data Center pode utilizar-se de um conjunto de ferramentas tecnológicas centradas em base de dados, utilizando-se das informações das variáveis monitoradas e definidas previamente.

Ter acesso às informações referentes aos valores de cada uma destas variáveis, contribuem com a geração de relatórios de disponibilidade, compostos por dados operacionais concretos. Sendo assim, atividades proativas podem ser executadas no sentido de antecipação à algum incidente.

Estas mesmas informações podem contribuir para o processo de implantação de uma política de manutenção do tipo preditiva, já que procura monitorar “os sinais vitais” dos equipamentos e sistemas na tentativa de prever a possibilidade de falhas ocorrerem, a partir da análise dessas variáveis, (ROSÁRIO, 2016).

As variáveis disponibilizadas nos Quadros de 4 a 9 são de um Data Center de Exemplo e demonstram resultados reais, após o monitoramento de um dos Evaporadores e de um dos Condensadores de precisão, utilizados no sistema de climatização. O Data Center de exemplo possui a classificação Tier III e certificações ISO 9001, ISO/IEC 20000-1 e ISO/IEC 27001. Foram utilizados símbolos para facilitar a inclusão de algumas informações nas tabelas, segue abaixo a legenda e o significado para cada símbolo.

Legenda: ✓ = Sim, executado    ✗ = Não executado    — = Não aplicável

Os sistemas de climatização dos Data Centers precisam garantir a segurança, confiabilidade e alta disponibilidade, sendo projetados para manter a temperatura, a umidade e a qualidade do ar dentro de parâmetros definidos por normas e métodos internacionais de boas práticas. Para que isso ocorra, são monitorados constantemente por sensores eletrônicos. Esses dispositivos identificam automaticamente variações capazes de afetar o equilíbrio do sistema. Dessa forma, medidas de correção podem ser imediatamente adotadas para manter o Data Center em funcionamento com segurança.



No Quadro 4 a seguir pode-se verificar os principais *Setpoints* relacionados aos valores de temperatura e umidade no Evaporador de Precisão instalado no Data Center de Exemplo. É importante destacar que mudanças repentinas nestes valores dentro da sala de computadores, podem gerar reflexos prejudiciais às operações de processamento e armazenamento de dados e conseqüentemente um maior consumo de energia para restabelecer os valores definidos.

Quadro 4 - Parâmetros - Evaporador de Precisão

Evaporador de Precisão	Parâmetros		
	01	Testar o funcionamento do controlador, display e alarmes.	✓
	02	Realizar leitura do <i>Setpoint</i> de temperatura:	23,5 °C
	03	Realizar leitura do <i>Setpoint</i> de umidade:	50%
	04	Realizar leitura do <i>Setpoint</i> de alarme (temperatura alta):	30 °C
	05	Realizar leitura do <i>Setpoint</i> de alarme (temperatura baixa):	15 °C
	06	Realizar leitura do <i>Setpoint</i> de alarme (umidade alta):	90%
	07	Realizar leitura do <i>Setpoint</i> de alarme (umidade baixa):	20%
	08	Medir temperatura de retorno e comparar com o sensor do climatizador:	23,6 °C
	09	Medir temperatura de insuflamento:	16,4 °C
	10	Medir umidade de retorno e comparar com o sensor do climatizador:	42,3%
11	Conferir se o parâmetro "AUE" (REINÍCIO AUTO) está ativado em "SIM"	✓	

Fonte: Data Center Exemplo (2020).

No Quadro 5 pode-se verificar os valores de tensão e corrente medidos no sistema trifásico de entrada do evaporador de precisão instalado no Data center de exemplo. O sistema de energia fornecido para o Data Center de exemplo é o trifásico nos valores de 380 Volts e de 220 Volts na frequência de 60 Hz.

Quadro 5 - Elétrica - Evaporador de Precisão

Evaporador de Precisão	Elétrica		
	01	Medir tensão de entrada (R-S):	375 Vac
	02	Medir tensão de entrada (S-T):	375 Vac
	03	Medir tensão de entrada (R-T):	374 Vac
	04	Medir tensão do ventilador; STANDARD (Vac):	374
	05	Medir corrente do ventilador (A):	3.8
	06	Medir corrente do compressor: "R"	14.8 A
	07	Medir corrente do compressor: "S"	15.1 A
	08	Medir corrente do compressor: "T"	13.9 A
	09	Medir corrente das resistências de aquecimento: "R"	—



	10	Medir corrente das resistências de aquecimento: "S"	—
	11	Medir corrente das resistências de aquecimento: "T"	—
	12	Certificar conexões, se há água e inspecionar o funcionamento do umidificador	✓
	13	Medir corrente do umidificador: "R"	—
	14	Medir corrente do umidificador: "S"	—
	15	Medir corrente do umidificador: "T"	—
	16	Reapertar conexões elétricas (painel elétrico, motoventilador, disj., etc).	✓
	17	Certificar se o equipamento possui o cabo de aterramento conectado.	✓
	18	Limpar todo o gabinete e o painel elétrico.	✓

Fonte: Data Center Exemplo (2020).

No Quadro 6 pode-se verificar os principais pontos de verificação com relação ao aspecto de Mecânica do Evaporador de precisão instalado no Data Center de Exemplo.

Quadro 6 - Mecânica - Evaporador de Precisão

Evaporador de Precisão	Mecânica		
	01	Inspecionar se o motor ventilador roda livremente e não apresenta ruídos.	✓
	02	Inspecionar filtros de ar (trocar se necessário).	✓
	03	Inspecionar se a resistência do cárter está funcionando.	✓
	04	Corrigir pontos de vazamento de fluídos e óleo, se necessário.	✓
	05	Verificar visor de líquido, o mesmo deve estar na condição DRY (SECO).	✓
	06	Inspecionar atuação dos dispositivos de segurança (pressostatos).	✓
	07	Inspecionar fixação da saída do dreno e se há contato com a tubulação.	✓
	08	Desobstruir linha de drenagem (pressurizar com N2, pressão $\leq 50$ PSI).	✗
	09	Verificar posicionamento da válvula GBC (sent. do fluxo) e fluidez da linha.	✓
10	Limpar a serpentina, bandeja de condensado e tanque de umidificação.	✓	

Fonte: Data Center Exemplo (2020).

No Quadro 7 pode-se verificar os valores de tensão e corrente medidos no sistema trifásico de entrada do Condensador de precisão instalado no Data center de exemplo.

Quadro 7 - Elétrica - Condensador de Precisão

Condensador de	Elétrica		
	01	Medir tensão de entrada: "R"	218 Vac
	02	Medir tensão de entrada: "S"	218 Vac
	03	Medir tensão de entrada: "T"	216 Vac
	04	Medir corrente de entrada: "R"	1.5 A
	05	Medir corrente de entrada: "S"	1.5 A
06	Medir corrente de entrada: "T"	1.6 A	



	07	Inspecionar atuação do variador de tensão.	✓
	08	Reapertar conexões elétricas do variador de tensão.	✓
	09	Reapertar conexões elétricas do ventilador.	✓
	10	Inspecionar condições da placa eletrônica no variador de tensão.	✓
	11	Corrigir aberturas que deixem entrar água no variador de tensão.	✓
	12	Inspecionar se o equipamento possui o cabo de aterramento conectado.	✓

Fonte: Data Center Exemplo (2020).

No Quadro 8 a seguir, pode-se verificar os principais pontos de verificação com relação ao aspecto de Mecânica/temperatura do Condensador de precisão instalado no Data Center de Exemplo.

Quadro 8 - Mecânica - Condensador de Precisão

Condensador de Precisão	Mecânica		
	01	Inspecionar fixação da grade de proteção do ventilador.	✓
	02	Verificar ruídos no rolamento do motoventilador, caso existam, trocar.	✓
	03	Inspecionar o sentido de rotação do ventilador	✓
	04	Eliminar pontos de oxidação, se necessário.	✓
	05	Lavar serpentina e carenagem da condensadora.	✓
	06	Medir temperatura de entrada do ar:	28.3 °C
	07	Medir temperatura de saída do ar:	40.1 °C
	08	Corrigir pontos de vazamento de fluido e óleo, se necessário.	✓

Fonte: Data Center Exemplo (2020).

No Quadro 9 pode-se verificar os principais pontos de verificação com relação ao aspecto de Estrutura do Condensador de precisão instalado no Data Center de Exemplo.

Quadro 9 - Estrutura - Condensador de Precisão

Condensador de Precisão	Estrutura		
	01	Inspecionar tubulações, suportes e isolamentos térmicos.	✓
	02	Inspecionar se a tubulação está fixada no STAUFF.	✓
	03	Inspecionar se os condensadores possuem vibrastop.	✓
	04	Inspecionar proximidades dos equipamentos e interferências.	✓
	05	Inspecionar sinais de corrosão, amassados e obstáculos.	✓
	06	Inspecionar fixação das partes, tampas e vedações.	✓
	07	Inspecionar condições das proteções e ambiente das condensadoras.	✓
	08	Inspecionar posicionamento dos sensores de temperatura e umidade.	✓
	09	Verificar proporção de placas perfuradas, 20% do total de placas lisas	✓
	10	Inspecionar distribuição adequada das placas perfuradas.	✓
	11	Identificar possibilidade de melhoria na circulação de ar no ambiente.	✓
12	Inspecionar obstáculos sob o piso elevado.	✓	

Fonte: Data Center Exemplo (2020).



Como visto nesta seção, o sistema de climatização tem como característica a utilização combinada de diversas técnicas com o intuito de manter as condições mínimas de operação de um data center, em especial, da sala de computadores e que monitorar um conjunto mínimo de variáveis deste sistema, contribui com a disponibilidade do Data Center.

## 7 CONCLUSÕES

Este artigo buscou trazer à luz uma pequena parte da complexidade que envolve o projeto, a construção, a operação e os serviços de um Data Center. Pode-se inferir com base em todas as referências acima que dentre os sistemas que compõem o Data Center, o de climatização, devido ao seu consumo de energia, é o que gera um dos maiores impactos negativos na eficiência energética do *site*. Por sua vez, o Data Center verde deve além de priorizar a máxima eficiência energética, ser composto em sua plenitude por uma infraestrutura de tecnologia e de engenharia ambientalmente sustentáveis. Desta forma, torna-se prioridade identificar ainda durante a fase de projeto, todos os requisitos que de alguma forma possam impactar negativamente ao meio ambiente, considerando todo o ciclo de vida do componente, da produção, utilização e do descarte do mesmo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565**: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers. Rio de Janeiro, 2013b. 133p

AVELAR, Victor; AZEVEDO, Dan; FRENCH, Alan; SCHNEIDER ELECTRIC; DISNEY; EMERSON NETWORK POWER. **PUE™: A Comprehensive Examination of the Metric**. [s.l: s.n.]. v. 49 Disponível em: <http://nikom.in/Downloads/0a58778d-fc96-4482-8c46-13abe76b015c.pdf>. Acesso em: 30 maio. 2017.

BARREIRA SILVA, Fernando. **Critérios para implantação de infraestrutura de Data Centers alinhados aos princípios da TI verde: Um levantamento junto a especialistas**. 2018. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, [S. l.],



2018.

FILHO, M. F.; NETO, M. F. Data Center Infrastructure Management and Automation Systems : an Evaluation Method Mauro Faccioni Filho FAZION Ltda. **25th International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering**, p. 6, 2012.

IEEE Green ICT. **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: <<http://greenict.ieee.org/>>. Acesso em: 13 set. 2017.

LANGE, Milena. **Contribuição da climatização na eficiência energética do Data Center**. 2014. Disponível em: <https://blog-br.schneider-electric.com/gestao-de-energia/2014/10/21/contribuicao-da-climatizacao-na-eficiencia-energetica-data-center/>. Acesso em: 23 jun. 2017.

MARIN, P. S. **Data Centers engenharia: infraestrutura física**. São Paulo: PM Books, 2016. 280p.

NEUDORFER, Julius. **Examining the Proposed ASHRAE 90.4 Standard**. 2016. Disponível em: <https://datacenterfrontier.com/examining-proposed-ashrae-90-4-standard/>. Acesso em: 12 jun. 2020.

PEREIRA, Antonio Manuel de Jesus Moura. **Critérios de projecto de um Data Centre**. 2015. INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA, [S. l.], 2015. Disponível em: <http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/4330/1/Dissertação.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2017.

ROBERT TOZER. **Developing a Viable Data Center Energy Strategy**. 2008. Disponível em: <http://archive.datacenterdynamics.com/focus/archive/2008/12/developing-viable-data-center-energy-strategy>. Acesso em: 12 jun. 2020.

ROSÁRIO, D. A. **Disponibilidade e qualidade operacional de datacenters** : livro digital /Djan de Almeida do Rosário ; design instrucional Marina Melhado Gomes da Silva. – Palhoça : UnisulVirtual, 2016. 70 p. : il. ; 28 cm.

SIMILARWEB. **Tendências digitais para 2020 - Similarweb**. 2020. Disponível em: <https://www.similarweb.com/corp/reports/2020-digital-trends-report/>. Acesso em: 4 jun. 2020.

TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. **TIA-942-A** Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers. Arlington, USA, 2012.

THE GREEN GRID. **The green grid data center power efficiency metrics: PUE and**



**DCiE**, 2007. Disponível em: <[http://www.premiersolutionsco.com/wp-content/uploads/TGG\\_Data\\_Center\\_Power\\_Efficiency\\_Metrics\\_PUE\\_and\\_DCiE.pdf](http://www.premiersolutionsco.com/wp-content/uploads/TGG_Data_Center_Power_Efficiency_Metrics_PUE_and_DCiE.pdf)>. Acesso em: 5 jun. 2017

TOLONDO, I. Smart /green ICT framework - green ICT definition. **e2Readiness**, 2012.