



**Programa de Pós Graduação em Instrumentação, Controle e Automação de
Processos de Mineração - PROFICAM
Universidade Federal de Ouro Preto - Escola de Minas
Associação Instituto Tecnológico Vale - ITV**

Dissertação

**ESTUDO DE REQUISITOS PARA DATACENTERS E SALAS
INDUSTRIAIS PARA SISTEMAS DE TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO**

Andre Zouain Pedroni

Ouro Preto

Junho de 2023

Andre Zouain Pedroni

**ESTUDO DE REQUISITOS PARA DATACENTERS E SALAS
INDUSTRIAIS PARA SISTEMAS DE TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Instrumentação, Controle e Automação de Processos de Mineração da Universidade Federal de Ouro Preto e do Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Prof. D.Sc. Bruno Nazário
Coelho

Ouro Preto, MG – Brasil

Junho de 2023

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

P372e Pedroni, Andre Zouain.

Estudo de requisitos para datacenters e salas industriais para sistemas de tecnologia e automação. [manuscrito] / Andre Zouain Pedroni. - 2023.

51 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Bruno Nazário Coelho.

Dissertação (Mestrado Profissional). Universidade Federal de Ouro Preto. Programa de Mestrado Profissional em Instrumentação, Controle e Automação de Processos de Mineração. Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação de Processos de Mineração.

Área de Concentração: Engenharia de Controle e Automação de Processos Minerais.

1. Centro de processamento de dados. 2. Monitorização eletrônica no ambiente de trabalho. 3. Tecnologia - Normas. I. Coelho, Bruno Nazário. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 681.5:622.2

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE MINAS
PROGR. POS GRAD. PROF. INST. CONT. E AUT.
PROCESSOS DE MIN.



FOLHA DE APROVAÇÃO

Andre Zouain Pedroni

Estudo de requisitos para datacenters e salas industriais para sistemas de tecnologia e automação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação de Processos de Mineração (PROFICAM), Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico Vale - UFOP/ITV, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Controle e Automação na área de concentração em Instrumentação, Controle e Automação de Processos de Mineração.

Aprovada em 27 de junho de 2023

Membros da banca

Doutor - Bruno Nazário Coelho - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
Doutor - Michel Carlo Rodrigues Leles - (Universidade Federal de São João del-Rei)
Doutor - Bruno Randazzo Baroni -(Universidade Federal de Ouro Preto)

Bruno Nazário Coelho, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito no Repositório Institucional da UFOP em 11/07/2023



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Nazário Coelho, COORDENADOR(A) DE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INST. CONTROLE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS DE MINERAÇÃO**, em 17/07/2023, às 12:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0558688** e o código CRC **7E6D9287**.

Agradecimentos

Agradeço e dedico esse trabalho principalmente à minha família.

À minha esposa, Thais, incentivadora e apoiadora de todos os meus sonhos e por quem tento todos os dias fazer o mesmo.

Aos meus pais Beatriz e Luiz, meus primeiros líderes e modelos aos quais sempre tentarei perseguir, que desde cedo me incentivaram e estiveram ao meu lado nos altos e baixos, sempre sabendo como me ajudar e com o quê.

Aos meus irmãos, Marcelo e Felipe, que apesar de pouco mais velhos que eu, sempre também foram modelos e nunca deixaram de buscar mais, sempre com cabeça aberta e conselhos certos a dar.

À meus gestores de início de carreira, Márcia Costa, Brunno Aguiar, Delio Bragança e Rogério Amando, que viram meu potencial e me incentivaram e confiaram do seguimento dessa jornada, assim como demais colegas de VALE, dos quais cito Otávio Rizzoli Alves e Luiz Fernando Lamounier, pelos grandes apoios e a VALE em si, pela oportunidade e visão de futuro.

Agradeço também ao meu orientador Bruno Nazário, por todo apoio dado e compartilhamento de seus conhecimentos, assim como o corpo docente e discente do Instituto Tecnológico Vale (ITV), direção e administração que mesmo em situações complexas esteve disposto a nos ajudar.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG); e da Vale SA.

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Instrumentação, Controle e Automação de Processos de Mineração da Universidade Federal de Ouro Preto e do Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Controle e Automação.

ESTUDO DE REQUISITOS PARA DATACENTERS E SALAS INDUSTRIAIS PARA SISTEMAS DE TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO

Andre Zouain Pedroni

Junho/2023

Orientador: Bruno Nazário Coelho

No meio industrial é de evidente importância que o ambiente em que os sistemas de tecnologia (servidores, switches e roteadores) e de automação (por exemplo, PLCs) estejam devidamente suportados, evitando impactos por problemas de infraestrutura, como falta de energia e falha em sistemas de climatização (gerando temperaturas inadequadas para esses equipamentos). Para isso, existem diversos equipamentos e sistemas que protegem e monitoram essas salas, porém, no Brasil não há normas estabelecendo padrões a serem seguidos para que uma sala de tecnologia ou um Datacenter tenham a disponibilidade adequada com os sistemas suportados nesses. Internacionalmente a normatização não é suficiente e, por vezes, traz pontos que não são aplicáveis a outros países. Dessa forma, esse trabalho estabelece requisitos que trazem um benefício significativo às indústrias, avaliando de acordo com sua criticidade e necessidade de disponibilidade. Também é disponibilizado um formulário que trará retornos automáticos de acordo com a situação apontada e os requisitos recomendados neste.

Palavras-chave: Datacenter, Monitoramento de Salas Controladas, Normas de Tecnologia

Macrotema: Usina; **Linha de Pesquisa:** Tecnologias da Informação, Comunicação e Automação Industrial; **Tema:** Rede, Conectividade e Cibersegurança.

Dissertation presented to the Masters on Instrumentation, Control and Automation of Mining Processes course of the UFOP and ITV, as part of the requirements to obtain the Master of Science (M.Sc.) in Instrumentation, Control and Automation degree.

STUDY OF INDUSTRIAL ROOMS AND DATACENTERS REQUIREMENTS FOR TECHNOLOGY AND AUTOMATION SYSTEMS

Andre Zouain Pedroni

June/2023

Advisor: Bruno Nazário Coelho

Within the industrial environment it is of evident importance that the environment in which technology systems (such as servers, switches, routers) and automation systems (such as PLCs) are properly supported, to avoid impacts due to infrastructure problems, such as lack of energy, failure in HVAC systems (generating higher temperatures than recommended for this equipment). To prevent these problems, the industries may have several equipment and systems to protect and monitor these rooms. However, there is no standard in Brazil establishing models to be followed on this subject so that a technology room or a Datacenter has an adequate availability for the systems supported on it, and even outside Brazil, the standardization may not be adequate to the particularities from different countries and add some that may not be significant for others. To solve this situation, this dissertation establishes requirements that bring a significant benefit to industries, evaluating it accordingly to its criticality and availability necessity. It is made available, as well, a form that will give automatic feedbacks accordingly to the situation addressed and the requirements recommended on it.

Keywords: Datacenter, Controlled Rooms Monitoring, Technology Standards

Macrotheme: Plant; **Research Line:** Information Technologies, Communication and Industrial Automation; **Theme:** Network, Connectivity and Cybersecurity.

Lista de Figuras

2.1	Layout de um Datacenter de grande porte	11
2.2	Layout lateral de Datacenter	12
2.3	Layout de um Datacenter de pequeno porte	13
2.4	Detalhe do piso elevado da sala de computadores	14
2.5	Sistema de SPCI em Datacenter em Indústria	17
2.6	Tensão e corrente de saída de um monitoramento de nobreak	19
2.7	Tensão de entrada e saída de um monitoramento de nobreak	20
2.8	Carga e descarga da bateria em um monitoramento de nobreak	20
2.9	Parâmetros monitorados em um sistema DCIM	21
3.1	Etapa do Fluxo: Gatilho	31
3.2	Etapa do Fluxo: Obter detalhes da resposta	31
3.3	Etapa do Fluxo: Adicionar uma linha em uma tabela	31
3.4	Tabela Temporária do Retorno da Avaliação	32
3.5	Etapa do Fluxo: Listar linhas presentes em uma tabela	33
3.6	Etapa do Fluxo: Criar Tabela HTML	33
3.7	Etapa do Fluxo: Compor	34
3.8	Etapa do Fluxo: Enviar um e-mail	35
3.9	Fluxo Completo da Automação usado no Power Automate	35
6.1	E-mail do Resultado da Avaliação de Facilities	45

Lista de Tabelas

3.1	Prioridades de Salas e Datacenters (próprio autor)	25
4.1	Matriz de Salas de Prioridade Baixa (próprio autor)	37
4.2	Matriz de Salas de Prioridade Média (próprio autor)	38
4.3	Matriz de Salas de Prioridade Alta (próprio autor)	40
4.4	Matriz de Salas de Prioridade Crítica (próprio autor)	42

Lista de Abreviaturas e Siglas

AVAC Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado

CA Corrente Alternada

CC Corrente Contínua

CFTV Circuito Fechado de Televisão

CRAC Computer Room Air Conditioner (Condicionamento de ar de sala de Computadores)

CRAH Computer Room Air Handling (Tratamento de ar de sala de Computadores)

DC Datacenter

DCIM Data Center Infrastructure Management

GMG Grupo Moto-Gerador

HVAC Heating, Ventilating and Air Conditioning (AVAC)

ITV Instituto Tecnológico Vale

kVA Kilovolt-Ampére

PDU Power Distribution Unit (Unidade de Distribuição Elétrica))

PLC Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programável - CLP)

SDAI Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio

SLA Service Level Agreement (Acordo de Nível de Serviço)

SPCI Sistema de Proteção e Combate a Incêndio

SPDA Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

UPS Uninterruptible Power Supply (Fornecimento de Energia Ininterrupta - Nobreak)

VRLA Valve Regulated Lead-Acid (Chumbo-Ácidas Reguladas por Válvula)

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objetivos Gerais	3
1.3	Objetivos Específicos	3
1.4	Estrutura do trabalho	3
1.5	Lista de produtos a serem gerados	4
2	Referencial Teórico	5
2.1	Sistemas de Suporte ao Datacenter	5
2.1.1	Nobreak	6
2.1.2	Grupo Moto-Gerador	7
2.1.3	Painéis Elétricos	8
2.1.4	Climatização	9
2.1.5	Infraestrutura da Sala	11
2.1.6	SPCI/SDAI	16
2.1.7	Controle de Acesso	18
2.1.8	CFTV	18
2.1.9	Sensor de Temperatura e de Umidade	18
2.1.10	Monitoramento	19
2.1.11	Automação	21
2.1.12	Salas de Contingência	22
2.2	Manutenção dos Sistemas	23
3	Materiais e Métodos	24
3.1	Níveis Esperados por Sistema	24
3.2	Prioridade de Salas	25
3.3	Maturidade de Salas	25
3.4	Formulário de Avaliação de Datacenter	26
3.4.1	Questionamentos do Formulário	26
3.4.2	Automação no Power Automate	30

4	Matriz de Maturidade de Datacenter	36
4.1	Prioridade Baixa	36
4.2	Prioridade Média	37
4.3	Prioridade Alta	39
4.4	Prioridade Crítica	41
5	Impacto Esperado pela Matriz	43
6	Resultados	45
7	Conclusões	47
	Referências Bibliográficas	49

Capítulo 1

Introdução

A grande convergência dos sistemas de informação e de automação com sistemas de produção tem gerado diversas consequências e uma delas é a necessidade de uma disponibilidade ainda maior do que já era esperado pelos sistemas de Tecnologia da Informação e de Automação.

A automação, segundo SATCHELL (1998), se provou uma forma eficiente de conseguir produção de custo efetivo em partes discretas da produção, assim como na indústria de processos e outras indústrias. Conforme houve o bom aproveitamento e o sucesso da automação, diversas empresas começaram a investir nesses sistemas de forma a evitar o uso humano de tarefas repetitivas e que consomem tempo desnecessário, PARASURAMAN e MOULOUA (1996).

No entanto, é importante destacar que os sistemas de automação podem ter um nível alto de criticidade, já que estão em constante evolução e sua confiabilidade tem se mostrado muitas vezes maior do que quando nas mãos dos humanos. Mas, isso traz um novo problema pois as máquinas e equipamentos que suportam os sistemas de automação estão vulneráveis a situações imprevistas, conforme WINROTH *et al.* (2007). Assim, um ambiente adequado para esse tipo de equipamento é de alta importância quando estes têm sistemas produtivos de alta criticidade.

Com o objetivo de manter as aplicações funcionando adequadamente, diversos sistemas podem ser implementados na infraestrutura da sala em que estes equipamentos estão, com objetivos diversos, como manter a energia ininterrupta (sistemas de nobreak/UPS e grupos moto-geradores - GMG), o ambiente em temperatura adequada (sistemas de climatização - HVAC / AVAC), monitorado (com circuitos fechados de videomonitoramento - CFTV, Controle de Acesso e detecção de diversos itens – temperatura, umidade, fumaça, entre outros), à postos para atuar e/ou proteger a sala (sistemas de combate a incêndio - SPCI, proteção de descargas elétricas - SPDA), entre diversos outros.

Assim, esse grupo de sistemas, que são disponibilizados para suportar Datacenters e salas de tecnologia, precisa ser implementado de forma a evitar impactos aos sistemas neles suportados, afinal, podem impactar a produção das empresas e até gerar risco à funcionários. Ainda, muitas vezes os sistemas utilizados têm baixa robustez, porém uma padronização pode determinar um objetivo e diretrizes, evitando impactos.

Com isso em mente, este trabalho apresenta uma recomendação para que existam parâmetros a serem seguidos para os sistemas de suporte à tecnologia, de forma a guiar as empresas com baixa maturidade nesse tema e dar foco nas que investirão nessa infraestrutura.

1.1. Motivação

Com o crescimento do uso de sistemas automatizados na produção e em sistemas críticos à produção e/ou segurança, é necessário que os Datacenters das empresas tenham um nível mínimo de confiança, de acordo com o objetivo de cada um desses DC.

Para garantir um bom funcionamento do sistema, torna-se necessário uma normatização assertiva e que contemple as especificidades de cada Datacenter. Um instrumento normativo direciona os objetivos e possibilita a identificação de falhas potenciais e, dessa forma, essa ação otimiza os processos de produção e a segurança dos trabalhadores que são suportados por esses sistemas.

Nos EUA, existe uma norma EIA/TIA 942 da Telecommunications Industry Association que traz sugestões focadas completamente na disponibilidade dos DCs, subdividindo-os em Tiers (1, 2, 3 e 4), porém existem diversas peculiaridades da região e temas abordados nos EUA que não se aplicam no Brasil. Como exemplo, a exigência de localização a mais de 8 quilômetros de distância de aeroportos (inclusive por potenciais ataques terroristas) e preocupações com baixíssimas temperaturas, por exemplo, o que no Brasil não é aplicável.

É utilizando essa norma (TIA 942) que alguns institutos, como o UPTIME INSTITUTE (2017), fazem a certificação de nível de Datacenters, inclusive no Brasil, utilizando a metodologia americana, sendo o instituto citado o desenvolvedor do sistema de Tiers utilizado.

No Brasil, não há normas ou padrões a serem seguidos para que uma sala de tecnologia ou um Datacenter tenham a disponibilidade adequada com os sistemas suportados nesses, sendo necessário utilizar a metodologia americana, que foi a utilizada para certificar os Datacenters do TJ/MG, SEDUC/SE, entre outros, conforme Telecommunications Industry Association (b).

Nesse sentido, pesquisas que busquem estudar ou descrever procedimentos e normas são de fundamental importância para essa área, principalmente tendo uma visão brasileira desses requisitos, que se mal explorados podem exigir itens não cabíveis ou deixar de exigir algo necessário.

De acordo com a criticidade de um Datacenter, pode ser necessária uma disponibilidade maior ou menor e, para atender essa necessidade, o investimento para sua implementação e manutenção será no mesmo sentido. Assim, o custo-benefício de implementação deve ser levado em conta para que não exista um investimento incompatível à necessidade real da empresa.

Dessa forma, fica clara a necessidade de se aprofundar no tema atendendo não apenas um país, mas o assunto de Datacenter como um todo, que será feito e apresentado.

1.2. Objetivos Gerais

Esse trabalho tem foco no estudo de requisitos para padronização de Datacenters de acordo com sua criticidade. Com esse estudo, foi possível apresentar uma padronização, apontando para cada sistema o seu nível atual de maturidade em relação ao objetivo que a empresa tem para seu Datacenter.

Com a conclusão deste estudo, será possível ter, no Brasil, targets de Datacenter, o que hoje não existe efetivamente, que será apresentado com molde de suportar empresas na construção de Datacenters ou como base para sua evolução específica, caso entenda-se necessário.

1.3. Objetivos Específicos

Para conseguir esse objetivo geral, é disponibilizada a sugestão de categorização de maturidade dos Datacenters e a recomendação da infraestrutura de acordo com a sua criticidade. Um formulário, também disponibilizado, facilita a entrega dessas recomendações para a indústria. Estes e os demais itens disponíveis no 1.5 são, em conjunto, os objetivos específicos desse trabalho.

1.4. Estrutura do trabalho

O trabalho se inicia no capítulo 1, onde é introduzido o tema que será aprofundado por essa dissertação. A motivação e objetivos são expostos claramente, exemplificando possíveis problemas na não continuidade deste.

No capítulo 2, são apresentados conceitos necessários para entendimento completo

do trabalho, enquanto no capítulo 3 é detalhado sobre a proposta de recomendação e de suas disciplinas dentro do Datacenter.

Evoluindo na conclusão do trabalho, o capítulo 4 traz a expectativa de impacto de cada nível de maturidade e seus benefícios, que é complementado pelo capítulo 5, com os resultados apresentando também a forma de interação deste trabalho, e finaliza pelo capítulo 6 onde são apresentadas as conclusões.

1.5. Lista de produtos a serem gerados

Produto dessa dissertação, os pontos abaixo são entregues na conclusão desta, apresentando seus resultados.

- Dissertação científica;
- Sugestão de categorização de maturidade de Datacenter;
- Recomendações de infraestrutura de acordo com a criticidade dos Datacenters;
- Artigo científico de requisitos para Datacenter;
- Formulário de avaliação automática de Datacenters.

Capítulo 2

Referencial Teórico

Neste referencial teórico, os principais sistemas e tecnologias são aprofundados de forma a contextualizar o leitor deste trabalho, dando uma base de conhecimento para continuidade de sua leitura.

2.1. Sistemas de Suporte ao Datacenter

Para que uma sala seja considerada um Datacenter, ela tem que ter em seu objetivo suportar servidores, storages, switches e outros equipamentos de tecnologia que terão, ao seu fim, dados diversos, por isso o nome *Data* (dados em inglês) e *center* (centro), ou Centro de Dados.

Os equipamentos citados têm necessidades particulares para seu devido funcionamento. Como trata-se de equipamentos elétricos, necessitam de energia e, como funcionam normalmente 24x7, precisam dessa energia disponível ininterruptamente. VERAS (2009) menciona que esse sistema deve trabalhar com redundância e ter capacidade de atender completamente o *Datacenter* numa ocasião de falha elétrica da concessionária.

É necessário, também, que umidade e temperatura estejam em acordo com o que esses equipamentos foram projetados para trabalharem de forma mais eficiente e reduzindo significativamente a possibilidade de problemas, de aproximadamente 20 a 25 graus Celsius (ASHRAE (2004)).

Ainda, é importante que essas salas estejam com dispositivos que permitam a devida manutenção e utilização de forma adequada e segura, tendo sistemas de proteção e combate a incêndio, sistemas de proteção de descargas atmosféricas, pisos elevados para passagem de cabeamento feitos de materiais não-inflamáveis, assim como os forros de teto, paredes e portas, sendo essa última de vão adequado para a entrada e saída dos mantenedores e dos equipamentos dessa sala.

Dentro da limitação desse trabalho, não há foco em subestações, eletrocentros, cubículos e outros sistemas elétricos necessários para fornecimento de energia, mesmo que, em Datacenters de alto rigor, necessitem de redundância.

Nesse capítulo, detalha-se alguns dos principais itens que podem compor uma sala de servidores, com foco mais alto nível, para que se tenha conhecimento na matriz, que é objetivo desse estudo.

2.1.1. Nobreak

Como o próprio nome diz, o Nobreak tem objetivo que ‘não haja parada’ de fornecimento elétrico. Também conhecido como UPS (do inglês *Uninterruptible Power Supply* – Fornecedor de Energia Ininterrupta, em tradução livre), é conectado entre a concessionária de energia (ou gerador) e o equipamento ou sala que se tem objetivo de proteger de falhas de energia, evitando perdas de produção, disponibilidade de sistemas críticos e falhas em equipamentos elétricos, por exemplo.

De acordo com BARRETO *et al.* (2018), UPS consistem em um retificador, que transforma a energia da rede de CA para CC, alimentando um banco de baterias que terá sua carga cheia disponível para uso em caso de queda de energia, quando passará por um inversor que transformará a onda de saída do nobreak de volta para CA.

Note-se que os Nobreaks têm que ter capacidade adequada ao que estão suportando, assim como o banco de baterias (se houver) tem que estar dimensionado de acordo com a autonomia desejada, principalmente em locais onde não tem geradores de energia e a única forma de manter energia seja o nobreak.

Como estamos falando de Datacenters, os Nobreaks devem fornecer energia ininterrupta para suas cargas, até para os equipamentos mais sensíveis, comuns entre os equipamentos de tecnologia. Portanto, o uso de UPS off-line não é recomendado, conforme FACCIONI FILHO (2016). Para esses casos, o ideal é o Nobreak on-line de conversão dupla, pois não impactará mesmo os equipamentos mais sensíveis, por não ter interrupção no fornecimento de energia em caso de falha elétrica repentina.

Além disso, esse sistema pode ser classificado como ‘standalone’ ou ‘modular’, sendo o primeiro um equipamento que tem dentro dele a capacidade de funcionar sozinho mas, para crescer, é necessário a compra de um nobreak igual. Os modulares, no entanto, funcionam dentro de gabinetes que podem ter diversos módulos podendo ser feito, por exemplo, a redundância módulo a módulo, assim como, quando necessário, também o *by-pass* de cada módulo, ou do gabinete inteiro.

Dessa forma, esse equipamento é capaz de fornecer uma energia de qualidade

mesmo quando não há fornecimento vindo da concessionária e, caso necessário, dá tempo hábil para a entrada do grupo moto-gerador.

2.1.1.1. Baterias

As baterias utilizadas em Nobreaks, apesar de visualmente parecidas, não são as mesmas utilizadas em veículos. Enquanto em veículos são utilizadas as baterias ventiladas (eletrólito livre), para Nobreaks, o uso mais comum é de baterias estacionárias, também conhecidas como VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*). Essas baterias são preferenciadas nesse ambiente por suportar ciclos de descarga mais exigentes, porém, têm necessidade de trabalhar em temperaturas específicas para evitar a perda mais rápida da vida útil.

Cada vez mais comum, também, é o uso das baterias de íon-lítio, que trazem benefícios até em relação às VRLA, inclusive de maior vida útil, porém, ainda tem um custo elevado. Como o mercado dos metais que formam essa bateria está em foco no momento, seu valor está elevado, sendo necessário avaliar caso a caso o seu custo-benefício, principalmente em países subdesenvolvidos.

2.1.2. Grupo Moto-Gerador

De acordo com SILVA (2017), o GMG é um sistema com motor a combustão acoplado a um gerador que transforma a energia mecânica fornecida pelo motor em energia elétrica. Seu objetivo é disponibilizar energia em uma localidade quando se tem a intenção de substituir a energia da concessionária, ou no caso desta não estar fornecendo energia a contento.

Considerando a necessidade dos Datacenters de terem energia ininterruptamente, faz-se necessário um gerador para que, em caso de falha elétrica (seja por conta da concessionária ou internamente na indústria), não haja indisponibilidade elétrica. Segundo estatísticas da ONS (2022) (Operador Nacional do Sistema Elétrico), apenas em 2021, ocorreram 3.374 falhas com corte de carga elétrica somente no Brasil, se provando necessária essa preocupação.

A energia produzida por esse sistema fornece energia para o Nobreak, seja por decisão do administrador da planta, seja de forma contínua (funcionando constantemente), seja por opção, para evitar uma instabilidade conhecida por conta do horário, do clima, ou até fator financeiro, ou até mesmo por acionamento automático quando há falha de fornecimento de energia, num caso emergencial que o Nobreak assume a carga pontual e o gerador mantém o Datacenter energizado.

Parte do sistema é o tanque de combustível, que precisa estar dimensionado de acordo com a potencial demanda, podendo pegar o histórico regional para se ter um

dimensionamento adequado, evitando, assim, o uso de baterias de nobreaks para manter o Datacenter ligado, o que não é o mais adequado.

Segundo VERAS (2009), inclusive, o combustível deve ser o diesel, pelo fato da sua queima ser mais eficaz que a do gás. No entanto, mais recentemente, principalmente por motivos ambientais, tem-se usado também o etanol, apesar de ainda não ter a mesma confiabilidade.

2.1.3. Painéis Elétricos

Finalizando a principal parte estrutural do Datacenter de elétrica, temos os painéis elétricos. Estes são, resumidamente, caixas que conectam a concessionária ao Datacenter, neste caso, distribuindo eletricidade para seus equipamentos. No caso de um Datacenter, é esperado que entre a concessionária e o painel tenham equipamentos e sistemas de proteção para evitar a indisponibilidade de energia.

Assim, a utilização de um quadro de transferência automática (QTA) mantém o fornecimento da concessionária quando esta fornece energia adequadamente, em conjunto com o Nobreak que também recebe a energia, encaminhando para as baterias de forma a abastecê-las e encaminhando para o quadro elétrico que distribuirá para os equipamentos.

Em caso de a concessionária de energia não estar fornecendo energia adequadamente, o QTA transfere a carga para o gerador, de forma a abastecer o Nobreak com energia e, conseqüentemente, abastece as baterias e equipamentos. Já no caso de um evento de falha total de fornecimento de energia, o QTA aciona o gerador, que terá a autonomia do Nobreak funcionando até a estabilização da frequência de energia fornecida, quando, finalmente, o gerador assume o fornecimento de energia.

Recomenda-se, em Datacenters maiores, subdividir as cargas em PDUs, que basicamente são painéis de distribuição, podendo alterar as cargas em caso de necessidade, por exemplo, numa manutenção, assim como dividir circuitos privilegiando ou protegendo cargas mais críticas.

Esse tema poderia ser bastante aprofundado, porém, necessitaria de diversos estudos específicos para cada Datacenter, como um estudo de seletividade de energia; um projeto atualizado para uso em caso de emergências ou alterações necessárias; um estudo de energia incidente, garantindo o uso de EPIs adequados; entre outros, porém, está fora do escopo deste trabalho.

2.1.4. Climatização

Conhecido como HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*, em português Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado ou AVAC), o objetivo do sistema de climatização é manter os equipamentos em temperatura adequada, evitando alarmes e queimas destes equipamentos. A temperatura operacional máxima do ambiente (TMRA) para a maioria dos servidores é de 35^o C, ou seja, a temperatura da sala onde os servidores estão não deve superar 35^o C (HPE (2022a)). A HPE também informa que a temperatura não deve ser menor do que 10^o C em operação.

Além disso, sempre que possível, é importante que a umidade fique controlada, apesar de muitas vezes não estabilizada (principalmente quando utilizando equipamentos de conforto), esta deve estar entre 40 e 55% de umidade (ASHRAE (2004)). VERAS (2009) reforça que o sistema de climatização precisa estar entre 20^o C e 25^o C, além da umidade trabalhar entre 45% e 55%, sendo mais exigente que a citação anterior.

Para isso, as salas precisam estar com equipamentos adequados para essa climatização. Estes equipamentos podem ser de conforto ou de precisão/industriais, sendo que o primeiro não tem capacidade de controlar a umidade, porém os outros têm preços significativamente mais elevados de compra e manutenção, o que será mais explorado nos itens 2.1.4.1 e 2.1.4.2.

Há uma divisão, também, entre os equipamentos de climatização de Datacenter, entre os chamados CRAC (*Computer Room Air Conditioner*) e CRAH (*Computer Room Air Handling*), sendo, resumidamente e respectivamente, funcional com expansão direta de um líquido refrigerante, sendo similar ao usado em equipamentos de conforto, enquanto o segundo utiliza chillers com água gelada.

Garantindo o funcionamento constante, é considerada a necessidade redundância desses equipamentos, seja de conforto ou de precisão, mas que, em qualquer caso, deve ser completa. Ou seja, no caso de falha de um equipamento o outro deve conseguir manter a temperatura adequada sozinho. Isso significa que ambos os equipamentos precisam estar dimensionados para suportarem a sala sozinhos.

Na seção 2.1.5.1, será explorado sobre o Layout do Datacenter e sobre os corredores quentes e frios, que são muito importantes para a devida climatização do Datacenter. Isso ocorre pois garante que a ventilação do equipamento esteja recebendo ar frio, de forma a esfriar o equipamento e expulsar o ar que foi aquecido após passar pelo equipamento, o qual foi projetado para trabalhar dessa forma.

O uso de piso elevado, citado na seção 2.1.5.2, de Piso Elevado, também facilita, principalmente, em casos de uso de equipamentos industriais e/ou de precisão, pois po-

dem auxiliar no fluxo de ar frio e quente, assim como na utilização adequada de pisos perfurados, que, se bem posicionados, podem ajudar significativamente nesse fluxo de ar.

2.1.4.1. HVAC de Conforto

Os equipamentos de conforto têm foco na temperatura de conforto para humanos, combatendo o calor latente que emana das pessoas, proporcionando conforto térmico, funcionando em ciclos intermitentes (desliga e liga enquanto são utilizados) e, quando são inverter, controlando a velocidade do compressor, quando inverter, principalmente em alguns períodos do dia, não regulando a umidade, segundo BHATIA (2015), sendo mais adequados para usos em residências ou para climatizar ambientes sem criticidade. Seu uso em salas de servidores é principalmente focado no custo-benefício trazido, pois tem valores significativamente baixos, perto dos de precisão, e tem mais fácil (e mais barata) manutenção.

É importante, no uso de equipamentos de conforto em salas de servidores, que haja algum tipo de revezamento do *set point* para evitar o congelamento e/ou condensação. Para isso, é recomendada a automação dos sistemas, mesmo que de formas simples.

Além disso, quando não há automação, os equipamentos devem atuar com *set point* distintos, de forma que haja um ativo e um passivo, e que o equipamento passivo seja acionado em caso de falha do ativo. Um exemplo é o setpoint do ativo em 20^o C e do passivo em 22^o C, assim, no caso de falha do ativo, quando o setpoint de 22^o C for atingido, o passivo é acionado, mantendo a sala refrigerada, apesar de não estar na temperatura ideal, mas longe de causar algum impacto aos equipamentos.

Dependendo da localidade da sala, seja da região do país ou até da região dentro de um prédio, a sala pode sofrer com a umidade, podendo causar problemas para os equipamentos. Para solucionar isso, existem equipamentos que controlam a umidade e podem ser instalados em paralelo aos equipamentos de climatização, apesar de serem menos adequados do que em um sistema de precisão, dessa forma, eles irão manter um controle maior sobre a umidade da sala.

2.1.4.2. HVAC de Precisão

Tratando de equipamentos de precisão, estes dissipam uma grande quantidade de calor, combatendo o calor específico, gerado por equipamentos energizados, tendo sido desenhados para funcionarem 24x7, todos os dias do ano, e regularem a umidade – dentre outras diferenças (BHATIA (2015)), ou seja, são muito mais adequados para essa aplicação.

Ainda, esses equipamentos podem ser industriais, atendendo uma área maior,

porém, em casos de salas menores, isso não é necessário. Importante ressaltar que, apesar da nomenclatura levar a um entendimento, para salas de servidores são recomendados sistemas de precisão, que podem ser industriais, mas o inverso não é verdadeiro.

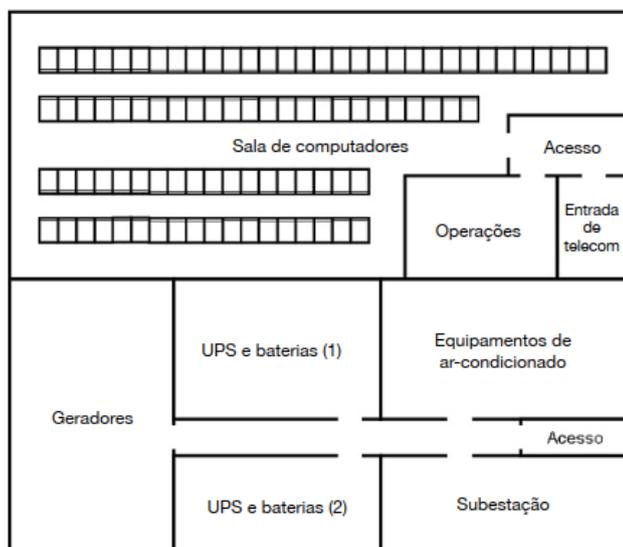
Nesse caso, seu custo é significativamente superior, porém, seu benefício também é. A disponibilidade e a confiabilidade do sistema justificam seus preços, principalmente quando estamos falando de salas com maior criticidade. Na matriz será possível observar que em salas de menor criticidade não há a obrigatoriedade de uso desse tipo de equipamento, mas sempre é a melhor opção.

2.1.5. Infraestrutura da Sala

De forma a garantir que as salas tenham os devidos espaços para circulação, seja de pessoas (quando em uma manutenção) ou do ar, que deve circular de forma ordenada, a infraestrutura das salas tem algumas exigências que devem ser respeitadas para o devido funcionamento destas.

Além das normas citadas, neste caso, temos uma referência nacional, vide NBR 14.565, da ABNT (2013b), que tem um escopo de recomendações para layout para salas de tecnologia em geral, apesar de não serem requisitos. Na Figura 2.1 podemos ver algo similar a uma planta baixa de uma recomendação feita nos moldes dessa norma brasileira para um Datacenter de grande porte que, naturalmente, será diferente para outros tamanhos de Datacenters, inclusive de acordo com a disponibilidade física de onde o mesmo será disponibilizado.

Figura 2.1: Layout de um Datacenter de grande porte



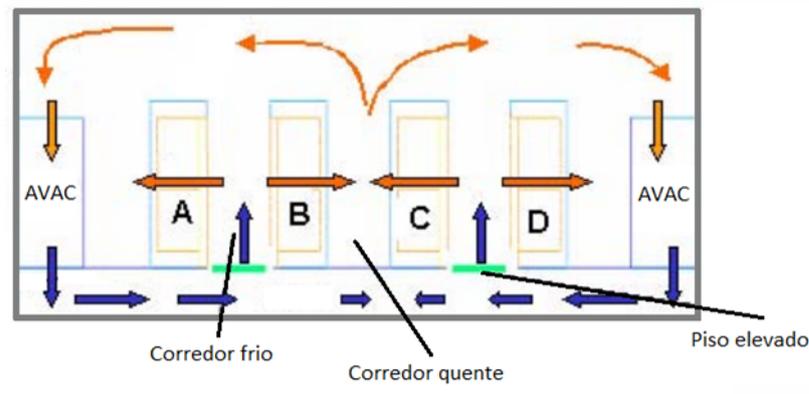
Fonte: Adaptado de ABNT (2013b)

As exigências dos próximos subitens fazem com que salas anteriormente administrativas dificilmente possam ser transformadas em salas de servidores ou em Datacenter. Por isso, em grande parte das vezes, as salas devem ser construídas desde o início com esse objetivo.

Na Figura 2.2 temos um layout lateral de um Datacenter, demonstrando um sistema de insuflamento *Down Flow* (de cima para baixo), utilizado por GUGGARI *et al.* (2003). As setas em azul mostram a circulação do ar frio e as setas laranjas a circulação de ar quente, em um exemplo de sistema de AVAC.

Nele, é possível perceber que os racks (itens A, B, C e D) estão direcionando a saída do ar dos equipamentos para os corredores quentes e puxando o ar frio do corredor frio, garantindo a circulação adequada do ar, de forma a manter a temperatura dos equipamentos dentro do recomendado.

Figura 2.2: Layout lateral de Datacenter



Fonte: Adaptado de GUGGARI *et al.* (2003)

Existem, também, algumas preocupações em relação ao local onde o Datacenter deve ser construído, evitando problemas que poderiam ser de simples resolução se a construção fosse planejada já considerando esses itens que, no entanto, se tornam complexos de resolver uma vez que o Datacenter já esteja construído.

Uma das situações é o risco de inundação, que pode ser reduzido se for feito mais distante de lagos, rios, vales, assim como locais notoriamente conhecidos por alagamentos. Ter proximidade significativa a rodovias, aeroportos, helipontos, entre outros, pode trazer problemas em acidentes.

Evitar locais de difícil acesso para pessoas, bem como para equipamentos que, por vezes, são significativamente pesados (inclusive os equipamentos de climatização e nobreaks, por exemplo), podendo inviabilizar ou dificultar ao extremo situações que deveriam

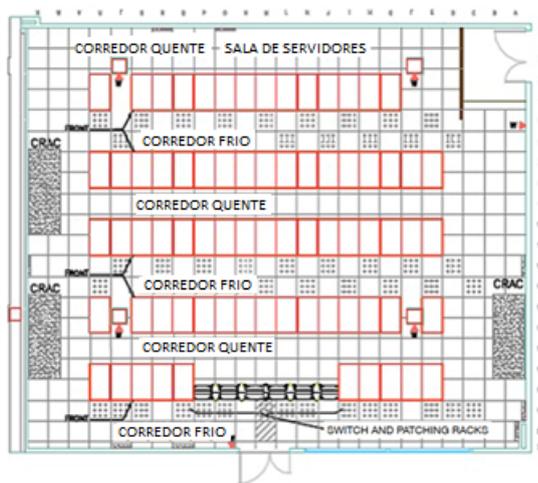
ser simples.

2.1.5.1. Layout

Quando falamos do Layout do Datacenter, o ideal é que este tenha, um formato retangular, acomodando os racks e garantindo um fluxo mais equilibrado do sistema de climatização, conforme recomendações da NBR 14.565, da ABNT (2013b). Por vezes, o espaço que foi destinado ao Datacenter não comporta esse formato, sendo o ideal aproximar o espaço disponível de um formato retangular, mesmo que haja perda de tamanho total.

É importante que existam os chamados ‘corredores quentes’ e ‘corredores frios’, onde, respectivamente, passará o ar quente dissipado pelos equipamentos, e o ar frio dissipados pelos sistemas de refrigeração. Na figura 2.3, buscada da TIA-942, da Telecommunications Industry Association, é possível ver um layout dando atenção à esses corredores citados.

Figura 2.3: Layout de um Datacenter de pequeno porte



Fonte: Adaptado de TIA-942 (2005)

Além disso, o posicionamento dos gabinetes deve formar filas, com suas portas frontais faceando o mesmo lado e frente-a-frente com a próxima fila, além de garantir que os equipamentos dentro desses estejam instalados no mesmo sentido.

A ABNT (2013b) também recomenda na NBR 14.565, a distância frontal entre os racks e o próximo obstáculo de pelo menos 1,2 metros, permitindo a passagem de pessoas com equipamentos, assim como facilitando a instalação e retirada de equipamentos destes racks, necessitando da abertura completa das portas. Na parte traseira é aceitável uma

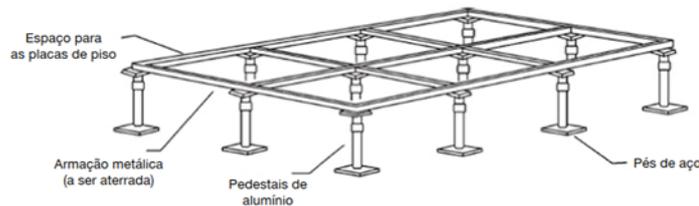
distância menor, de acordo com o tamanho das portas traseiras que, muitas vezes, são de duas folhas, permitindo que a distância seja de apenas 0,6m.

Deve-se ter uma atenção especial às salas adjacentes a sala avaliada pois, no caso da sala vizinha ter tubulações hidráulicas, isso pode gerar um potencial problema futuro no caso de um vazamento, por exemplo. Assim, caso não seja possível substituir, é extremamente recomendado o distanciamento dos equipamentos das paredes onde esse vazamento pode ocorrer. ROSA *et al.* (2017), em caso de estudo, mencionam que essa é uma grande preocupação.

2.1.5.2. Pisos

A recomendação para Datacenters é que eles tenham piso elevado, conforme FACIONI FILHO (2016), pois isso traz uma gestão mais qualificada do cabeamento que pode ser passado, seja elétrico ou de rede. Além disso, dependendo do nível do Datacenter, esse espaço pode ser utilizado para o fluxo de ar, facilitando para os sistemas de climatização fazerem sua função.

Figura 2.4: Detalhe do piso elevado da sala de computadores



Fonte: Adaptado de MARIN (2016)

Ainda, é obrigatório que os pisos elevados estejam aterrados. A distância entre o piso elevado e o contra-piso deve ser entre 30 e 76 cm e as placas medirem 60 cm x 60 cm (GUGGARI *et al.* (2003)). Devem também suportar pelo menos 733 kg/m^2 , sendo o ideal 1.225 kg/m^2 .

2.1.5.3. Forro

Para o devido fluxo de ar e disponibilidade adequada para instalações, o Datacenter precisa ter ao menos 2,6 metros entre o piso e o teto, sem interferência (área livre), considerando a padronização de racks de 19" (mais comum de uso para servidores), que tem aproximadamente 2,3m de altura, conforme HPE (2022b), enquanto em Datacenters maiores essa exigência pode chegar a 3 metros entre piso e teto, garantindo, por exemplo, um melhor fluxo do ar.

Caso haja algum forro, este deve ser feito de material resistente à chama, com recomendação de placas de 60 cm x 60 cm e distância mínima, entre o forro e a laje, de 40 cm.

2.1.5.4. Paredes e divisórias

As paredes e divisórias devem ser feitas de materiais resistente à chama e não inflamável, assim como que diminua a incidência de calor entre elas, por isso vidros nunca devem ser utilizados. A NBR 14.432, da ABNT (2001) detalha essas e outras necessidades, considerando que estamos falando de ambientes industriais, com risco significativo de incêndio.

As preocupações desses itens são de proteção em casos de incêndio, assim como em relação à transferência de calor entre os ambientes, seja por conta da radiação de calor ou de frio externo para dentro da sala, ou seja, pelo fluxo inverso.

2.1.5.5. Portas

As portas de um Datacenter também têm algumas recomendações, seguindo a NBR 11.742, da ABNT (2018), onde, há exigência destas portas serem corta-fogo, pois os equipamentos dentro desses locais estão gerando uma quantidade significativa de calor, podendo gerar um incêndio após um curto, por exemplo, assim como para proteger o interior do Datacenter numa ocasião de incêndio externo.

O vão recomendado, de ao menos uma das portas, deve ter ao menos 1 metro de largura e 2,1 de altura, de forma que o acesso de técnicos seja feito sem problemas, mesmo quando entrando com equipamentos, que são costumeiramente pesados e de tamanhos avançados. Idealmente, a largura do vão deve ser a partir de 1,2 metros, podendo ser feito via portas de duas folhas.

É desejável, também, que exista mais de uma porta, sendo uma para o uso normal de entrada de pessoas, e a segunda para saída de emergência e entrada de equipamentos maiores.

2.1.5.6. Iluminação

Por conta de ser um ambiente de trabalho e de monitoramento, é necessário que a iluminação do Datacenter seja feita sem pontos escuros, portanto, as luminárias devem acompanhar os corredores com lâmpadas iluminando adequadamente cada equipamento, conforme exigências da NBR ISO/CIE 8995-1, da ABNT (2013c).

Conforme citado nas seções anteriores, não deve ser utilizado vidro em nenhuma região do Datacenter, assim, não pode ser utilizado luz natural, sendo obrigatório o uso

de lâmpadas.

Para garantir a iluminação adequada até em momentos de falha elétrica, é recomendado que ao menos 20% das lâmpadas sejam alimentadas pelo nobreak, permanecendo sempre acesas e evitando uma carga desnecessária nessa ocasião.

Além disso, por recomendação de normas técnicas das brigadas de incêndio estaduais, é necessário que exista lâmpadas de emergência alimentadas por baterias próprias, como as NT 13 do CBM-ES (2013) e NT 13 do CBM-MG (2005).

2.1.6. SPCI/SDAI

O SPCI, sigla para Sistema de Proteção e Combate a Incêndio, é uma evolução do SDAI, sigla para Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio. O segundo tem sensores e aciona o alarme em caso de temperatura apontando para um incêndio ou mesmo fumaça, enquanto o SPCI, além disso, traz um sistema para o combate ao incêndio, como o nome diz.

Conforme Telecommunications Industry Association (a), existem quatro dimensões para esse tipo de sistema de proteção, podendo ser afetadas direta ou indiretamente, sendo elas:

- Segurança de pessoas e/ou propriedades;
- Potencial ameaça de incêndio para pessoas dentro de áreas confinadas ou propriedades expostas;
- Perda de produção e/ou operacional dada a indisponibilidade;
- Perda financeira do equipamento.

O sistema funciona com uma central de detecção e alarme de incêndio, além de acionadores manuais e/ou detectores de fumaça, temperatura e gases. Sirenes e sinalizadores audiovisuais fazem parte do sistema de comunicação de evento. Em caso de algum acionamento, em primeiro momento, uma central é informada para a devida conferência e, caso não haja ação, o sistema de gás limpo difusa o gás para apagar o fogo.

Figura 2.5: Sistema de SPCI em Datacenter em Indústria



Fonte: foto tirada pelo próprio autor em Datacenter de indústria

Como o uso é em locais que tem acesso de funcionários, MARIN (2011) diz que o sistema deve atuar de forma a proteção de forma a elevar a confiabilidade e mitigação de riscos, usando gás não prejudicial à saúde, diminuindo o oxigênio do ambiente de forma a extinguir o fogo, porém, sem eliminá-lo completamente, o que causaria asfixia nas pessoas.

Além disso, MARIN (2011) complementa que esse item não deve gerar resíduos a serem eliminados (como pó ou água), permitindo o retorno imediato após a ocorrência, afinal, os equipamentos que estão nestes locais não podem ser inutilizados após um acionamento, por terem dados importantes para a empresa ou pelo próprio valor elevado desse tipo de equipamento.

Esses gases precisam estar em cilindros devidamente acomodados para evitar seu desprendimento, dada a pressão em que atuam. Ainda, periodicamente (além da manutenção) devem ser feitos testes hidrostáticos dos cilindros e recargas do gás mesmo sem seu acionamento.

Os gases mais comuns e indicados para supressão de fogo em Datacenters são:

- NOVEC-1230: Inunda o ambiente com o agente, suprimindo o fogo e tendo baixo impacto ambiental dentre os agentes recomendados pelo NFPA (2022);
- ECARO-25: HFC-125, também inunda o ambiente, sendo inodoro, incolor, não deixando resíduos, nem sendo tóxico;
- Inergen: Trata-se do IG-541, um gás inerte que faz a supressão do fogo reduzindo o oxigênio no ambiente a um nível que não há sustentação de combustão.

É desejado que esse sistema deve ter um intertravamento com o sistema de climatização, que será desligado num caso de disparo do gás, garantindo que este não seja expulso do ambiente, permanecendo onde foi projetado para ficar num evento desse tipo.

2.1.7. Controle de Acesso

Os acessos aos Datacenters devem ser controlados pois, dentro destes, temos diversos sistemas de informação que, por norma (ABNT (2013a)), não podem ser divulgadas pelos princípios básicos, como exemplo de confidencialidade.

O controle de acesso deve existir nos datacenters com o objetivo de “impedir que usuários não autorizados acessem informações ou realize operações em um sistema de informática sem autorização prévia” (MARTINS *et al.* (2004)).

Os autorizados a entrar no Datacenter devem ser devidamente instruídos para não deixarem a entrada de pessoas sem acompanhamento, evitando situações ocorridas por desconhecimento das regras internas de um Datacenter.

2.1.8. CFTV

Por conta dos dados e da criticidade dos Datacenters de indústrias, é essencial o uso de Circuitos Fechados de Televisão, com câmeras e sistemas de monitoramento destas. O acesso indevido pode trazer a parada dos sistemas, num caso de desconexão de algum cabo, ou até o roubo de dados, por conta disso, sistemas de CFTV podem apontar o que ocorreu.

O CFTV pode resolver a preocupação citada por MOREIRA (2001), quando este questiona “O usuário é quem alega ser?”, pois, caso o sistema não identifique o usuário corretamente, uma outra pessoa que não está autorizada a entrar nesse ambiente pode vir a acessá-lo, podendo ocasionar problemas involuntários ou dolosos.

Também é importante o uso do CFTV para conferência de ocorrências, conseguindo visualizar motivos de aumento de temperatura, seja por algum tipo de acidente, por uma alteração indevida de algum dos sistemas (HVAC, movimentação dos sensores ou mantendo a porta do Datacenter aberta), ou até evidenciando ocorrências tecnológicas (um funcionário desligando um equipamento, por exemplo).

2.1.9. Sensor de Temperatura e de Umidade

Os sensores de temperatura e de umidade são os sistemas mais simples de suporte aos *Datacenters* e servem para garantir que a temperatura e umidade estão de acordo com o adequado.

Usualmente, os sensores tem dois níveis de *set point*, um para informar que estão fora do acordo, para que uma investigação se inicie, e outro alarmando que a temperatura chegou a um ponto acima do limite recomendado, para que seja feita o mais breve possível a resolução.

Segundo STEIN e BRANDON (2018), sensores redundantes adicionam baixa complexidade e são altamente recomendados para informações de controles críticos. Isso justifica recomendações de mais de um sensor, sempre que estivermos falando de *Datacenters* de maior criticidade.

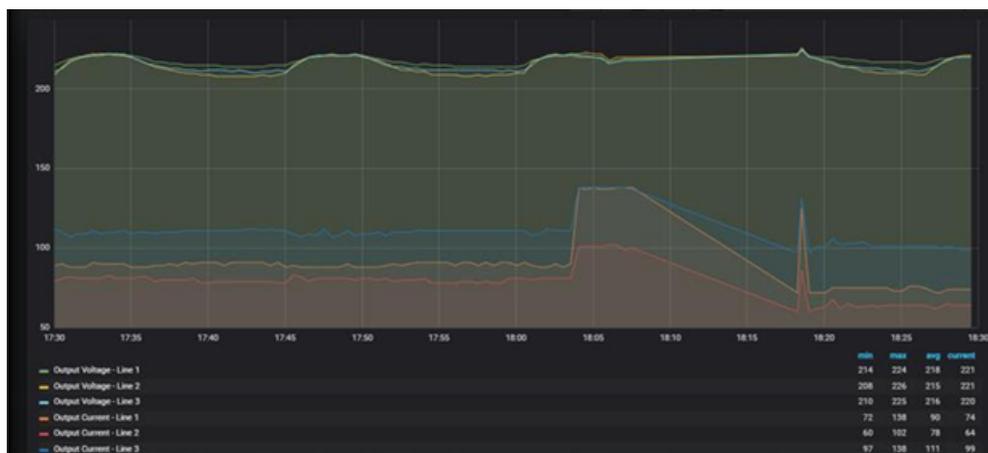
2.1.10. Monitoramento

Com tantos sistemas para suportar o Datacenter, muitas vezes críticos para seu funcionamento, é importante que exista um monitoramento desses sistemas, para que a devida correção seja feita caso haja alguma falha, ou tenha alguma indicação de anormalidade.

O monitoramento de climatização é feito pelo item 2.1.9, de sensor de temperatura e umidade, mas quando falamos de nobreaks, geradores, e os próprios equipamentos de climatização, há itens que podem ser monitorados.

O nobreak, por exemplo, pode monitorar, como na Figura 2.6, a tensão, mostrada nas cores verde, amarelo e azul claro e corrente de saída nas cores laranja, vermelho e azul escuro, relativos cada um deles às linhas 1, 2 e 3 respectivamente.

Figura 2.6: Tensão e corrente de saída de um monitoramento de nobreak



Fonte: Gráfico retirado de software próprio de empresa pelo próprio autor

Na Figura 2.7, é possível observar também o monitoramento da tensão de entrada e saída, sendo respectivamente das linhas 1, 2 e 3, a tensão de entrada em verde, amarelo

e azul claro e a de saída em laranja, vermelho e azul escuro.

Figura 2.7: Tensão de entrada e saída de um monitoramento de nobreak



Fonte: Gráfico retirado de software próprio de empresa pelo próprio autor

Outro exemplo, na Figura 2.8, é mostrado em verde claro, a quantidade de segundos que o nobreak está utilizando as baterias e, em amarelo, a tensão das baterias, podendo ser observada a carga e descarga dessas baterias.

Figura 2.8: Carga e descarga da bateria em um monitoramento de nobreak



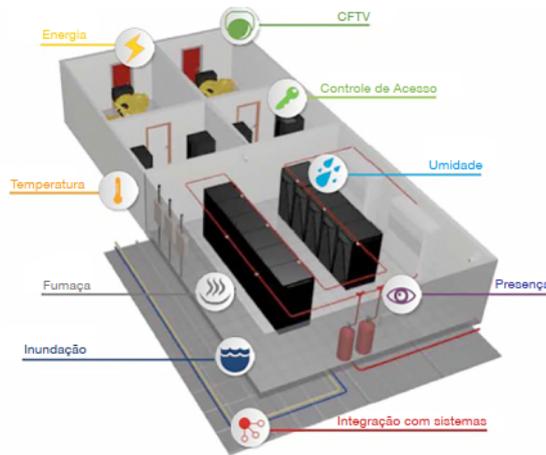
Fonte: Gráfico retirado de software próprio de empresa pelo próprio autor

Assim, conseguimos constatar, nos casos das imagens acima, uma falha de fornecimento de energia, o momento em que a bateria começa a ser consumida, até que chega ao fim da sua carga.

MARIN (2016) pontua sistemas que podem ser monitorados remotamente por

um DCIM, na imagem 2.9 e, apesar de não se limitar a esses, já possibilita uma visão significativa da complexidade e de alguns itens que podem ser monitorados.

Figura 2.9: Parâmetros monitorados em um sistema DCIM



Fonte: MARIN (2016)

2.1.11. Automação

Assim como o monitoramento, a automação desses sistemas, mencionados no item 2.1, pode facilitar suas correções mas, agora, de forma automática ou remota. Por vezes, alguns sistemas de DCIM também possibilitam acompanhar a automação ou até, via esse sistema, atuar remotamente.

Utilizando os sistemas de climatização como exemplos, automatizando o religamento do sistema de climatização garantirá que a temperatura fique estável mesmo se houver falha de um dos equipamentos, pois o o equipamento redundante funcionaria independentemente, assim que necessário.

Indo mais a fundo na automação desses sistemas, pode ser possível garantir o religamento ou a alteração de ativo/passivo remotamente, em caso de necessidade, dando maior velocidade na atuação e reduzindo o risco dos técnicos responsáveis pela atuação para uma ação de relativa simplicidade.

O intertravamento desses sistemas de climatização em relação ao de SPCI pode ser essencial para que o fogo seja extinguido por completo e, sendo de baixa complexidade, é um dos mais essenciais a serem implementados em um Datacenter.

Já em relação aos geradores, se for feita uma automação para que este entre assim que a energia fique indisponível, pode impedir uma queda do Datacenter, sem necessitar

do uso do nobreak por períodos maiores, podendo, inclusive, reduzir o custo com as baterias, pois não será necessário ter tanta autonomia via nobreak.

Todos os sistemas têm possibilidade de automações, reduzindo erro humano, assim como o risco dos funcionários, podendo até reduzir o quadro de pessoas que acessam fisicamente alguns ambientes, trazendo um benefício mútuo ao funcionário, que estará menos exposto a riscos, bem como para empresas, que, além de expor menos esses funcionários, também poderá reduzir o custo com adicional de periculosidade, por exemplo.

2.1.12. Salas de Contingência

Quando há algum tipo de sistema que precisa estar sempre disponível, uma solução, para dar ainda mais disponibilidade, é a criação de uma sala de contingência. Esta é uma sala similar à principal, porém, que estará disponível para uso em caso de problemas na sala principal.

A sala de contingência é utilizada como redundância de salas que rodam sistemas críticos, ou apenas que são interessantes para empresa que nunca fiquem fora do ar. Ainda, exigem equipamentos próprios, garantindo a independência da sala principal.

Essas salas também pode ser usada para soluções tecnológicas, como quando é necessário ter um *stretched cluster*, que, em explicação alto nível, é quando dois servidores são conectados logicamente, porém estão geograficamente separados, portanto um na sala principal e outro na de contingência, assim, se houver falha em uma das salas, o outro equipamento na outra sala assume.

Outro exemplo de uso, além do tradicional, para essas salas é para *backup off-site*, que é usado, também em explicação alto nível, quando é necessário que haja uma cópia do *backup* em um local geograficamente separado, que é comum em exigências governamentais.

Os sistemas nessas salas podem ser configurados de forma a automaticamente serem transferidos para funcionarem da sala de contingência, tendo impacto tendendo a zero em alguns casos, ou podem ter um plano de contingência, ou de recuperação de desastres, manuais, sendo necessário algum tipo de intervenção (humana ou não) para alterar alguns parâmetros.

Independentemente dos casos, a sala deve estar disponível mesmo quando não utilizada, evitando falhas no momento de subida de servidores, garantindo que os sistemas estejam atualizados igualmente, para impedir uma incompatibilidade na hora da necessidade emergencial.

2.2. Manutenção dos Sistemas

Por último, temos as manutenções de todos os sistemas que suportam os Datacenters. Cada equipamento tem sua periodicidade recomendada para manutenção, mas é essencial que seja feita em dia e por profissionais capacitados, de forma a garantir que esses estejam funcionando adequadamente.

Nobreaks, por exemplo, em situações (não recomendadas) são mantidos apenas em caso de necessidade de corretiva; outros, acompanham de acordo com o fornecedor do equipamento específico, podendo ser de seis em seis meses ou um em um ano, porém, o mercado recomenda a manutenção de no máximo quatro em quatro meses, conforme Network Energy (2022), assim, é possível fazer a troca de peças por desgaste e por vida útil com maior exatidão.

Por sua vez, geradores têm maior complexidade, até por sua construção, que envolve parte mecânica, elétrica, eletrônica e tecnológica, exigindo manutenções mais recorrentes e diferentes de acordo com o período. Cada equipamento precisa ser avaliado, mas é recomendado inspeção com teste de funcionamento semanal, inspeções mais profundas com manutenções mais simples mensais, outras mais complexas trimestrais, até as anuais.

Outro exemplo, de climatização, a ação mensal faz sentido pela sensibilidade do equipamento, principalmente tratando-se de equipamentos de conforto, inclusive pela necessidade constante de limpeza e/ou troca de filtros, que são bastante consumidos em uso industrial 24x7.

Quando olhamos os custos dessas manutenções, temos que ter atenção ao potencial impacto. É comum deixar de ter um orçamento de custeio de manutenção adequado, o que significa, em algum momento, ter um impacto que pode trazer prejuízos muito maiores.

De forma geral, quanto mais importante o sistema para manter o Datacenter funcionando, maior o custo para fazer sua manutenção, como é o caso de geradores e nobreaks, que têm manutenções mais caras do que sistemas de SPCI, por exemplo. Não há relação direta, mas é o experienciado pela indústria.

Capítulo 3

Materiais e Métodos

Neste capítulo é apresentado os principais métodos utilizados para chegar ao objetivo final do projeto, que é o de definir uma recomendação para classificação de níveis de Datacenters, podendo definir via essa matriz a maturidade, de acordo com o objetivo desse Datacenter.

3.1. Níveis Esperados por Sistema

O objetivo de todos os sistemas que suportam as salas de servidores industriais é de manter ele funcionando 24x7, dado que servidores na sua maioria de ocasiões, necessitam funcionar a todo momento.

Mesmo quando não há necessidade de uso em algum período do dia (por exemplo, uma aplicação que só funciona no período diurno), a complexidade de religar esses servidores e possibilidade de falhas nesse religamento não justificam algum tipo de desligamento periódico das salas.

De acordo com a prioridade da sala, o que será explorado mais à frente, ainda nesse capítulo, cada sala pode ter uma necessidade de um SLA maior ou menor, mas sempre haverá um foco de manter essa sala funcional, ao menos por algum período do dia, sendo normal ser 24x7.

Para isso, os sistemas precisam estar funcionais, sendo explorados em uma matriz que será apresentada e fará o paralelo entre a prioridade da sala com o nível esperado do sistema.

3.2. Prioridade de Salas

Quando avaliamos a prioridade de uma sala, precisamos estar atentos à quais sistemas, aplicações, PLCs e demais itens industriais suportados por ela. O ideal seria que todas as salas tivessem a menor indisponibilidade possível, evitando paradas dos sistemas, mas isso gera custos, que muitas vezes não estão de acordo com o foco da sala.

Na hipótese de uma indústria investir milhões na construção e manutenção de uma sala que suporta sistemas que lidam com vidas, por exemplo, de um hospital, sistemas de atendimento de emergências ou de monitoramento de barragens, este investimento está condizente com seu objetivo. Mas se uma sala suporta apenas dados históricos de uma aplicação que não tem nenhuma criticidade, não justifica o mesmo investimento.

Com isso, a proposta na Tabela 3.1 é que as salas sejam classificadas em relação à sua prioridade, que será de acordo com os sistemas nela suportados. Isso será de classificação interna de cada empresa, pois o mesmo sistema pode ser crítico para uma indústria, mas de baixa prioridade para outra. Essa classificação precisa ser definida pelos gestores desses ambientes.

A proposta é a de que existam pelo menos 4 graus de prioridade, pois não acrescentam uma complexidade desnecessária de níveis de prioridade, assim como consegue subdividi-las. Estes serão explorados no item de Matriz de Maturidade de Datacenter, sendo:

Tabela 3.1: Prioridades de Salas e Datacenters (próprio autor)

Prioridade	Definição
Baixa	<ul style="list-style-type: none">• Salas de contingência de outras salas de prioridade média
Média	<ul style="list-style-type: none">• Salas de contingência de outras salas de prioridade alta;• Salas que não tem sistemas de alto impacto.
Alta	<ul style="list-style-type: none">• Salas de contingência de outras salas de prioridade crítica;• Salas que tem sistemas de alto impacto, podendo ser produtivo, mas não impactam vidas, ou sistemas ‘vitais’ à indústria.
Crítica	<ul style="list-style-type: none">• Salas que tem sistemas de alto impacto, inclusive podendo impactar vidas ou sistemas ‘vitais’ à indústria.

3.3. Maturidade de Salas

Após definida a prioridade da sala, deve ser feita uma classificação dessas salas em relação à sua maturidade. Mesmo quando há um objetivo de tender a indisponibilidade de uma sala a zero, dependendo de sua maturidade, estas salas não atendem a esse objetivo desde o início. Por isso, é necessário que, além do objetivo, seja classificada sua

maturidade, de forma que, quando tiver maturidade máxima, esta estará cumprindo seu objetivo por completo.

No caso de uma sala que necessita de funcionamento 24x7, com o mínimo possível de indisponibilidade, atender um sistema de maior criticidade possível para uma indústria específica, esta deve ter os sistemas de suporte a Datacenter de altíssima capacidade e com as devidas redundâncias já em funcionamento. Num primeiro momento, isso pode não ser verdade, assim, dando como objetivo uma evolução entre o que é considerada uma sala de maturidade baixa até uma completamente aderente com o objetivo dessa.

A proposta é de que existam ao menos 4 graus de maturidade, sendo esses definidos de acordo com a prioridade da sala, e serão explorados na seção 4, de Matriz de Maturidade de Datacenter.

3.4. Formulário de Avaliação de Datacenter

Nesta seção é apresentada a forma que o formulário foi desenvolvido, de maneira a não limitá-lo em potencial situação futura de desativação de algum dos sistemas em uso, podendo este ser replicado usando o material aqui exposto. O formulário pode ser acessado via link <https://forms.office.com/r/qPCvBs65Um> .

3.4.1. Questionamentos do Formulário

Para isso, foi desenvolvido uma automação, usando as ferramentas Microsoft Forms e Power Automate, onde o usuário fará o login com o seu e-mail e serão feitos um total de 17 questionamentos, destacados abaixo, com suas respectivas possíveis respostas:

- Qual a prioridade da sala em avaliação?
 - Baixa (Salas de contingência de outras salas de prioridade média)
 - Média (Salas de contingência de outras salas de prioridade alta ou que não tem sistemas de alto impacto)
 - Alta (Salas de contingência de outras salas de prioridade crítica, ou que tem sistemas de alto impacto, podendo ser produtivo, mas não impactam vidas, ou sistemas ‘vitais’ à indústria)
 - Crítica (Salas que tem sistemas de alto impacto, inclusive podendo impactar vidas ou sistemas ‘vitais’ à indústria)
- Situação de Nobreaks/UPS
 - Não tem Nobreak
 - Nobreak atendendo parcialmente a carga dos racks

- Nobreak atendendo toda a carga dos racks
- Nobreak atendendo toda a carga dos racks com redundância
- Nobreak atendendo toda a carga dos racks com redundância de módulo e de gabinete
- Situação de Gerador
 - Não tem gerador
 - Gerador capaz de suportar a carga do Datacenter por pelo menos 4 horas
 - Gerador capaz de suportar a carga do Datacenter (inclusive climatização) por pelo menos 4 horas
 - Geradores redundantes cada um capaz de suportar a carga do Datacenter (inclusive climatização) por pelo menos 8 horas
 - Geradores redundantes capazes de suportar a carga do Datacenter (inclusive climatização) por pelo menos 24 horas
- Situação de Painéis Elétricos
 - Não tem painel elétrico exclusivo
 - Tem 1 painel elétrico exclusivo
 - Tem painéis elétricos exclusivos e redundantes
 - Tem painéis elétricos exclusivos e redundantes, vindos de fontes segregadas
 - Tem painéis elétricos exclusivos e redundantes, vindos de fontes segregadas com mais de um fornecedor de energia
- Situação de Climatização
 - Não tem climatização ou tem, porém sem capacidade adequada para a sala
 - Tem um ar-condicionado sem redundância, com capacidade adequada para o Datacenter
 - Tem equipamentos de ar-condicionado redundantes, ou seja, com capacidade para a sala mesmo se um dos equipamentos ficar indisponível
 - Tem equipamentos de precisão, com redundância e controle de umidade
 - Tem equipamentos de precisão com redundância +1, controle de umidade. O 3o nível de redundância pode ser com equipamentos de conforto.
- Situação de Layout
 - Não tem corredor quente/frio, nem sala retangular
 - Tem corredor quente/frio, mas a sala não é retangular
 - Sala retangular, mas não tem corredor quente/frio

- Sala em formato retangular e com corredor quente e frio disponível
- Situação dos Pisos
 - Não tem piso-elevado nem bandejamento
 - Não tem piso-elevado, mas tem bandejamento
 - Tem piso-elevado não-inflamável, mas não está aterrado ou tem menos de 0,35m entre o piso e contrapiso ou placas de larguras menores de 0,60m
 - Tem piso-elevado não-inflamável, aterrado, com pelo menos de 0,35m entre o piso e contrapiso e placas com pelo menos 0,60m de largura
 - Tem piso-elevado não-inflamável, aterrado, com pelo menos de 0,46m entre o piso e contrapiso e placas com pelo menos 0,60m de largura
- Situação do Forro
 - Material inflamável com menos de 2,6m do piso
 - Material não-inflamável com menos de 2,6m do piso ou mais de 4,5m
 - Material não-inflamável com pelo menos 2,6m do piso e menos de 2,7m
 - Material não-inflamável com pelo menos 2,7m do piso e menos de 3,0m
 - Material não-inflamável com pelo menos 3,0m do piso e menos de 4,5m
- Situação das paredes e divisórias
 - Há divisórias de vidro
 - Não há divisórias de vidro, porém as divisórias são de materiais inflamáveis
 - Todas as divisórias são de material não-inflamável
- Situação das portas
 - Há uma ou mais portas, sendo pelo menos uma de material inflamável
 - Há uma ou mais portas corta-fogo, mas o vão é de menos de 1 x 2,13m
 - Há apenas uma porta, que é corta-fogo e o vão é de pelo menos de 1 x 2,13m
 - Há pelo menos duas portas e todas são corta-fogo, com vão de pelo menos 1 x 2,13m (e menos de 1,2 x 2,13m)
 - Há pelo menos duas portas e todas são corta-fogo, com vão de pelo menos 1,2 x 2,13m
- Situação da iluminação
 - Há iluminação (não natural) da sala, sem iluminação de emergência
 - Além da iluminação comum, há iluminação de emergência, porém não atende toda a sala
 - Além da iluminação comum, há iluminação de emergência que atenda toda a

sala

- Há iluminação comum, com pelo menos 20% desta suportada pelo Nobreak, mas a iluminação de emergência não atende toda a sala
- Há iluminação comum, com pelo menos 20% desta suportada pelo Nobreak e há iluminação de emergência atendendo toda a sala
- Situação do SPCI/SDAI
 - Não há nenhum sistema de proteção e/ou detecção de incêndio
 - Não há sistema automático de proteção e/ou detecção de incêndio, porém há extintores de incêndio adequados para a sala
 - Há SDAI (Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio) e extintores de incêndio adequados para a sala
 - Há SPCI (Sistema de Proteção e Combate a Incêndio), porém com gases não adequados para uso em Datacenters ou tóxicos para humanos
 - Há SPCI (Sistema de Proteção e Combate a Incêndio) com gases adequados para uso em Datacenters e não-tóxicos para humanos
- Situação do Controle de Acesso
 - Não há controle de acesso
 - Há controle de acesso, porém sem checagem de pessoas autorizadas
 - Há controle de acesso com checagem de pessoas autorizadas anualmente
 - Há controle de acesso com checagem de pessoas autorizadas semestralmente
 - Há controle de acesso com checagem de pessoas autorizadas trimestralmente
- Situação do CFTV
 - Não tem CFTV
 - Há CFTV apenas fora do Datacenter
 - Há CFTV, porém com pontos cegos
 - Há CFTV sem pontos cegos, porém sem sistema externo para gravação de imagens e retenção
 - Há CFTV sem pontos cegos com sistema externo para gravação de imagens e retenção
- Situação dos Sensores
 - Não há sensores de temperatura e umidade
 - Há apenas um sensor de temperatura e umidade, porém não está posicionado na parte frontal do rack
 - Há apenas um sensor de temperatura e umidade, posicionado na parte frontal

do rack

- Há pelo menos dois sensores de temperatura e umidade, posicionados na parte frontal do rack
- Há pelo menos um sensor de temperatura e umidade a cada 3 racks (mínimo de dois sensores) posicionados na parte frontal do rack

- Situação do Monitoramento

- Não há nenhum tipo de monitoramento
- Existe monitoramento, porém não de Nobreaks, Temperatura, Umidade, Geradores, etc.
- Existe monitoramento de temperatura e umidade
- Existe monitoramento de temperatura, umidade e de funcionamento dos nobreaks
- Existe monitoramento de temperatura, umidade e de funcionamento dos nobreaks e geradores, inclusive suas cargas

- Situação da Automação

- Não há nenhum tipo de automação
- Há automação do revezamento do sistema de refrigeração
- Há automação do revezamento do sistema de refrigeração e religamento em caso de falha elétrica
- Há automação do revezamento do sistema de refrigeração e religamento em caso de falha elétrica e by-pass eletrônico remoto dos nobreaks, com alertas automáticos em caso de anomalia dos sistemas monitorados
- Há automação do revezamento do sistema de refrigeração e religamento em caso de falha elétrica e by-pass eletrônico remoto dos nobreaks e do gerador, com alertas automáticos em caso de anomalia dos sistemas monitorados. CFTV e CA interligados e automatizados.

Por fim, é solicitado o e-mail para ser enviado o formulário de forma a receber o retorno da avaliação automática, criada por esse trabalho.

3.4.2. Automação no Power Automate

Os passos da automação do Power Automate serão apresentados abaixo e, no fim, apresenta-se o fluxo completo, onde ficará mais simples de se ter a visão alto nível do fluxo da automação.

O primeiro item do fluxo é o gatilho que, uma vez finalizado o envio das informações no Formulário, será acionado no Power Automate, conforme figura 3.1.

Figura 3.1: Etapa do Fluxo: Gatilho



Fonte: próprio autor

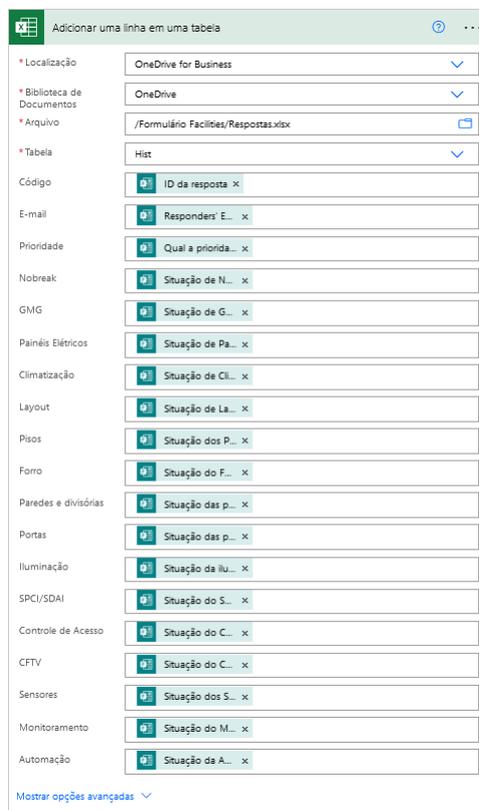
Em seguida, o Power Automate buscará os detalhes das respostas (Figura 3.2) e adicionará numa planilha do OneDrive o histórico de preenchimentos das 17 respostas, o ID da resposta e o e-mail de quem respondeu, para retornar ao preenchedor, conforme é visível na Figura 3.3.

Figura 3.2: Etapa do Fluxo: Obter detalhes da resposta



Fonte: próprio autor

Figura 3.3: Etapa do Fluxo: Adicionar uma linha em uma tabela



Fonte: próprio autor

Nesse momento, a tabela do OneDrive é preenchida, conforme Figura 3.4, buscando as respostas previamente escritas (de acordo com esse trabalho) e criando uma matriz com três colunas:

- Itens: com o objetivo de ordenar cada item que será avaliado;
- Situação: simplesmente trazendo o que foi respondido pelo preenchedor para sua comparação com a recomendação;
- Recomendações: avaliando a prioridade informada pelo preenchedor em relação a cada item em avaliação.

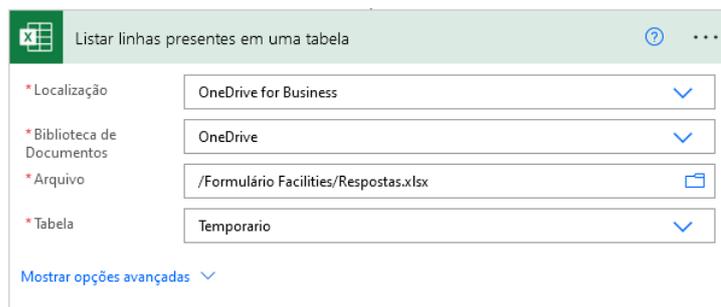
Figura 3.4: Tabela Temporária do Retorno da Avaliação

Itens	Situação	Recomendações
Prioridade	Baixa (Salas de contingência de outras salas de prioridade média)	Para prioridade Baixa, temos menos exigências, mas as que existem são para que o sistema funcione minimamente para suportar um Datacenter. Geradores, CFTV, controle de acesso, monitoramento e automação não são necessários (apesar de bem vindos), enquanto outras disciplinas têm exigências baixas, como a necessidade de apenas um quadro elétrico. Para mais detalhes, atentar ao Estudo de Requisitos para Datacenters e Salas Industriais para Sistemas de Tecnologia e Automação (PEDRONI, 2023).
Nobreak	Não tem Nobreak	Situação crítica! Para qualquer tipo de Datacenter, mesmo de Baixa prioridade, é necessário pelo menos um nobreak que suporte a carga do Datacenter.
GMG	Gerador capaz de suportar a carga do Datacenter (inclusive climatização) por pelo menos 4 horas	Atende completamente com sobra! Pode ser uma oportunidade de estudo para reduzir essa infraestrutura de geradores, reduzindo o custo de manter.
Painéis Elétricos	Tem painéis elétricos exclusivos e redundantes	Atende completamente a necessidade.
Climatização	Tem um ar-condicionado sem redundância, com capacidade adequada para o Datacenter	Atende, porém é bem visto a implementação de uma redundância de sistema de climatização
Layout	Tem corredor quente/frio, mas a sala não é retangular	Situação crítica! Para qualquer tipo de Datacenter, mesmo de Baixa prioridade, é necessário que a sala tenha formato retangular. Avaliar a possibilidade de substituir essa sala por outra.
Pisos	Não tem piso-elevado mas tem bandejamento	Atende, porém é bem visto a implementação de piso-elevado.
Forro	Material não-inflamável com menos de 2,6m do piso ou mais de 4,5m	É importante que para qualquer Datacenter, mesmo de Baixa prioridade, tenha pelo menos 2,6m e menos de 4,5m do piso por conta da altura dos racks, possíveis movimentações de equipamentos e fluxo de ar.

Fonte: próprio autor

Em seguida, será buscada essa tabela temporária da Figura 3.4 do arquivo do Excel para ser enviada de volta ao preenchedor, na etapa apresentada na Figura 3.5.

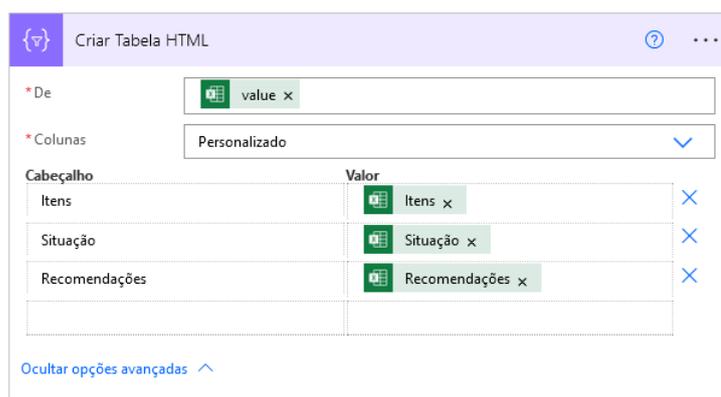
Figura 3.5: Etapa do Fluxo: Listar linhas presentes em uma tabela



Fonte: próprio autor

Logo após, é criada uma tabela, em HTML, na etapa apresentada na Figura 3.6, onde será buscado as 3 colunas para retorno ao preenchedor.

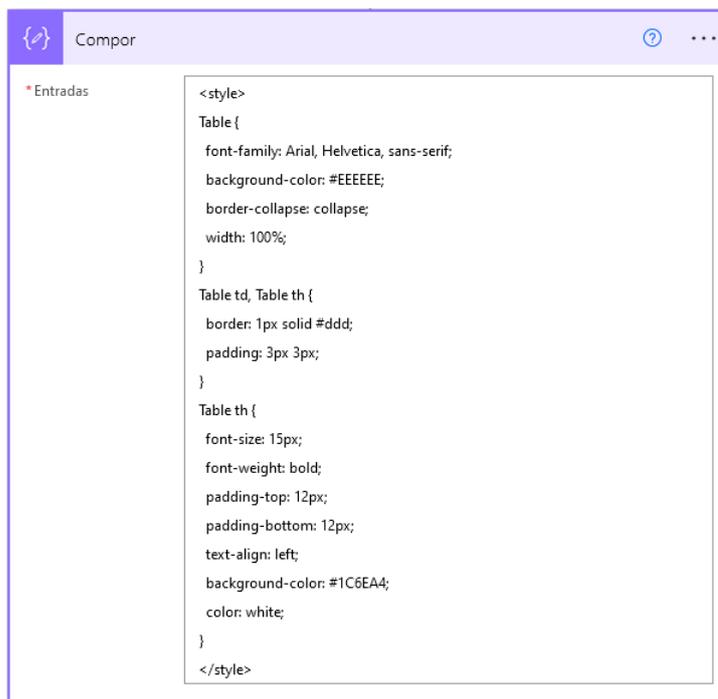
Figura 3.6: Etapa do Fluxo: Criar Tabela HTML



Fonte: próprio autor

O próximo passo não é obrigatório, mas tem objetivo de facilitar a visualização pois, se for enviada a tabela da forma que foi buscada, ela estará sem contornos, sem fundo, entre outras formatações ausentes que dificultarão sua visualização e consequente entendimento. Assim, a etapa da Figura 3.7 tem objetivo de formatar a tabela.

Figura 3.7: Etapa do Fluxo: Compor



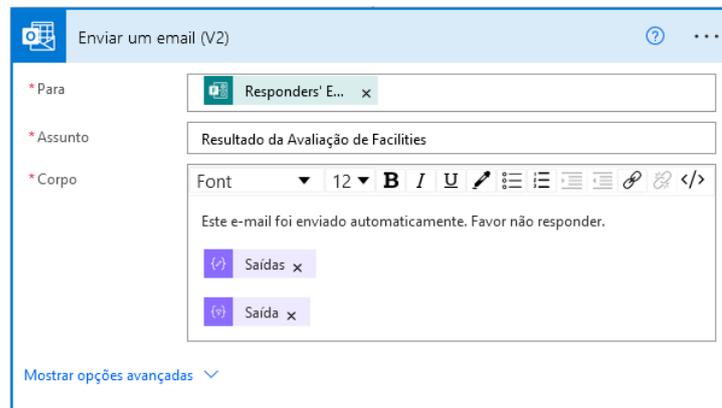
Fonte: próprio autor

Com tudo isso pronto, chegamos ao último item, de envio do e-mail que, conforme é perceptível na Figura 3.8, é enviado para o preenchedor do formulário, com assunto “Resultado da Avaliação de Facilities”, a tabela formatada.

No Corpo do e-mail tem duas “Saídas”, sendo a primeira a feita na etapa disponível na Figura 3.7 “Compor”, para formatar a tabela, e a segunda “Saída” é a feita na etapa da Figura 3.6, para Criar Tabela HTML.

Nessa etapa, além do envio para o e-mail do preenchedor, no caso dele ter feito login, outras duas etapas paralelas acontecem com o mesmo preenchimento, porém, enviando para o e-mail informado ao fim do formulário e outro para um e-mail do criador do formulário, de forma a ter validações ocorrendo constantemente. É importante que o criador do formulário receba para ter insumos de situações da indústria, assim como para acompanhar a utilização e efetividade do formulário.

Figura 3.8: Etapa do Fluxo: Enviar um e-mail



Fonte: próprio autor

Detalhados todos os passos, podemos ter uma visão de alto nível, na Figura 3.9, onde é apresentado o fluxo completo no Power Automate.

Figura 3.9: Fluxo Completo da Automação usado no Power Automate



Fonte: próprio autor

Capítulo 4

Matriz de Maturidade de Datacenter

A matriz trará disciplina por disciplina classificada de acordo com a sua prioridade, conforme tabela 3.1, e sua maturidade. Em cada uma delas, serão exploradas suas exigências mínimas, ou seja, caso tenha algo superior ao exigido, não haverá problema em relação à maturidade, porém é possível que haja um custo desnecessário para manter essa sala. No caso de não atender a um ou mais itens, é considerado que a sala não tem maturidade alinhada com a sua prioridade.

4.1. Prioridade Baixa

Para prioridade Baixa, temos menos exigências, mas as que existem são para que o sistema funcione, minimamente, para suportar um Datacenter. Veja na Tabela 4.1 que geradores, CFTV, controle de acesso, monitoramento e automação não são necessários, enquanto outras disciplinas têm exigências baixas, como a necessidade de apenas um quadro elétrico, pois é o bastante para que sejam distribuídas as cargas de forma organizada e consiga ter uma segregação única em caso de manutenção no Datacenter, indisponibilizando somente este.

No entanto, é imprescindível que exista minimamente os demais itens para um funcionamento básico da sala. A exigência, por exemplo, de um equipamento de conforto, é para que os equipamentos estejam funcionando em temperatura adequada, o que é primordial. Em qualquer ocasião, o mais adequado seria o uso de um equipamento de precisão, porém, é compreensível o uso de conforto, considerando custo x benefício, pois é uma sala contingencial.

Quando olhamos para o layout da sala, é necessário garantir que exista corredor frio e quente para o devido funcionamento do sistema de AVAC, assim como a necessidade de sensor de temperatura, por ser significativamente barato e possibilitar a consulta da

efetividade dos equipamentos.

O Nobreak pode evitar a queda do Datacenter em uma falta de energia, mesmo que de poucos segundos, e proteger de picos de energia, o que poderia queimar equipamentos, gerando um ótimo custo/benefício, e o SDAI com extintores de incêndio, assim como infraestrutura não inflamável e iluminação de emergência possibilitam o uso seguro da sala.

Tabela 4.1: Matriz de Salas de Prioridade Baixa (próprio autor)

Disciplina		Objetivo necessário
Nobreak		Um nobreak que suporte a carga do Datacenter. Ex.: 1 nobreak de 15 kVA para suportar uma carga de 10 kVA.
GMG		Não há exigência
Painéis Elétricos		Um quadro elétrico
Climatização		Equipamento de conforto sem redundância, mas com capacidade para a sala.
Infraestrutura	Layout	Disponível corredor quente e frio.
	Pisos	Não inflamável – se não houver bandejamento, necessita ser piso-elevado.
	Forro	Não inflamável, de altura de 2,6 metros do piso.
	Paredes e divisórias	Não inflamável, sem vidros.
	Portas	Uma porta corta-fogo com vão de ao menos 1 x 2,13.
	Iluminação	Disponível de emergência
SPCI/SDAI		SDAI e extintores de incêndio
Controle de Acesso		Não há exigência.
CFTV		Não há exigência.
Sensores		Um sensor de temperatura e umidade posicionado na parte frontal de um rack.
Monitoramento		Não há exigência.
Automação		Não há exigência.

4.2. Prioridade Média

No caso das salas de prioridade Média, o nível aumenta significativamente. Conforme é observado na tabela 4.2, nesse nível só não é necessário o CFTV, e alguns sistemas ganham redundância, mesmo que parcial. Como podemos ter sistemas ininterruptos, há necessidade de que os sistemas não tenham paradas. A única automação exigida é para revezamento do sistema de climatização, evitando congelamento deste. O SDAI com extintores manuais continua sendo a exigência, apesar da utilização de SPCI ser sempre a mais recomendada.

É necessário que os sistemas de nobreak tenham redundância, sendo capazes de funcionar sozinhos, suportando a sala inteira, evitando possíveis impactos à sala em uma situação de falha de um dos Nobreaks, por exemplo, sendo um sistema com dois nobreaks de 15 kVA, enquanto o Datacenter tem uma carga de 10 kVA, ou seja, um dos dois nobreaks suporta a carga completa sozinho, mesmo que esses sejam standalone.

Esse caso também se aplica para climatização, que precisa ter redundância e seja preferencialmente de precisão, tendo capacidade de funcionar mesmo com a falha parcial do sistema. Tanto o Nobreak quanto o sistema de climatização precisam ser monitorados.

A partir desse nível, é exigido o uso de quadros elétricos redundantes, possibilitando manutenções em um deles sem impactar o Datacenter, assim como geradores, que darão disponibilidade ao Datacenter mesmo numa queda contínua de energia. Importante ressaltar que, com dois quadros elétricos, os racks serão alimentados por duas fontes, e os equipamentos dentro desses racks devem ter dupla fonte, caso tenham criticidade, para não serem impactados.

Exige-se, também, que o piso seja elevado, adequando a passagem de cabos e garantindo organização do ambiente. O Controle de Acesso começa a ser exigido, com foco na proteção tanto dos dados quanto de possíveis entradas de pessoas despreparadas no Datacenter.

Tabela 4.2: Matriz de Salas de Prioridade Média (próprio autor)

Disciplina		Objetivo necessário
Nobreak		Redundância de nobreak, seja de módulos ou de equipamentos completos standalone. Ex.: 2 UPS de 15 kVA para uma carga de 10 kVA
GMG		Um gerador capaz de produzir a carga do Datacenter e tanque para suportá-lo por 4 horas.
Painéis Elétricos		Redundância de quadros elétricos.
Climatização		Redundância de equipamentos
Infraestrutura da sala	Layout	Sala em formato retangular, com corredor quente e frio disponível.
	Pisos	Piso-elevado não inflamável aterrado com ao menos 0,35m entre piso e contrapiso e placa de larguras não menores de 0,60m.
	Forro	Não inflamável, de altura de 2,7 metros do piso.
	Paredes e divisórias	Não inflamável, sem vidros.
	Portas	Uma porta corta-fogo com vão de ao menos 1 x 2,13.
	Iluminação	Disponível de iluminação de emergência que atenda toda a sala

SPCI/SDAI	SDAI e extintores de incêndio
Controle de Acesso	Necessário, com checagem anual dos autorizados.
CFTV	Não há exigência.
Sensores	Um sensor de temperatura e umidade posicionado na parte frontal de um rack.
Monitoramento	Monitoramento de temperatura, umidade e funcionamento de nobreaks.
Automação	Revezamento do sistema de climatização.

4.3. Prioridade Alta

Em salas de prioridade Alta, já estamos falando de salas suportando sistemas que não só funcionam ininterruptamente, mas tem criticidade ao negócio. Todos os sistemas têm alguma exigência e sempre com redundância, conforme tabela 4.3.

A exigência do sistema de climatização de precisão evita a umidade excessiva (ou diminuta) para o funcionamento sem falhas dos hardwares. É justificado seu maior valor por conta da prioridade da sala, pois isso vai de encontro com outro potencial problema em salas de equipamentos eletrônicos, que é a umidade. Já bastante comuns em salas elétricas, sua implementação em Datacenters é sempre recomendada, desde que haja verba para tal.

Apesar de recomendado, o nobreak não é necessariamente modular, porém deve ter redundância e, cada sistema, capacidade de suportar o Datacenter sozinho, sendo que cada um desses nobreaks tem que estar conectado a diferentes quadros, garantindo uma completa separação elétrica, se possível, em locais opostos do Datacenter e que ao menos 20% da iluminação seja alimentada pelo nobreak. O gerador necessita de maior autonomia e, neste nível, precisa ser redundante, garantindo o funcionamento mesmo com a falha de um dos geradores.

A partir desse nível, é exigido o SPCI, com a detecção e combate automático e acionamento de bombeiros, se necessário, garantindo que o gás utilizado possa ser usado em ambientes com humanos, assim como não seja usado algum agente que possa inutilizar equipamentos, como pó que possa entrar nos equipamentos, potencialmente gerando falha.

O CFTV precisa ter câmeras que deem visibilidade de todos os corredores, evitando pontos cegos e com sistema externo que grave as imagens e possa ser acessado em caso de necessidade. A partir dessa prioridade, também é exigido pelo menos um segundo sensor de temperatura e umidade na sala, evitando falsos-positivos, ou que haja falta de informação na falha de um sensor.

Em relação à automação, começa a ser necessários automações de níveis maiores, inclusive dos nobreaks, sistemas de climatização e alertas para aviso de anomalias, dando

maior visibilidade à equipe que está gerindo esses equipamentos e, potencialmente, se anteceder as falhas.

Tabela 4.3: Matriz de Salas de Prioridade Alta (próprio autor)

Disciplina		Objetivo necessário
Nobreak		Redundância de nobreak preferencialmente modular, sendo cada um capaz de suportar toda a carga do Datacenter. Ex.: 2 gabinetes com 2 módulos de 15 kVA para suportar uma carga de 10 kVA.
GMG		Redundância de geradores, sendo cada um com a capacidade de produzir a carga do Datacenter e tanque para suportá-lo por 8 horas.
Painéis Elétricos		Redundância de quadros elétricos, cada um vindo de nobreaks separados, assim como de fontes de energia separadas.
Climatização		Sistema de precisão com redundância e controle de umidade.
Infraestrutura da sala	Layout	Sala em formato retangular, com corredor quente e frio disponível.
	Pisos	Piso-elevado não inflamável aterrado com ao menos 0,46m entre piso e contrapiso e placa de larguras não menores de 0,60m.
	Forro	Não inflamável, de altura de 3,0 metros do piso.
	Paredes e divisórias	Não inflamável, sem vidros.
	Portas	Ao menos duas portas corta-fogo, sendo ambas com vão de ao menos 1 x 2,13.
	Iluminação	Disponível de iluminação de emergência que atenda toda a sala e ao menos 20% da iluminação tradicional deve ser alimentada pelo nobreak.
SPCI/SDAI		SPCI completo, com gás não-tóxico para humanos.
Controle de Acesso		Necessário, com checagem semestral da lista de autorizados.
CFTV		Com câmeras que atendam todos os corredores e sem pontos cegos, além de sistema externo para gravação de imagens e retenção
Sensores		Dois sensores de temperatura e umidade posicionados na parte frontal de racks.
Monitoramento		Monitoramento de temperatura, umidade e funcionamento de nobreaks, inclusive suas cargas.
Automação		Revezamento do sistema de climatização, religamento automático em caso de falha elétrica e by-pass eletrônico remoto dos nobreaks. Alertas automáticos em caso de alguma anomalia dos sistemas monitorados.

4.4. Prioridade Crítica

Quando falamos da prioridade Crítica, essa deve ter sistemas que façam a indisponibilidade tender a zero. Para isso, além das redundâncias, começa a ser necessários o 3º nível de redundância (chamado de $2N+1$), garantindo, mesmo no momento de falha de algum equipamento, uma redundância, como é visto na tabela 4.4.

No caso dos geradores, além do 3º gerador, o(s) tanque(s) desses deve(m) ter capacidade de suportar por 24 horas, para garantir energia em qualquer tipo de falha elétrica externa e dando tempo hábil para que este seja reabastecido, reduzindo significativamente o perigo de pane seca.

O 3º nível de climatização pode ser de conforto, porém, nesse caso, precisa atender a toda a sala com redundância, ou seja, o sistema de precisão precisa ser redundante, além do sistema de conforto, que também precisa atender a sala sozinho, se necessário.

Para garantir que a temperatura da sala esteja adequada de forma igual e evitar falsos-positivos, a recomendação de sensores de temperatura e umidade (no caso de serem apenas sensores) é de estarem distribuídos a cada 3 racks, garantindo o mínimo de 2 sensores na sala (se houver menos de 6 racks). No caso de utilização de sistemas mais avançados, como sensores termossensíveis via imagem, isso pode ser reavaliado.

A redundância de nobreaks praticamente obriga o uso de equipamentos modulares pois, para se ter esse nível de redundância com a devida manutenção, o sistema modular funciona mais adequadamente. É recomendado que o nobreak do Datacenter seja dimensionado de forma a ter ao menos 20% de folga, garantindo que em momentos de pico ou crescimento de carga ele ainda tenha disponibilidade adequada.

Os quadros elétricos precisam ser alimentados por fontes separadas e, se houver disponibilidade na região, vindos de fornecedores de energia diferentes. Uma possível solução, para onde não houver, é o uso de painéis de geração de energia elétrica, mas o exigido é que ele venha de ao menos duas subestações diferentes (sejam subestações próprias ou de fornecedores), vindas de caminhos opostos.

As automações chegam a níveis ainda maiores, podendo, inclusive, fazer acionamentos remotos, tanto do nobreak (se for tecnicamente possível) quanto do gerador. O sistema de controle de acesso e o CFTV devem ser integrados de forma a garantir que, se X pessoas estão autorizadas a entrar, se entrarem $X+1$, algo incorreto está ocorrendo. Uma evolução interessante, mas não exigida, é o reconhecimento de face dos entrantes dessa sala.

Tabela 4.4: Matriz de Salas de Prioridade Crítica (próprio autor)

Disciplina		Objetivo necessário
Nobreak		Redundância de gabinetes de nobreaks modulares, sendo cada nobreak capaz de atender o DC com redundância +1. Ex.: 2 gabinetes com 3 módulos de 50 kVA cada, para atender um Datacenter com carga de 40 kVA.
GMG		Redundância de geradores + 1, sendo cada um com a capacidade de produzir a carga do Datacenter e tanque para suportá-lo por 24 horas.
Painéis Elétricos		Redundância de quadros elétricos, cada um vindo de nobreaks e geradores separados, assim como de fontes de energia separadas e, se disponível na localidade, de fornecedores de energia diferentes.
Climatização		Sistema de precisão com redundância +1 e controle de umidade podendo ser o 3º nível de redundância equipamentos de conforto.
Infraestrutura da sala	Layout	Sala em formato retangular, com corredor quente e frio disponível.
	Pisos	Piso-elevado não inflamável aterrado com ao menos 0,46m entre piso e contrapiso e placa de larguras não menores de 0,60m.
	Forro	Não inflamável, de altura de 3,0 metros do piso.
	Paredes e divisórias	Não inflamável, sem vidros.
	Portas	Ao menos duas portas corta-fogo, sendo ambas com vão de ao menos 1,2 x 2,13.
	Iluminação	Disponível de iluminação de emergência que atenda toda a sala e ao menos 20% da iluminação tradicional deve ser alimentada pelo nobreak.
SPCI/SDAI		SPCI completo, com gás não-tóxico para humanos.
Controle de Acesso		Necessário, com checagem trimestral dos autorizados.
CFTV		Com câmeras que atendam todos os corredores e sem pontos cegos, além de sistema externo para gravação de imagens e retenção
Sensores		Um sensor para cada 3 racks (mínimo de 2 sensores) posicionados na parte frontal dos racks.
Monitoramento		Monitoramento de temperatura, umidade e funcionamento de nobreaks, inclusive suas cargas.
Automação		Revezamento do sistema de climatização, religamento automático em caso de falha elétrica, by-pass eletrônico remoto dos nobreaks, acionamento remoto do gerador e sistema de controle de acesso e CFTV interligados e automatizados para evitar entradas indesejadas. Alertas automáticos em caso de alguma anomalia dos sistemas monitorados.

Capítulo 5

Impacto Esperado pela Matriz

A possibilidade para uma empresa de poder classificar suas salas de servidores e Datacenters de forma mais ajustada, assim como de ter um direcionamento a seguir nessas recomendações, traz uma visão para que essas salas tenham a disponibilidade alinhada conforme o desejado e um custo adequado para estas instalações e manutenções de salas de servidores em geral.

Por conta disso, a avaliação criteriosa da situação atual, em relação às recomendações, é muito importante para a evolução do negócio sem impactos imprevistos. Na evolução de uma empresa que tenha Datacenters, mesmo que seja sem crescimento, ela precisará ter uma atenção especial às instalações desses potenciais Datacenters, caso contrário, é certo de ter impactos, em algum momento. O investimento pontual pode atrasar esse impacto, mas, se não houver essa preocupação, a chance dessa ocorrência é grande.

Assim, a matriz apresentada neste trabalho disponibiliza um caminho, de fácil visualização, para que os responsáveis por esses ambientes consigam ter esse direcionamento com mais clareza e tendo mais certeza de que o investimento está onde realmente é necessário.

Importante ressaltar que, para sistemas mais complexos, é necessária uma avaliação de engenharia para garantir o funcionamento adequado dos sistemas. Sem isso, um hipotético sistema de climatização de precisão subdimensionado pode ser pior do que um ar-condicionado de conforto de tamanho adequado, apesar de os valores para implementação do de precisão (mesmo subdimensionado) seja dezenas (ou centenas) de vezes maior.

Para evitar isso, também é importante que profissionais qualificados estejam designados como responsáveis por esses ambientes, com conhecimento tecnológico, assim como conhecimento de engenharia e manutenção, agregando ainda mais caso tenha co-

nhecimentos de automação, instrumentação e controles, por conta das possíveis melhorias nessas instalações.

Conforme falado no ponto 2.2, de Manutenção dos Sistemas, é imprescindível que a manutenção preventiva seja feita periodicamente, cumprindo todas as exigências dos fornecedores, assim como sejam feitas manutenções sensitivas, preditivas e, claro, quando necessário, corretivas.

Dessa forma, será possível quantificar o custo do investimento necessário para cada sala, seja nova, ou já existente, de acordo com o objetivo de cada dono desse ambiente. Otimizando esses itens, pode-se ter uma segurança maior de que o ambiente tem o custo-benefício esperado.

Também, será possível equilibrar o custeio para manter essas salas, já que, normalmente, o orçamento para manter esses ambientes é enxuto e, mesmo se não for, deve ser direcionado da forma mais correta para se ter o melhor custo-benefício inclusive para os custos correntes.

Com tudo isso, a empresa terá uma sala aderente ao seu objetivo, com chance reduzida e controlada de impactos, com facilidade de visualização de onde precisa investir e com um custo-benefício adequado tanto no que visa ao investimento quanto no custeio.

Capítulo 6

Resultados

Considerando a Matriz e o formulário, esse trabalho traz recomendações de requisitos para a indústria, assim como facilita seu acesso via formulário que é preenchido e retorna um status do Datacenter avaliado e onde é necessário atuar neste.

Passando pelo fluxo do formulário, o preenchedor recebe um e-mail com o retorno de cada item, como no exemplo abaixo, na Figura 6.1.

Figura 6.1: E-mail do Resultado da Avaliação de Facilities

Itens	Situação	Recomendações
E-mail	andre.pedroni@aluno.itv.org	
Prioridade	Baixa (Salas de contingência de outras salas de prioridade média)	Para prioridade Baixa, temos menos exigências, mas as que existem são para que o sistema funcione minimamente para suportar um Datacenter. Geradores, CFTV, controle de acesso, monitoramento e automação não são necessários (apesar de bem vindos), enquanto outras disciplinas têm exigências baixas, como a necessidade de apenas um quadro elétrico. Para mais detalhes, atentar ao Estudo de Requisitos para Datacenters e Salas Industriais para Sistemas de Tecnologia e Automação (PEDRONI, 2023).
Nobreak	Nobreak atendendo parcialmente a carga dos racks	Situação preocupante! É importante que para qualquer Datacenter, mesmo de Baixa prioridade, tenha um Nobreak suportando completamente o Datacenter.
GMG	Não tem gerador	Atende, porém é bem visto a implementação de um gerador.
Painéis Elétricos	Tem painéis elétricos exclusivos e redundantes, vindos de fontes segregadas	Atende completamente a necessidade.
Climatização	Tem um ar-condicionado sem redundância, com capacidade adequada para o Datacenter	Atende, porém é bem visto a implementação de uma redundância de sistema de climatização
Layout	Sala em formato retangular e com corredor quente e frio disponível	Atende completamente a necessidade.
Pisos	Tem piso-elevado não-inflamável, aterrado, com pelo menos de 0,35m entre o piso e contrapiso e placas com pelo menos 0,60m de largura	Atende completamente a necessidade.
Forro	Material não-inflamável com pelo menos 2,7m do piso e menos de 3,0m	Atende completamente a necessidade.
Paredes e divisórias	Todas as divisórias são de material não-inflamável	Atende completamente a necessidade.
Portas	Há apenas uma porta, que é corta-fogo e o vão é de pelo menos de 1 x 2, 13m	Atende completamente a necessidade.
Iluminação	Há iluminação (não natural) da sala, sem iluminação de emergência	Situação preocupante! É importante que para qualquer Datacenter, mesmo de Baixa prioridade, tenha iluminação de emergência.
SPC/ISDAI	Há SPC I (Sistema de Proteção e Combate a Incêndio) com gases adequados para uso em Datacenters e não-tóxicos para humanos	Atende completamente a necessidade.
Controle de Acesso	Há controle de acesso com checagem de pessoas autorizadas trim estritamente	Atende completamente com sobra! Pode ser uma oportunidade de estudo para reduzir essa infraestrutura de geradores, reduzindo o custo de manter.
CFTV	Não tem CFTV	Atende completamente a necessidade.
Sensores	Há apenas um sensor de temperatura e umidade, posicionado na parte frontal do rack	Atende completamente a necessidade.
Monitoramento	Não há nenhum tipo de monitoramento	Atende completamente a necessidade.
Automação	Não há nenhum tipo de automação	Atende completamente a necessidade.

Fonte: próprio autor

Assim, é entregue para o preenchedor as recomendações já baseadas neste trabalho. Dessa forma, qualquer pessoa consegue preencher rapidamente esse formulário e ter um retorno do que necessita fazer para chegar ao mínimo recomendado por esse trabalho.

Caso seja de interesse de quem for atuar nesses itens, ele pode se aprofundar nesse trabalho para justificar com maior propriedade suas intenções, utilizando o material trazido do referencial teórico, assim como do estudo feito para chegar nessas recomendações.

Capítulo 7

Conclusões

Nota-se a alta importância de toda a infraestrutura que suporta os Datacenters funcionar com segurança, sem sustos, de forma a, de acordo com o potencial risco de cada sala, reduzir ao máximo a indisponibilidade do Datacenter em si e dos servidores nele hospedados e, conseqüentemente, das aplicações rodando nessas salas.

Foi demonstrado também, neste trabalho, que há preocupações inerentes a qualquer negócio em relação ao custo de investimento e de se manter esse tipo de infraestrutura, que deve ser considerado na hora de oferecer um nível de disponibilidade de uma aplicação final.

Com o formulário de Avaliação de Facilities de Datacenter, que é de acesso livre à qualquer pessoa, este trabalho dará, sem maior necessidade de se aprofundar nos temas, um direcionamento, facilitando o caminho que deve ser seguido como mínimo para cada caso.

Além disso, o trabalho mostra justificativa de cada item, reforçando, em caso de necessidade de documentar, a motivação de cada item solicitado nessa recomendação.

Como foi perceptível, ainda há um espaço para trabalhos futuros num aprofundamento ainda maior em cada um desses sistemas e disciplinas, já que estamos falando de dezenas deles, abrindo oportunidades para melhorar cada vez mais esses ambientes.

Outra oportunidade é a implementação e estudo do resultado, o que, por conta do grande período necessário, e não ser o objetivo, não foi feito. Uma implementação leva alguns anos, enquanto seria necessário obter dados por mais alguns anos antes de uma definição.

Uma última oportunidade seria no caminho de criar uma Norma definitiva, sendo necessário fortalecer o material com a participação de diversos profissionais da área e

facilitando sua divulgação.

Espera-se que, com esse trabalho, empresas de diversas áreas possam aproveitar desse material e do formulário, possibilitando apontar seus investimentos de forma mais correta, reduzindo esforços e custos e, ainda assim, trazendo um benefício significativo para essas.

Referências Bibliográficas

- ABNT. *NBR ISO/IEC 27002: Tecnologia da Informação - Técnicas de Segurança - Código de Prática para Gestão da Segurança da Informação*. ABNT, 2013a.
- ABNT. *NBR 11.742: Porta corta-fogo para saída de emergência*. ABNT, 2018.
- ABNT. *NBR 14.432: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento*. ABNT, 2001.
- ABNT. *NBR 14.565: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers*. ABNT, 2013b.
- ABNT. *NBR 8.995-1: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior*. ABNT, 2013c.
- ASHRAE. *Thermal Guidelines for Data Processing Environments*. 1 Edition, Atlanta, 2004.
- BARRETO, A., FERREIRA, I., TRAVESSA, S. *UPS: Sistemas Ininterrupto de Energia (Nobreak) – Aplicação, Especificação e Dimensionamento*. UNISUL, Palhoça, Santa Catarina, 2018.
- BHATIA, A. *HVAC Cooling Systems for Data Centers*. Continuing Education and Development, Inc., 2015.
- CBM-ES. *NT 13: Iluminação de Emergência*. CBM-ES, 2013.
- CBM-MG. *NT 13: Iluminação de Emergência*. CBM-MG, 2005.
- FACCIONI FILHO, M. *Conceitos e infraestrutura de datacenters*. Palhoça: UnisulVirtual, 2016.
- GUGGARI, S., AGONAFER, D., BELADY, C., et al. “A hybrid methodology for the optimization of data center room layout”, *International Electronic Packaging Technical Conference and Exhibition*, v. 36908, pp. 605–612, 2003.
- HPE. “HP BladeSystem Matrix - Specifications”. <https://support.hpe.com/hpesc/>

- public/docDisplay?docId=c02440915&docLocale=en_US, 2022a. (Acesso em 18/03/2022).
- HPE. “HPE 48U 600mmx1075mm G2 Enterprise Shock Rack”. <https://buy.hpe.com/us/en/rack-power-infrastructure/racks/server-racks/racks/hpe-g2-enterprise-series-racks/hpe-48u-600mmx1075mm-g2-enterprise-shock-rack/p/P9K50A>, 2022b. (Acesso em 05/04/2022).
- MARIN, P. S. *Data centers: Desvendando cada passo: Conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética*. Érica, 2011.
- MARIN, P. S. *Data Centers - Engenharia*. Unisul Virtual, 2016.
- MARTINS, A., SAUKAS, E., ZANARDO, J. “SCAI: Sistema de Controle de Acesso para os Requisitos da Saúde”, *Anais do IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*, 2004.
- MOREIRA, N. S. *Segurança mínima: uma visão corporativa da segurança de informações*. Axel Books, 2001.
- NETWORK ENERGY. “Manutenção de Nobreaks: prevenção e periodicidade”. <https://networkenergy.com.br/blog/manutencao-de-nobreaks-prevencao-e-periodicidade>, 2022. (Acesso em 03/05/2022).
- NFPA, N. F. P. A. *Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems*. NFPA, 2022.
- ONS. “Indicadores de Desempenho do SIN – Número de Perturbações Ocorridas na Rede Básica”. <http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/qualidade-do-suprimento-paineis.aspx>, 2022. (Acesso em 20/04/2022).
- PARASURAMAN, R., MOULOUA, M. *Automation and Human Performance: Theory and Applications*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, USA, 1996.
- ROSA, R. C., ARANDA, M. C., ANTONIOLLI, P. D. “Segurança Física em Datacenters: Estudo de Caso”, *REFAS - Revista Fatec Zona Sul*, 2017.
- SATCHELL, P. *Innovation and Automation*. Ashgate Publishing, Aldershot England, 1998.
- SILVA, M. C. “Automatização dos Grupos Geradores da Estação de Bombas VI da Unidade de Germano da Samarco Mineração”, *UFOP, Ouro Preto, Minas Gerais*, 2017.
- STEIN, J., BRANDON, G. “Data Center Controls Reliability”, *American Society of*

Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), 2018.

TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. “THE GLOBAL DATA CENTER STANDARD”. https://tiaonline.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/01/TIA-942-Standard_OnePager-110220.pdf, a.

TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. “TIA-942 CERTIFIED DATA CENTERS IN BRAZIL”. https://tiaonline.org/942-datacenters/?fwp_regions=south-america&fwp_country=brazil, b.

UPTIME INSTITUTE. “Accredited Tier Designer Technical Paper Series: Continuous Cooling”, 2017.

VERAS, M. *Datacenter: Componente Central da Infraestrutura de TI*. BRASPORT, 2009.

WINROTH, M., SÄFSTEN, K., STAHRÉ, J. “Automation strategies: existing theory or ad hoc decisions?” *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 2007.