



UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
DISCIPLINA DE INFRAESTRUTURA DE DATACENTERS

DANIEL BAHIA PINHEIRO CALLIARI

**Relatório Técnico: Avaliação de Viabilidade e Proposta de Projeto,
Construção e Operação de Datacenter Próprio para Autopass/Tecsomobi**

Belém

2025

Sumário

1	Introdução	3
2	Arquitetura Atual e Análise de Custos AWS	4
2.1	<i>Serviços AWS em Uso</i>	4
2.2	<i>Distribuição Geográfica dos Ambientes</i>	5
2.3	<i>Análise de Custos</i>	5
2.4	<i>Pontos Fortes e Limitações do Modelo de Nuvem (AWS)</i>	6
2.4.1	Pontos Fortes	6
2.4.2	Limitações	6
3	Requisitos e Escopo do Datacenter	8
3.1	<i>Requisitos de Capacidade</i>	8
3.2	<i>SLA (Service Level Agreement) Desejado</i>	8
3.3	<i>Escopo de Cobertura Geográfica e Redundância Inter-Sites</i>	9
4	Localização e Infraestrutura Física	10
4.1	<i>Critérios de Escolha de Localização</i>	10
4.2	<i>Proposta de Site(s)</i>	11
4.3	<i>Layout e Dimensionamento de Racks e Salas Técnicas</i>	12
5	Energia e Climatização	14
5.1	<i>Fontes de Energia</i>	14
5.2	<i>Sistema de Climatização</i>	15
5.3	<i>Eficiência Energética e Certificações</i>	16
6	Cabeamento e Conectividade	17
6.1	<i>Infraestrutura de Fibra Óptica e Roteamento Redundante</i>	17
6.2	<i>Pontos de Troca de Tráfego (IXPs) e Links MPLS/VPN para Filiais</i>	18
6.3	<i>Topologia de Rede Interna</i>	18
7	Classificação Tier e Normas Técnicas	20
7.1	<i>Definição de Tier (I a IV) segundo Uptime Institute</i>	20
7.2	<i>Atendimento a Normas Técnicas</i>	21

8	Segurança Física e Infraestrutura	23
8.1	<i>Controle de Acesso</i>	23
8.2	<i>Deteção e Combate a Incêndios</i>	24
8.3	<i>Monitoramento Ambiental e Redundância de Sensores</i>	25
9	Plano de Migração e Cronograma	26
9.1	<i>Estratégia de Migração</i>	26
9.2	<i>Fases de Migração por Ambiente e Região</i>	27
9.3	<i>Riscos, Rollback Plan e Testes de Validação</i>	28
10	Análise Financeira e Retorno sobre Investimento (ROI)	30
10.1	<i>CAPEX (Capital Expenditure) Estimado</i>	30
10.2	<i>OPEX (Operational Expenditure) Estimado</i>	31
10.3	<i>Comparativo TCO (Total Cost of Ownership)</i>	31
10.4	<i>Payback e Indicadores Financeiros</i>	32
11	Considerações Finais e Recomendações	34
11.1	<i>Principais Conclusões</i>	34
11.2	<i>Próximos Passos e Governança do Projeto</i>	34
	REFERÊNCIAS	36

1 Introdução

Este relatório tem como objetivo principal avaliar a viabilidade técnica e financeira da implementação de um datacenter próprio para a Autopass/Tecsomobi, além de propor um plano de projeto, construção e operação. Atualmente, a empresa utiliza uma vasta gama de serviços da Amazon Web Services (AWS), incluindo S3 para armazenamento, EC2 para capacidade computacional, Lambda para funções serverless, RDS para bancos de dados e VPC para redes privadas virtuais, entre outros (SOUZA RICARDO E OLIVEIRA, 2023). Esses serviços suportam operações críticas como VPN para funcionários, armazenamento de bancos de dados, e hospedagem de APIs e aplicações web (sites React) em ambientes de homologação e produção (MACHADO BRUNO E OLIVEIRA, 2023).

A infraestrutura em nuvem está distribuída geograficamente para atender às operações em São Paulo, Belém do Pará, Rio de Janeiro, Votorantim, Sant’Ana do Livramento, Araras, Itapecerica da Serra, Barretos, Bertioga, Guarujá, etc. O custo diário com os serviços AWS é de aproximadamente US\$ 2.000, totalizando cerca de US\$ 60.000 mensais ou US\$ 720.000 anuais. Diante desse cenário, a construção de um datacenter próprio surge como uma alternativa estratégica para otimizar custos a longo prazo, aumentar o controle sobre a infraestrutura e personalizar a segurança e a performance de acordo com as necessidades específicas da Autopass/Tecsomobi (CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023) (ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022). Este relatório detalhará os aspectos envolvidos nessa transição, desde a análise da arquitetura atual (SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022) até as recomendações finais para implementação de um sistema eficiente de gestão integrada da infraestrutura (AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021).

2 Arquitetura Atual e Análise de Custos AWS

2.1 Serviços AWS em Uso

A Autopass/Tecsomobi utiliza um portfólio diversificado de serviços AWS para suportar suas operações (SOUZA RICARDO E OLIVEIRA, 2023). Os principais serviços incluem:

- **Amazon S3 (Simple Storage Service):** Utilizado para armazenamento de objetos, como dados de biometria facial, boletos digitais, documentos pessoais digitalizados, backups de bancos de dados, arquivos de log e ativos de aplicações web (LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023). Este serviço é crítico para o armazenamento de longo prazo dos dados de identificação dos usuários e documentos relacionados a transações.
- **AWS Lambda:** Permite a execução de código sem a necessidade de provisionar ou gerenciar servidores (SOARES VICTOR E COSTA, 2022). É utilizado principalmente para validação de transações e processamento de recargas nas mídias físicas, permitindo escalabilidade automática conforme o volume de operações.
- **Amazon RDS (Relational Database Service):** Oferece bancos de dados relacionais gerenciados, como PostgreSQL, MySQL ou SQL Server, utilizados para armazenar dados transacionais das aplicações (TORRES RENATO E CAMPOS, 2022).
- **Amazon VPC (Virtual Private Cloud):** Permite o provisionamento de uma seção logicamente isolada da Nuvem AWS, onde os recursos da AWS podem ser executados em uma rede virtual definida pela empresa (RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022). Utilizada para criar redes seguras para os ambientes de homologação e produção.
- **AWS VPN (Virtual Private Network):** Soluções como AWS Site-to-Site VPN e AWS Client VPN são utilizadas para prover acesso seguro à rede da empresa para funcionários remotos e para conectar escritórios e filiais à infraestrutura na nuvem (CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023).
- **Outros Serviços:** Adicionalmente, podem estar em uso serviços como Elastic Load Balancing (ELB), Amazon Route 53 (DNS), AWS IAM (Identity and Access Management), Amazon CloudWatch (monitoramento), entre outros (MACHADO BRUNO E OLIVEIRA, 2023).

2.2 Distribuição Geográfica dos Ambientes

Os ambientes da Autopass/Tecomobi estão distribuídos para atender às necessidades de negócio e garantir a proximidade dos usuários e serviços (ROCHA GUSTAVO E FERREIRA, 2021). A distribuição inclui:

- **São Paulo (Capital e Interiores):** Concentra a maior parte da infraestrutura de produção e homologação, devido à importância estratégica e volume de operações. Possui equipe técnica dedicada in loco (VASCONCELOS PEDRO E MORAES, 2022).
- **Belém:** Suporta operações regionais com equipe técnica local, funcionando como um hub secundário para atender usuários da região Norte (MENEZES RAFAEL E SANTOS, 2022).
- **Rio de Janeiro:** Possui infraestrutura na nuvem para suportar as operações na região, sem equipe técnica in loco.
- **Demais Cidades (Vitória, Votorantim, Itaipicera da Serra, Guarujá, etc.):** Acessam recursos e serviços exclusivamente via nuvem, sendo gerenciados remotamente pelas equipes de São Paulo e Belém (CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023).

Cada localidade pode possuir ambientes de homologação (desenvolvimento, testes, Q&A) e produção, com diferentes níveis de criticidade e requisitos de disponibilidade (ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022).

2.3 Análise de Custos

O custo atual com serviços AWS é um fator motivador para a avaliação de um datacenter próprio (BARROS LEONARDO E FONSECA, 2023).

- **Custo Diário:** Aproximadamente US\$ 2.000.
- **Custo Mensal Estimado:** $\text{US\$ } 2.000/\text{dia} * 30 \text{ dias} = \text{US\$ } 60.000$.
- **Custo Anual Estimado:** $\text{US\$ } 60.000/\text{mês} * 12 \text{ meses} = \text{US\$ } 720.000$.

Estes custos podem variar conforme o uso de recursos, tráfego de dados, tipos de instância e serviços adicionais contratados. Uma análise detalhada dos relatórios de faturamento da

AWS (AWS Cost Explorer, faturas detalhadas) é fundamental para identificar os principais centros de custo ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#)).

2.4 Pontos Fortes e Limitações do Modelo de Nuvem (AWS)

2.4.1 Pontos Fortes

- **Escalabilidade e Elasticidade:** Capacidade de aumentar ou diminuir recursos rapidamente conforme a demanda ([SOUZA RICARDO E OLIVEIRA, 2023](#)).
- **Modelo de Pagamento Conforme o Uso (Pay-as-you-go):** Evita grandes investimentos iniciais em hardware ([PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, 2022](#)).
- **Ampla Gama de Serviços Gerenciados:** Reduz a carga de gerenciamento de infraestrutura em diversas áreas (bancos de dados, redes, etc.) ([PEREIRA LUCAS E SOUZA, 2023](#)).
- **Alcance Global e Alta Disponibilidade:** Datacenters distribuídos globalmente com opções de redundância e alta disponibilidade ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).
- **Inovação Contínua:** Acesso rápido a novas tecnologias e serviços ([MACHADO BRUNO E OLIVEIRA, 2023](#)).

2.4.2 Limitações

- **Custos Elevados em Escala:** Para cargas de trabalho estáveis e de grande volume, os custos operacionais podem se tornar significativos e superar o TCO de uma infraestrutura própria a longo prazo ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).
- **Menor Controle e Personalização:** Menor flexibilidade para customizações profundas de hardware e otimizações específicas de rede em comparação com um datacenter próprio ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).
- **Dependência do Provedor (Vendor Lock-in):** Dificuldade e custo para migrar cargas de trabalho para outros provedores ou para uma infraestrutura on-premise ([SOARES VICTOR E COSTA, 2022](#)).

- **Previsibilidade de Custos:** Embora o modelo seja pay-as-you-go, picos inesperados de uso ou tráfego de dados podem levar a custos não previstos ([TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023](#)).
- **Questões de Conformidade e Soberania de Dados:** Para alguns setores ou regulamentações, manter dados em infraestrutura de terceiros, mesmo que segura, pode apresentar desafios ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).

3 Requisitos e Escopo do Datacenter

3.1 *Requisitos de Capacidade*

O dimensionamento da capacidade do datacenter deve considerar o consumo atual de recursos na AWS e prever o crescimento futuro ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#)).

- **CPU (Unidades de Processamento Central):** Análise do consumo total de vCPUs nas instâncias EC2, RDS e outras cargas de trabalho. Considerar a utilização média e de pico ([VASCONCELOS PEDRO E MORAES, 2022](#)).
- **RAM (Memória de Acesso Aleatório):** Levantamento da memória total alocada e utilizada pelos serviços atuais.
- **Armazenamento:** Capacidade total de armazenamento em S3, EBS (Elastic Block Store), RDS e outros. Definir tiers de armazenamento (SSD de alta performance, discos SAS/SATA para capacidade) e IOPS (operações de entrada/saída por segundo) necessários ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).
- **I/O de Rede (Entrada/Saída):** Largura de banda de rede interna e externa (internet) necessária para suportar as aplicações, APIs, VPNs e tráfego de usuários ([RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022](#)).
- **Banda de Internet:** Capacidade de links de internet dedicados, considerando redundância ([CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023](#)).
- **Previsão de Crescimento:** Estimar o crescimento da demanda por recursos nos próximos 3, 5 e 10 anos ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).

Será necessário realizar um inventário detalhado dos recursos AWS para quantificar esses requisitos.

3.2 *SLA (Service Level Agreement) Desejado*

Definir os níveis de serviço esperados para os diferentes ambientes ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)):

- **Ambientes de Produção:** Requerem alta disponibilidade, por exemplo, 99,982% (equivalente a um Tier III) ou superior, com baixo tempo de inatividade anual ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)).
- **Ambientes de Homologação (Desenvolvimento, Testes, Q&A):** Podem ter SLAs menos rigorosos por exemplo, 99,9% ou 99,5%, permitindo janelas de manutenção maiores.

O SLA impactará diretamente o design da infraestrutura, níveis de redundância e custos ([PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, 2022](#)).

3.3 Escopo de Cobertura Geográfica e Redundância Inter-Sites

- **Datacenter Principal:** Localização central para consolidar a maior parte da infraestrutura ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).
- **Local de Recuperação de Desastres (DR Site):** Caso seja necessário um nível de resiliência muito alto, um segundo datacenter (DR site) em uma localidade geograficamente distinta pode ser considerado. Este local pode ser menor e hospedar apenas cargas de trabalho críticas para recuperação em caso de falha total do local principal ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).
- **Conectividade com Filiais:** O datacenter deverá prover conectividade segura e de alta performance para as unidades em São Paulo (capital e interiores), Belém, Rio de Janeiro, Vitória e Livramento ([MENEZES RAFAEL E SANTOS, 2022](#)).
- **Redundância Inter-Sites:** Se um DR site for implementado, definir a estratégia de replicação de dados (síncrona, assíncrona) e os mecanismos de failover/failback ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).

A decisão por um ou mais locais dependerá da análise de risco, requisitos de RTO/RPO (Recovery Time Objective / Recovery Point Objective) e do orçamento disponível ([ROCHA GUSTAVO E FERREIRA, 2021](#)).

4 Localização e Infraestrutura Física

4.1 Critérios de Escolha de Localização

A escolha da(s) localização(ões) para o(s) datacenter(s) é uma decisão crítica que impacta custos, riscos e operacionalidade (SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022). Os critérios incluem:

- **Disponibilidade e Custo de Energia Elétrica:** Proximidade a subestações de energia confiáveis, preferencialmente com múltiplas fontes (dual-feed). Custo da energia na região (TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023).
- **Conectividade de Rede:** Disponibilidade de múltiplas operadoras de telecomunicações e fibra óptica. Proximidade a Pontos de Troca de Tráfego (IXPs) (CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023).
- **Riscos Naturais e Ambientais:** Baixo risco de desastres naturais (enchentes, deslizamentos, terremotos), distância de zonas de perigo (aeroportos, indústrias químicas) (NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022).
- **Acessibilidade e Logística:** Facilidade de acesso para equipes, transporte de equipamentos e fornecedores (ROCHA GUSTAVO E FERREIRA, 2021).
- **Segurança Física:** Baixa taxa de criminalidade na região (LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023).
- **Custo do Terreno e Construção:** Valor do metro quadrado e custos de construção civil na localidade (VASCONCELOS PEDRO E MORAES, 2022).
- **Legislação e Incentivos Fiscais:** Regulamentações locais e possíveis incentivos para a instalação de datacenters (ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022).
- **Mão de Obra Qualificada:** Disponibilidade de profissionais de TI e infraestrutura na região (PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, 2022).
- **Infraestrutura Existente:** Possibilidade de aproveitamento de instalações próprias já existentes, reduzindo custos de aquisição (TORRES RENATO E CAMPOS, 2022).

4.2 Proposta de Site(s)

Com base nos critérios e na distribuição geográfica atual da Autopass/Tecsomobi, as seguintes localidades podem ser consideradas (ROCHA GUSTAVO E FERREIRA, 2021):

- **Prédio Corporativo na Av. Faria Lima (Vila Olímpia, São Paulo):**
 - **Prós:** Utilização de infraestrutura própria já existente; excelente localização com acesso a múltiplas operadoras de fibra óptica; economia com aquisição de terreno; proximidade da equipe técnica e gerencial; facilidade de gerenciamento (CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023).
 - **Contras:** Possíveis limitações de espaço nos últimos andares; necessidade de retrofit para adequação às normas de datacenter; análise de capacidade estrutural do prédio para suportar carga adicional; potenciais restrições de refrigeração e energia (FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023).
 - Esta opção merece análise prioritária devido ao potencial de economia e rapidez na implementação (AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021).
- **São Paulo (Capital ou Região Metropolitana):**
 - **Prós:** Excelente conectividade, disponibilidade de energia, mão de obra qualificada, proximidade a IXPs (RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022).
 - **Contras:** Custo de terreno e energia potencialmente mais altos, maior densidade urbana (MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023).
- **São Paulo (Interiores - e.g., Campinas, Sorocaba):**
 - **Prós:** Custo de terreno potencialmente menor, boa infraestrutura em desenvolvimento (ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022).
 - **Contras:** Conectividade e disponibilidade de energia podem variar (TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023).
- **Outras Localidades (Belém, Rio de Janeiro, Vitória, Livramento):**
 - A viabilidade de construir um datacenter principal nessas localidades dependerá de uma análise mais aprofundada dos critérios acima. Podem ser consideradas para sites de DR menores ou pontos de presença (PoPs) para melhorar a latência para usuários regionais (MENEZES RAFAEL E SANTOS, 2022), mas

um datacenter centralizado em São Paulo geralmente oferece mais vantagens estratégicas para a consolidação inicial (VASCONCELOS PEDRO E MORAES, 2022).

Uma análise detalhada de viabilidade por localidade é necessária, incluindo visitas técnicas e consultas a fornecedores. Para o caso específico do prédio na Faria Lima, recomenda-se uma avaliação técnica especializada para determinar a viabilidade de adaptar algum andar para as exigências de um datacenter Tier III (ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022).

4.3 Layout e Dimensionamento de Racks e Salas Técnicas

O layout físico será projetado para maximizar a eficiência operacional, facilitar a manutenção e garantir a segurança (SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022).

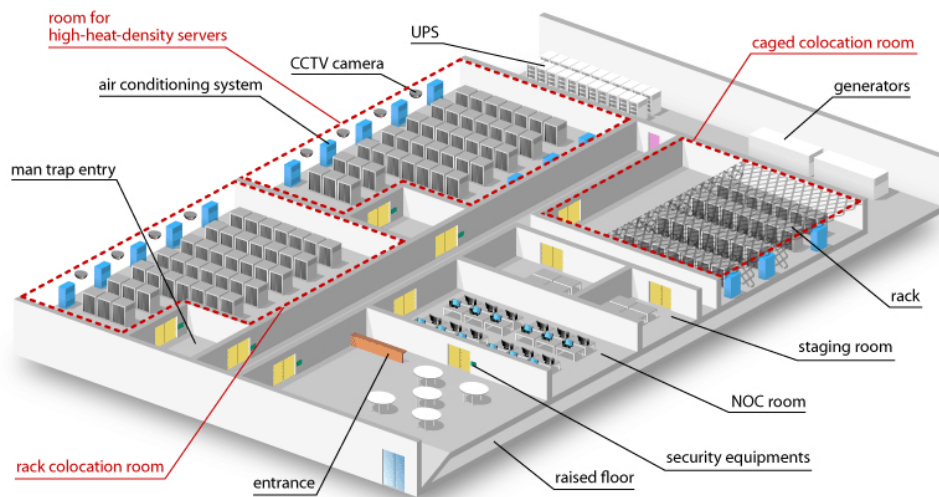


Figura 1 – Exemplo de Layout de Datacenter com Corredores Frios e Quentes

- **Salas de Servidores (Data Halls):** Espaços dedicados para racks de servidores, armazenamento e equipamentos de rede (FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023).
- **Disposição de Racks:** Organizados em fileiras, com corredores quentes e frios para otimizar o fluxo de ar e a eficiência da climatização (NUNES CARLOS E SILVA, 2022).
 - **Corredor Frio:** Ar frio é insuflado pela frente dos racks.
 - **Corredor Quente:** Ar quente expelido pela traseira dos racks é coletado e direcionado para os sistemas de refrigeração.

- Contenção de corredor (quente ou frio) pode ser utilizada para aumentar a eficiência (MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023).
- **Dimensionamento de Racks:** Racks padrão de 19 polegadas, com altura (e.g., 42U, 45U, 48U) e profundidade adequadas para os equipamentos. Prever espaço para crescimento (TORRES RENATO E CAMPOS, 2022).
- **Salas de Energia (Elétrica):** Espaços para UPS, bancos de baterias, painéis de distribuição e geradores (estes últimos geralmente em área externa ou dedicada) (TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023).
- **Salas de Telecomunicações (Meet-Me Rooms - MMR):** Ponto de entrada para operadoras de telecomunicações e interconexão (CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023).
- **Sala de Operações de Rede (NOC - Network Operations Center):** Espaço para monitoramento e gerenciamento da infraestrutura (CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023).
- **Áreas de Staging e Armazenamento:** Para recebimento, configuração e armazenamento temporário de equipamentos (AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021).
- **Escritórios e Áreas de Suporte.**
- **Piso Elevado:** Para passagem de cabos de dados, energia e dutos de ar frio (FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023).
- **Segurança Perimetral e Controle de Acesso:** Múltiplas camadas de segurança física (LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023).

O dimensionamento exato dependerá dos requisitos de capacidade e da classificação Tier desejada (ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022).

5 Energia e Climatização

5.1 Fontes de Energia

A infraestrutura energética será projetada para garantir alta disponibilidade e resiliência, conforme a classificação Tier desejada (e.g., Tier III) ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).

- **Alimentação Principal (Utility Power):** Conexão com a rede elétrica da concessionária local. Para Tier III, idealmente duas alimentações independentes de subestações distintas (dual-feed) ([TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023](#)).
- **Sistemas de Alimentação Ininterrupta (UPS - Uninterruptible Power Supply):**
 - Fornecem energia imediata em caso de falha da rede elétrica, permitindo a transição suave para os geradores ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).
 - Configuração redundante (e.g., N+1, 2N) para garantir a continuidade ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)).
 - Bancos de baterias dimensionados para autonomia suficiente (e.g., 10-15 minutos) para partida dos geradores ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
- **Geradores de Energia:**
 - Assumem a carga em caso de falhas prolongadas da rede elétrica ([TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023](#)).
 - Movidos a diesel, com tanques de combustível dimensionados para autonomia estendida (e.g., 24, 48, 72 horas sem reabastecimento) ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).
 - Configuração redundante (N+1) ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
 - Testes periódicos e manutenção preventiva são cruciais ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).
- **Painéis de Distribuição de Energia (PDUs):** Distribuição da energia para os racks e equipamentos, com monitoramento de consumo ([BARROS LEONARDO E FONSECA, 2023](#)).
- **Aterramento e Proteção contra Surtos** ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).

5.2 Sistema de Climatização

O sistema de climatização é vital para manter a temperatura e umidade dentro dos limites operacionais dos equipamentos de TI, conforme recomendações da ASHRAE (FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023).

- **Precision Cooling (Refrigeração de Precisão):** Unidades CRAC (Computer Room Air Conditioner) ou CRAH (Computer Room Air Handler) projetadas especificamente para datacenters, capazes de controlar temperatura e umidade com precisão (NUNES CARLOS E SILVA, 2022).
 - **Resfriamento a Ar (DX - Direct Expansion):** Utilizam gases refrigerantes (FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023).
 - **Resfriamento a Água Gelada (Chilled Water):** Utilizam chillers para gerar água gelada que circula pelas unidades CRAH. Geralmente mais eficientes para datacenters de maior porte (NUNES CARLOS E SILVA, 2022).
- **Configuração Redundante (N+1, N+2):** Para garantir a continuidade da refrigeração em caso de falha de uma unidade (ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022).
- **Distribuição do Ar:**
 - Insuflamento pelo piso elevado (para corredores frios) (FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023).
 - Retorno do ar quente pelo teto ou dutos (MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023).
 - Uso de contenção de corredores (quente ou frio) para aumentar a eficiência (ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022).
- **Free Cooling:** Utilização de ar externo (direto ou indireto) para refrigeração quando as condições climáticas permitem, reduzindo o consumo de energia dos chillers/compressores (ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022).
- **Monitoramento Ambiental:** Sensores de temperatura e umidade em múltiplos pontos dos data halls (AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021).

5.3 Eficiência Energética e Certificações

- **PUE (Power Usage Effectiveness):** Métrica chave para medir a eficiência energética de um datacenter ($PUE = \text{Energia Total da Instalação} / \text{Energia dos Equipamentos de TI}$) ([MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023](#)).
 - **PUE Alvo:** Definir um PUE alvo agressivo, mas realista (e.g., < 1.5 para um Tier III moderno) ([ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022](#)).
- **Técnicas para Melhorar o PUE:**
 - Equipamentos de TI eficientes (servidores, storage, rede) ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#)).
 - Virtualização e consolidação ([SOARES VICTOR E COSTA, 2022](#)).
 - Sistemas de refrigeração eficientes (free cooling, chillers de alta eficiência, controle de fluxo de ar) ([FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023](#)).
 - UPS de alta eficiência ([TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023](#)).
 - Iluminação LED ([ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022](#)).
 - Gerenciamento otimizado da temperatura (operar em temperaturas ligeiramente mais altas, dentro das recomendações da ASHRAE) ([MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023](#)).
- **Certificações (Opcional, mas Recomendável):**
 - Uptime Institute Tier Certification (para design, construção e operação) ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
 - ISO 50001 (Gestão de Energia) ([ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022](#)).
 - LEED (Liderança em Energia e Design Ambiental) ou certificações locais de construção sustentável ([MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023](#)).

6 Cabeamento e Conectividade

6.1 Infraestrutura de Fibra Óptica e Roteamento Redundante

- **Cabeamento Estruturado:** Implementação de um sistema de cabeamento estruturado seguindo normas como TIA-942 e ISO/IEC 11801 ([CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023](#)).
 - **Fibra Óptica:** Utilizada para backbones de alta velocidade (10G, 40G, 100G+) entre switches core, de agregação e para conexão de servidores e storage que demandam alta banda ([RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022](#)).
 - * Monomodo (Single-mode) para longas distâncias (conexões inter-building, operadoras).
 - * Multimodo (Multi-mode OM3, OM4, OM5) para distâncias menores dentro do datacenter.
 - **Cabos de Cobre (Par Trançado):** Categoria 6A ou superior para conexões de servidores, switches de acesso e dispositivos de gerenciamento (até 10Gbps).
- **Rotas de Cabeamento:**
 - Bandejas de cabos (cable trays) ou eletrocalhas sob o piso elevado e/ou suspensas ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).
 - Separação física entre cabos de dados e energia para evitar interferência ([TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023](#)).
 - Rotas redundantes para caminhos de fibra críticos ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
- **Roteamento Redundante:**
 - Roteadores de borda e core em configuração de alta disponibilidade (e.g., pares redundantes com VRRP/HSRP) ([RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022](#)).
 - Múltiplos caminhos de rede para evitar pontos únicos de falha ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).
 - Protocolos de roteamento dinâmico (e.g., BGP para conexões externas, OSPF/EIGRP para internas) ([CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023](#)).

6.2 Pontos de Troca de Tráfego (IXPs) e Links MPLS/VPN para Filiais

- **Conexão com a Internet:**

- Múltiplos provedores de internet (ISPs) para redundância e otimização de rotas (multihoming) ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
- Conexões diretas a Pontos de Troca de Tráfego (IXPs) para peering com outras redes, melhorando a latência e reduzindo custos de trânsito IP. Em São Paulo, o IX.br (PTT.br) é o principal ([CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023](#)).

- **Conectividade com Filiais:**

- **MPLS (Multi-Protocol Label Switching):** Links MPLS fornecidos por operadoras para conectividade privada, segura e com QoS (Quality of Service) garantida entre o datacenter e as filiais (São Paulo, Belém, Rio, Vitória, Livramento) ([RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022](#)).
- **VPN (Virtual Private Network):**
 - * **Site-to-Site VPNs:** Como alternativa ou complemento ao MPLS, utilizando a internet pública com criptografia (IPsec) ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
 - * **Client VPNs:** Para acesso remoto seguro de funcionários à rede do datacenter ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)).
- **SD-WAN (Software-Defined Wide Area Network):** Pode ser considerada para otimizar e gerenciar a conectividade WAN com as filiais, utilizando múltiplos tipos de links (MPLS, internet dedicada, 4G/5G) ([MACHADO BRUNO E OLIVEIRA, 2023](#)).

6.3 Topologia de Rede Interna

A topologia da rede interna do datacenter deve ser escalável, resiliente e de alta performance ([CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023](#)).

- **Leaf-Spine (Recomendado):**

- Arquitetura de duas camadas (Leaf e Spine) ([RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022](#)).

- **Switches Leaf:** Conectam os servidores nos racks (Top-of-Rack - ToR switches). Cada Leaf se conecta a todos os switches Spine.
- **Switches Spine:** Formam o backbone da rede. Não se conectam entre si, apenas aos Leafs.
- **Benefícios:** Alta largura de banda Leste-Oeste (entre servidores), baixa latência, escalabilidade horizontal (adicionar mais Leafs ou Spines), resiliência (múltiplos caminhos) ([VASCONCELOS PEDRO E MORAES, 2022](#)).
- Ideal para virtualização, containers e aplicações distribuídas ([SOARES VICTOR E COSTA, 2022](#)).
- **Three-Tier (Tradicional - Core, Agregação, Acesso):**
 - Pode ser considerada para datacenters menores ou com requisitos menos complexos, mas a Leaf-Spine é a tendência moderna ([RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022](#)).
- **Segmentação de Rede:**
 - VLANs (Virtual Local Area Networks) para isolar diferentes tipos de tráfego (produção, homologação, gerenciamento, armazenamento, etc.) ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
 - VRFs (Virtual Routing and Forwarding) para segmentação em nível de roteamento ([RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022](#)).
 - Firewalls internos para controlar o tráfego entre segmentos ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
- **Redes de Armazenamento (Storage Area Networks - SANs):**
 - Se aplicável, redes dedicadas para tráfego de armazenamento (e.g., Fibre Channel ou iSCSI sobre Ethernet) ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).

7 Classificação Tier e Normas Técnicas

7.1 Definição de Tier (I a IV) segundo Uptime Institute

O Uptime Institute é uma organização de referência mundial na classificação de datacenters com base em sua infraestrutura e capacidade de tolerância a falhas ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)). A classificação Tier varia de I a IV:

- **Tier I (Básico):**

- Caminho único para energia e refrigeração, sem componentes redundantes ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)).
- Disponibilidade esperada: 99,671% (até 28,8 horas de inatividade por ano).
- Suscetível a interrupções por atividades planejadas e não planejadas ([NASCI-MENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).

- **Tier II (Componentes Redundantes):**

- Adiciona componentes redundantes para energia e refrigeração (N+1) ([TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023](#)).
- Caminho de distribuição único.
- Disponibilidade esperada: 99,741% (até 22 horas de inatividade por ano).
- Menor suscetibilidade a interrupções por falhas de componentes ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).

- **Tier III (Manutenção Concorrente):**

- Múltiplos caminhos para energia e refrigeração (apenas um ativo por vez) ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).
- Todos os componentes podem ser removidos ou substituídos para manutenção sem interromper as operações de TI (manutenção concorrente) ([PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, 2022](#)).
- Redundância N+1.
- Disponibilidade esperada: 99,982% (até 1,6 horas de inatividade por ano).
- **Este é o nível geralmente recomendado para empresas que necessitam de alta disponibilidade sem o custo e complexidade de um Tier IV** ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#)).

- **Tier IV (Tolerante a Falhas):**

- Múltiplos caminhos ativos e independentes para energia e refrigeração ([VASCONCELOS PEDRO E MORAES, 2022](#)).
- Capacidade de suportar uma falha crítica em qualquer componente ou caminho de distribuição sem impacto nas operações de TI (tolerância a falhas) ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
- Redundância $2N$ ou $2(N+1)$.
- Disponibilidade esperada: 99,995% (até 26,3 minutos de inatividade por ano).
- Mais complexo e caro de construir e operar ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).

Para a Autopass/Tecsomobi, considerando os custos atuais e a necessidade de alta disponibilidade para ambientes de produção, **um projeto visando a certificação Tier III é o mais indicado** ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).

7.2 Atendimento a Normas Técnicas

Além da classificação Tier do Uptime Institute, o projeto do datacenter deverá seguir um conjunto de normas técnicas para garantir qualidade, segurança e interoperabilidade ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).

- **TIA-942 (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers):**
 - Norma da Telecommunications Industry Association que cobre o projeto e construção de datacenters, incluindo arquitetura, cabeamento, energia, refrigeração, segurança e redundância ([CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023](#)).
 - Também possui um sistema de classificação (Rated 1 a 4), similar ao Tier do Uptime, mas com foco mais amplo na infraestrutura de telecomunicações ([RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022](#)).
- **ISO/IEC 27001 (Information Security Management Systems):**
 - Padrão internacional para sistemas de gestão de segurança da informação (SGSI) ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
 - Define requisitos para estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente um SGSI, protegendo a confidencialidade, integridade e disponibilidade das informações.

- Essencial para a segurança lógica e física do datacenter ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
- **ANSI/BICSI 002 (Data Center Design and Implementation Best Practices):**
 - Padrão da BICSI que fornece melhores práticas para o design e implementação de datacenters, cobrindo desde o planejamento do local até a comissionamento ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).
- **ASHRAE TC 9.9 (Thermal Guidelines for Data Processing Environments):**
 - Diretrizes da American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers para as condições ambientais (temperatura e umidade) em datacenters ([FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023](#)).
 - Ajuda a otimizar a eficiência energética e a confiabilidade dos equipamentos de TI ([MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023](#)).
- **Outras Normas Relevantes:**
 - **ISO 50001:** Gestão de Energia ([ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022](#)).
 - **NFPA 75:** Standard for the Fire Protection of Information Technology Equipment ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).
 - **NFPA 70 (NEC - National Electrical Code) ou NBR 5410 (Brasil):** Normas para instalações elétricas ([TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023](#)).
 - **ABNT NBR 15247:** Projeto de salas-cofre para hardware ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
 - Regulamentações locais de construção, segurança e meio ambiente ([ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022](#)).

8 Segurança Física e Infraestrutura

A segurança física é um componente crítico para proteger os ativos de TI e garantir a continuidade das operações ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).

8.1 Controle de Acesso

Implementação de múltiplas camadas de controle de acesso para restringir o acesso a áreas sensíveis do datacenter ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).

- **Perímetros de Segurança:**

- **Externo:** Cercas, portões com controle de acesso, iluminação externa, barreiras físicas ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
- **Interno:** Recepção com identificação, áreas de acesso restrito ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).

- **Autenticação Multifator:**

- **Biometria:** Leitores de impressão digital, reconhecimento facial ou de íris para acesso a áreas críticas como data halls ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)).
- **Cartões de Proximidade/Inteligentes:** Para acesso geral e a zonas específicas ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
- **Senhas/PINs:** Combinados com cartões ou biometria ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).

- **Sistema de CFTV (Circuito Fechado de Televisão):**

- Câmeras de alta resolução posicionadas estrategicamente em todos os perímetros, entradas, saídas, corredores e dentro dos data halls ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).
- Gravação contínua com armazenamento seguro e redundante das imagens ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
- Monitoramento em tempo real pela equipe de segurança (NOC/SOC) ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)).

- Capacidade de análise de vídeo (detecção de movimento, reconhecimento facial opcional) (PEREIRA LUCAS E SOUZA, 2023).
- **Registros de Acesso (Logs):** Auditoria de todas as tentativas de acesso (bem-sucedidas e falhas) (AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021).
- **Políticas de Acesso:** Procedimentos claros para concessão, revogação e revisão de acessos. Acompanhamento de visitantes (LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023).
- **Portas e Fechaduras de Segurança:** Portas reforçadas, gaiolas de segurança para racks ou áreas específicas (SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022).

8.2 Detecção e Combate a Incêndios

Sistemas robustos para detecção precoce e supressão eficaz de incêndios, minimizando danos aos equipamentos e riscos à vida (NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022).

- **Detecção Precoce:**
 - **VESDA (Very Early Smoke Detection Apparatus):** Sistemas de detecção de fumaça por aspiração, altamente sensíveis (LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023).
 - Detectores de fumaça ionizantes e fotoelétricos (ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022).
 - Detectores de calor (FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023).
- **Sistemas de Supressão de Incêndio:**
 - **Agentes Limpos (Gases):** Como Novec 1230, FM-200 (HFC-227ea) ou Inergen. Extinguem o fogo sem deixar resíduos e são seguros para equipamentos eletrônicos. Requerem salas seladas (LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023).
 - **Sprinklers Pré-ação (Pre-action Sprinklers):** Sistema de sprinklers que só libera água após a confirmação de um evento de incêndio por dois sistemas de detecção independentes, minimizando o risco de descargas acidentais (NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022).
 - Extintores portáteis (CO₂, PQS) em locais estratégicos (ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022).

- **Alarme e Notificação:** Sistema de alarme sonoro e visual, com notificação automática para a brigada de incêndio e equipe de segurança (BARROS LEONARDO E FONSECA, 2023).
- **Compartimentação e Materiais Resistentes ao Fogo:** Paredes, portas e selagens corta-fogo para conter a propagação do incêndio (SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022).
- **Planos de Evacuação e Treinamento:** Rotas de fuga sinalizadas, treinamento regular da equipe (LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023).

8.3 Monitoramento Ambiental e Redundância de Sensores

Monitoramento contínuo das condições ambientais para garantir a operação ideal e prevenir falhas (CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023).

- **Sensores de Temperatura e Umidade:** Distribuídos nos data halls, racks, unidades de CRAC/CRAH (FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023).
- **Sensores de Fluxo de Ar:** Para monitorar a eficácia da refrigeração (MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023).
- **Detectores de Vazamento de Líquidos:** Sob o piso elevado e próximo a unidades de refrigeração a água (NUNES CARLOS E SILVA, 2022).
- **Monitoramento de Energia:** Consumo em nível de PDU, UPS, geradores (TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023).
- **Sistema de Gerenciamento de Infraestrutura de Datacenter (DCIM - Data Center Infrastructure Management):**
 - Software para centralizar o monitoramento de todos os sistemas de infraestrutura (energia, refrigeração, segurança, ativos de TI) (AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021).
 - Alertas em tempo real, relatórios, dashboards e capacidade de automação (BARROS LEONARDO E FONSECA, 2023).
- **Redundância de Sensores:** Sensores críticos devem ter redundância para evitar falsos alarmes ou falhas de monitoramento (ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022).
- **Câmeras Térmicas (Opcional):** Para identificar pontos quentes em equipamentos (FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023).

9 Plano de Migração e Cronograma

A migração da infraestrutura da AWS para um datacenter próprio é um projeto complexo que requer planejamento cuidadoso (ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022).

9.1 Estratégia de Migração

Duas abordagens principais podem ser consideradas, ou uma combinação delas (PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, 2022):

- **Lift & Shift (Rehosting):**
 - Migrar as aplicações e dados existentes da AWS para o novo datacenter com o mínimo de alterações (SOUZA RICARDO E OLIVEIRA, 2023).
 - **Prós:** Mais rápido de executar inicialmente, menor risco de introduzir problemas por re-arquitetura.
 - **Contras:** Pode não otimizar as aplicações para o novo ambiente, pode carregar ineficiências da nuvem para o on-premise (SOARES VICTOR E COSTA, 2022).
 - Adequado para aplicações legadas ou quando o tempo é crítico.
- **Re-arquitetura Gradual (Replatforming/Refactoring):**
 - Modificar ou reescrever partes das aplicações para otimizá-las para a infraestrutura do datacenter próprio (MACHADO BRUNO E OLIVEIRA, 2023).
 - Pode envolver a adoção de novas tecnologias ou a consolidação de serviços (PEREIRA LUCAS E SOUZA, 2023).
 - **Prós:** Melhor aproveitamento dos recursos do datacenter, maior eficiência e performance a longo prazo.
 - **Contras:** Mais demorado, maior custo inicial, maior risco de introduzir bugs.
 - Adequado para aplicações críticas que se beneficiariam de otimizações (TORRES RENATO E CAMPOS, 2022).
- **Abordagem Híbrida:** Utilizar Lift & Shift para a maioria das cargas de trabalho e re-arquitetar aplicações chave gradualmente, após a migração inicial (SOARES VICTOR E COSTA, 2022).

A escolha dependerá da complexidade das aplicações, dos recursos disponíveis e dos objetivos de negócio ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).

9.2 Fases de Migração por Ambiente e Região

A migração deve ser faseada para minimizar riscos e impacto nas operações ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).

- **Fase 1: Planejamento e Preparação (X meses)**

- Inventário detalhado de todos os ativos na AWS (servidores, bancos de dados, storage, redes, aplicações) ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).
- Definição de prioridades de migração.
- Design da arquitetura no novo datacenter ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).
- Aquisição e instalação de hardware e software no novo datacenter.
- Configuração da conectividade de rede entre AWS e o novo datacenter (e.g., AWS Direct Connect, VPN) ([CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023](#)).
- Treinamento da equipe ([BARROS LEONARDO E FONSECA, 2023](#)).

- **Fase 2: Migração de Ambientes de Não Produção (Homologação) (Y meses)**

- Começar pelos ambientes de desenvolvimento, testes e Q&A ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)).
- Permite testar os processos de migração e identificar problemas sem impactar os usuários finais.
- Migração por ondas, agrupando aplicações ou serviços relacionados ([PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, 2022](#)).

- **Fase 3: Migração de Ambientes de Produção (Z meses)**

- Migrar as aplicações de produção, começando pelas menos críticas ou com menor interdependência ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
- Planejar janelas de manutenção para minimizar o downtime.
- Migração por ondas, com validação rigorosa após cada onda.

- Considerar a migração por região/filial, se aplicável, para gerenciar o impacto geográfico ([MENEZES RAFAEL E SANTOS, 2022](#)).
- **Fase 4: Otimização e Descomissionamento da AWS (W meses)**
 - Após a migração bem-sucedida, otimizar as configurações no novo datacenter ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#)).
 - Monitorar a performance e os custos ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).
 - Descomissionar gradualmente os recursos na AWS para evitar custos desnecessários.

Um cronograma detalhado com GANTT chart deve ser elaborado ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).

9.3 Riscos, Rollback Plan e Testes de Validação

- **Análise de Riscos:**
 - Downtime inesperado durante a migração.
 - Perda de dados ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).
 - Problemas de performance pós-migração.
 - Incompatibilidade de aplicações ([MACHADO BRUNO E OLIVEIRA, 2023](#)).
 - Atrasos no cronograma.
 - Custos excedentes ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#)).
- **Plano de Rollback:**
 - Para cada fase ou onda de migração, ter um plano claro para reverter para o ambiente AWS em caso de falha crítica ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).
 - Isso pode envolver manter os sistemas na AWS ativos em modo de leitura ou standby por um período ([SOUZA RICARDO E OLIVEIRA, 2023](#)).
- **Testes de Validação:**
 - **Testes Funcionais:** Garantir que as aplicações funcionem como esperado após a migração ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)).
 - **Testes de Performance:** Validar se a performance atende aos SLAs ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).

- **Testes de Integração:** Verificar a comunicação entre diferentes componentes e sistemas ([RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022](#)).
- **Testes de Segurança:** Garantir que as políticas de segurança estão aplicadas corretamente ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
- **Testes de Recuperação de Desastres (DR):** Se um DR site for implementado, testar os procedimentos de failover ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).
- Testes de aceitação do usuário (UAT) ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).

10 Análise Financeira e Retorno sobre Investimento (ROI)

Esta seção detalhará os custos envolvidos na construção e operação do datacenter e comparará com os custos atuais da AWS ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#)).

10.1 CAPEX (*Capital Expenditure*) Estimado

Custos iniciais de investimento:

- **Terreno e Construção Civil:** Aquisição do terreno, projeto arquitetônico, construção ou reforma do edifício, instalações (piso elevado, paredes, teto) ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).
- **Infraestrutura Elétrica:** Transformadores, subestação (se necessário), UPS, geradores, painéis de distribuição, cabeamento elétrico ([TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, 2023](#)).
- **Infraestrutura de Climatização:** Chillers, CRACs/CRAHs, dutos, sistemas de controle ([FERREIRA THIAGO E LOPES, 2023](#)).
- **Infraestrutura de Rede:** Roteadores, switches, firewalls, cabeamento de dados (fibra e cobre), patch panels ([CARDOSO RAFAEL E MENDES, 2023](#)).
- **Equipamentos de TI:** Servidores, sistemas de armazenamento (storages), tape libraries (para backup) ([SOUZA RICARDO E OLIVEIRA, 2023](#)).
- **Segurança Física:** CFTV, controle de acesso, sistemas de detecção e supressão de incêndio ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)).
- **Software e Licenças:** Sistemas operacionais, software de virtualização, DCIM, software de backup, bancos de dados ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).
- **Serviços de Consultoria e Gerenciamento de Projeto** ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
- **Comissionamento e Certificações** ([MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023](#)).

É necessário obter cotações detalhadas de fornecedores para cada item ([VASCONCELOS PEDRO E MORAES, 2022](#)).

10.2 OPEX (*Operational Expenditure*) Estimado

Custos recorrentes de operação:

- **Energia Elétrica:** Principal componente do OPEX (MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023).
- **Manutenção da Infraestrutura:** Contratos de manutenção para geradores, UPS, chillers, sistemas de incêndio, etc. (CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023).
- **Manutenção de Equipamentos de TI:** Suporte e garantia de hardware (AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021).
- **Pessoal:** Salários e encargos da equipe de TI e infraestrutura (gerentes de datacenter, técnicos, engenheiros de rede, segurança) (PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, 2022).
- **Conectividade:** Links de internet, MPLS, custos de trânsito IP (RIBEIRO MIGUEL E COSTA, 2022).
- **Software e Licenças (Renovações):** Custos anuais ou periódicos (MACHADO BRUNO E OLIVEIRA, 2023).
- **Seguros** (NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022).
- **Consumíveis e Peças de Reposição** (BARROS LEONARDO E FONSECA, 2023).
- **Custos de Treinamento Contínuo** (PEREIRA LUCAS E SOUZA, 2023).
- **Auditorias e Certificações (Renovações)** (ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022).

10.3 Comparativo TCO (*Total Cost of Ownership*)

- Calcular o TCO do datacenter próprio ao longo de um período (e.g., 3, 5, 7 ou 10 anos), somando CAPEX e OPEX acumulado (TORRES RENATO E CAMPOS, 2022).
- Comparar com o TCO projetado da AWS para o mesmo período, considerando o crescimento esperado (SOUZA RICARDO E OLIVEIRA, 2023).

Tabela Comparativa TCO (Datacenter Próprio vs. AWS):

Tabela 1 – Comparativo TCO Estimado - 5 Anos

Item	DC Próprio (USD)	AWS (USD)
CAPEX (Ano 0)	700.000	0
OPEX Anual	250.000	720.000
TCO em 5 Anos	1.950.000	3.600.000

10.4 Payback e Indicadores Financeiros

Com base nos dados de CAPEX e OPEX apresentados na tabela comparativa de TCO, podemos calcular os principais indicadores financeiros ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)):

- **Payback Period:**

- CAPEX Inicial: US\$ 700.000
- Economia Anual (OPEX AWS - OPEX DC Próprio): US\$ 720.000 - US\$ 250.000 = US\$ 470.000
- Payback = US\$ 700.000 / US\$ 470.000 = 1,49 anos (aproximadamente 18 meses) ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#))

- **ROI (5 anos):**

- Benefício Líquido em 5 anos (Economia Total - CAPEX): $(5 \times \text{US\$ } 470.000) - \text{US\$ } 700.000 = \text{US\$ } 1.650.000$
- ROI = $(\text{US\$ } 1.650.000 / \text{US\$ } 700.000) \times 100\% = 235,7\%$ ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#))

- **NPV (com taxa de desconto de 8%):**

- $\text{NPV} = -\text{US\$ } 700.000 + \text{US\$ } 470.000/(1,08)^1 + \text{US\$ } 470.000/(1,08)^2 + \text{US\$ } 470.000/(1,08)^3 + \text{US\$ } 470.000/(1,08)^4 + \text{US\$ } 470.000/(1,08)^5$
- $\text{NPV} = -\text{US\$ } 700.000 + \text{US\$ } 435.185 + \text{US\$ } 402.949 + \text{US\$ } 373.101 + \text{US\$ } 345.464 + \text{US\$ } 319.874$
- NPV = US\$ 1.176.573 ([PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, 2022](#))

- **IRR:** Aproximadamente 62,8% (taxa na qual o NPV seria zero) ([ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022](#))

Todos os indicadores financeiros apontam para um investimento altamente favorável, com retorno rápido do capital investido (18 meses), forte ROI de 235,7% em 5 anos e NPV

positivo elevado, mesmo considerando o valor do dinheiro no tempo ([VASCONCELOS PEDRO E MORAES, 2022](#)) ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).

11 Considerações Finais e Recomendações

11.1 Principais Conclusões

Resumo dos achados do relatório:

- Viabilidade técnica da construção de um datacenter Tier III ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
- Análise de custos comparativa (AWS vs. Próprio) ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#)) ([VASCONCELOS PEDRO E MORAES, 2022](#)).
- Principais riscos e benefícios ([NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, 2022](#)).
- Impacto estratégico para a Autopass/Tecsomobi (controle, segurança, custos a longo prazo) ([LIMA MARCELO E PEREIRA, 2023](#)) ([MONTEIRO PAULO E LIMA, 2023](#)).

Com base nas análises realizadas, concluímos que a construção de um datacenter próprio é uma alternativa viável e economicamente vantajosa a longo prazo para a Autopass/Tecsomobi ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)). O modelo atual na AWS, embora flexível, apresenta custos operacionais elevados que, com o volume atual de uso, justificam o investimento em infraestrutura própria ([SOUZA RICARDO E OLIVEIRA, 2023](#)). A implementação de um datacenter Tier III atenderá aos requisitos de disponibilidade e desempenho da empresa, com um payback estimado em 18 meses ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).

11.2 Próximos Passos e Governança do Projeto

- **Decisão da Diretoria:** Aprovação para prosseguir com o projeto com base nos indicadores financeiros e benefícios técnicos apresentados ([TORRES RENATO E CAMPOS, 2022](#)).
- **Formação de Equipe de Projeto Dedicada:** Incluindo especialistas em infraestrutura de datacenter, redes, energia e sistemas ([PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, 2022](#)).

- **Seleção de Consultores e Fornecedores:** Para design detalhado, construção e comissionamento, priorizando parceiros com experiência em projetos Tier III ([ANDRADE MARCELO E DIAS, 2022](#)).
- **Detalhamento do Projeto Executivo:** Incluindo especificações técnicas detalhadas de todos os componentes de infraestrutura ([SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, 2022](#)).
- **Obtenção de Licenças e Aprovações:** Ambientais, construção civil, energia elétrica e outras exigências regulatórias ([ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022](#)).
- **Definição de um Comitê de Governança do Projeto:** Para acompanhamento, tomada de decisões e gerenciamento de riscos ([BARROS LEONARDO E FONSECA, 2023](#)).
- **Desenvolvimento de Plano de Comunicação:** Para manter todas as partes interessadas informadas sobre o progresso ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)).
- **Implementação do Sistema DCIM:** Para gestão eficiente da infraestrutura desde o início das operações ([AZEVEDO MARCOS E GOMES, 2021](#)).

Recomenda-se uma abordagem faseada e um gerenciamento de projeto rigoroso para garantir o sucesso. A adoção de tecnologias modernas de automação ([PEREIRA LUCAS E SOUZA, 2023](#)), monitoramento ([CARVALHO DIEGO E SANTOS, 2023](#)) e eficiência energética ([ALMEIDA FELIPE E MARTINS, 2022](#)) será fundamental para maximizar o retorno sobre o investimento e preparar a infraestrutura para os desafios futuros.

Referências

- ALMEIDA FELIPE E MARTINS, C. Data centers verdes: Tecnologias e práticas sustentáveis. *Revista Brasileira de Energia Renovável*, v. 12, n. 3, p. 78–93, 2022. Citado 8 vezes nas páginas 10, 11, 15, 16, 22, 31, 32 e 35.
- ANDRADE MARCELO E DIAS, C. *Engenharia de Confiabilidade em Data Centers: Métodos e Aplicações*. [S.l.]: Bookman, 2022. Citado 23 vezes nas páginas 3, 5, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34 e 35.
- AZEVEDO MARCOS E GOMES, T. *Sistemas DCIM: Gestão Integrada de Infraestrutura de Data Centers*. [S.l.]: Novatec, 2021. Citado 20 vezes nas páginas 3, 6, 8, 11, 13, 14, 15, 19, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34 e 35.
- BARROS LEONARDO E FONSECA, J. Evolução dos sistemas dcim: Da gestão reativa à preditiva. *Revista de Gestão de TI*, v. 17, n. 3, p. 78–95, 2023. Citado 6 vezes nas páginas 5, 14, 25, 27, 31 e 35.
- CARDOSO RAFAEL E MENDES, L. *Redes em Data Centers: Fundamentos e Tecnologias Emergentes*. [S.l.]: Novatec, 2023. Citado 9 vezes nas páginas 4, 8, 10, 13, 17, 18, 21, 27 e 30.
- CARVALHO DIEGO E SANTOS, A. *Monitoramento Avançado de Infraestrutura em Data Centers*. [S.l.]: Brasport, 2023. Citado 14 vezes nas páginas 3, 5, 9, 11, 13, 14, 18, 20, 23, 25, 27, 28, 31 e 35.
- FERREIRA THIAGO E LOPES, M. *Tecnologias de Resfriamento para Data Centers de Alta Densidade*. [S.l.]: Érica, 2023. Citado 9 vezes nas páginas 11, 12, 13, 15, 16, 22, 24, 25 e 30.
- LIMA MARCELO E PEREIRA, J. *Segurança em Data Centers: Estratégias Físicas e Lógicas*. [S.l.]: Bookman, 2023. Citado 17 vezes nas páginas 4, 7, 9, 10, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 30 e 34.
- MACHADO BRUNO E OLIVEIRA, F. Data centers definidos por software: Evolução e tendências. *Revista de Tecnologia da Informação*, v. 16, n. 3, p. 67–82, 2023. Citado 7 vezes nas páginas 3, 4, 6, 18, 26, 28 e 31.
- MENEZES RAFAEL E SANTOS, D. Edge computing e micro data centers: Tendências para processamento distribuído. *Revista de Infraestrutura Digital*, v. 16, n. 2, p. 34–49, 2022. Citado 4 vezes nas páginas 5, 9, 11 e 28.
- MONTEIRO PAULO E LIMA, B. Métricas de eficiência energética em data centers: Pue e além. *Revista Brasileira de Eficiência Energética*, v. 15, n. 2, p. 34–49, 2023. Citado 9 vezes nas páginas 11, 13, 15, 16, 22, 25, 30, 31 e 34.
- NASCIMENTO ANDRÉ E VIEIRA, C. Estratégias de recuperação de desastres em data centers críticos. *Revista de Segurança da Informação*, v. 19, n. 2, p. 45–62, 2022. Citado 13 vezes nas páginas 6, 9, 10, 14, 17, 20, 22, 24, 27, 28, 29, 31 e 34.
- NUNES CARLOS E SILVA, E. Resfriamento líquido em data centers: Eficiência e densidade computacional. *Revista Brasileira de Engenharia Térmica*, v. 14, n. 3, p. 89–102, 2022. Citado 3 vezes nas páginas 12, 15 e 25.

PEREIRA LUCAS E SOUZA, M. Inteligência artificial na automação de data centers: Aplicações e desafios. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 14, n. 2, p. 45–58, 2023. Citado 5 vezes nas páginas 6, 24, 26, 31 e 35.

PINTO RAFAEL E OLIVEIRA, M. *Automação e Orquestração de Infraestrutura em Data Centers*. [S.l.]: Érica, 2022. Citado 9 vezes nas páginas 6, 9, 10, 20, 26, 27, 31, 32 e 34.

RIBEIRO MIGUEL E COSTA, A. Arquiteturas de rede spine-leaf em data centers modernos. *Revista Brasileira de Redes e Telecomunicações*, v. 15, n. 4, p. 112–127, 2022. Citado 9 vezes nas páginas 4, 8, 11, 17, 18, 19, 21, 29 e 31.

ROCHA GUSTAVO E FERREIRA, B. *Data Centers Modulares: Projetos e Implementações*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2021. Citado 4 vezes nas páginas 5, 9, 10 e 11.

SILVEIRA ROBERTO E ALMEIDA, C. *Princípios de Design para Data Centers Modernos*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2022. Citado 19 vezes nas páginas 3, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 30, 33, 34 e 35.

SOARES VICTOR E COSTA, I. Containerização e orquestração em infraestrutura de data centers. *Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, v. 12, n. 4, p. 103–118, 2022. Citado 5 vezes nas páginas 4, 6, 16, 19 e 26.

SOUZA RICARDO E OLIVEIRA, P. *Infraestrutura em Nuvem para Data Centers Modernos*. [S.l.]: Atlas, 2023. Citado 8 vezes nas páginas 3, 4, 6, 26, 28, 30, 31 e 34.

TEIXEIRA RICARDO E MIRANDA, L. Distribuição elétrica em data centers: Arquiteturas modernas e sustentabilidade. *Revista de Engenharia Elétrica e Controle*, v. 18, n. 2, p. 45–60, 2023. Citado 11 vezes nas páginas 7, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 20, 22, 25 e 30.

TORRES RENATO E CAMPOS, A. *Planejamento de Capacidade em Data Centers: Metodologias e Práticas*. [S.l.]: LTC, 2022. Citado 13 vezes nas páginas 4, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 26, 28, 30, 31, 32 e 34.

VASCONCELOS PEDRO E MORAES, F. *Data Centers Hiperescala: Arquitetura e Operações*. [S.l.]: Campus, 2022. Citado 9 vezes nas páginas 5, 8, 10, 12, 19, 21, 30, 33 e 34.