



TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DE MINAS GERAIS
AV. PRUDENTE DE MORAIS, 320 - Bairro CIDADE JARDIM - CEP 30380000 - Belo Horizonte - MG

ESTUDOS TÉCNICOS PRELIMINARES

ANÁLISE DA VIABILIDADE DA CONTRATAÇÃO

1. CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA

1.1. DESCRIÇÃO SUCINTA

Especificar solução de infraestrutura de virtualização e hiperconvergência que garanta o pleno fornecimento de recursos computacionais, demandados pelos sistemas informatizados do TRE-MG.

1.2. DESCRIÇÃO DA NECESSIDADE DA CONTRATAÇÃO (FUNDAMENTAÇÃO/JUSTIFICATIVA DA CONTRATAÇÃO)

O TRE-MG é o órgão da justiça eleitoral responsável por garantir a legitimidade do processo eleitoral no estado de Minas Gerais. Dentre suas atribuições estão: Planejamento e coordenação do processo eleitoral em âmbito estadual e municipal; julgamento de recursos interpostos das decisões dos Juízes e Juntas Eleitorais do Estado, bem como os processos originários e administrativos do próprio Tribunal; registro de candidatos aos cargos de Governador, Senador, Deputado Estadual e Federal, assim como a análise das contas por eles prestadas ao fim das campanhas; Análise das prestações de contas anuais dos órgãos regionais dos partidos políticos; Elaboração de um calendário para veiculação regional da propaganda político-partidária; Anotação e cancelamento dos diretórios estaduais e municipais dos partidos políticos; Designação dos Juízes titulares das 351 Zonas Eleitorais do Estado de Minas Gerais; Gerenciamento do cadastro de eleitores mineiros.

Para realizar todas essas atribuições, são necessários centenas de sistemas informatizados. Para serem executados, esses sistemas precisam de recursos computacionais de processamento, memória e armazenamento que são fornecidos pela infraestrutura de tecnologia dos Datacenters desse Tribunal.

Em 2011, o TSE, adquiriu licenças para a plataforma de virtualização do VMware vSphere para toda a Justiça Eleitoral brasileira, tendo este tribunal recebido 6 licenças. Na época o ambiente de virtualização era composto pelo KVM e, com as novas licenças, iniciou-se uma migração gradual de plataforma.

Em 2015, após o VMWare ter apresentado excelente estabilidade, desempenho e confiabilidade, foram adquiridas novas licenças para possibilitar a migração de todo o ambiente para essa plataforma. A implantação foi bem sucedida e o VMWare passou a ser o software padrão de virtualização do TRE-MG

Em 2018 foi feita a aquisição de uma solução de Hiperconvergência composta por oito hosts Lenovo/Nutanix e quatro switches de rede. A arquitetura hiperconvergente ficou responsável pelo provimento de recursos como processamento, memória e armazenamento de disco com uma gerência simplificada, alta disponibilidade e escalabilidade. Além disso, a hiperconvergência representou uma evolução da arquitetura do datacenter que, ao contrário do desenho tradicional implantado anteriormente, integrou o processamento, memória, armazenamento e rede em uma única solução. No entanto, a plataforma de virtualização continuou sendo provida pelos softwares da VMware.

Em 2020, a Hiperconvergência foi expandida com a aquisição de novos hosts, com o objetivo de atender a demanda por recursos advindos da implantação do trabalho remoto. A solução provou ser facilmente escalável, sendo adicionados quatro novos hosts aos clusters de forma rápida e transparente sem nenhum tipo de indisponibilidade de serviços para o usuário final.

Atualmente a virtualização e a hiperconvergência continuam provendo plenamente os recursos computacionais necessários para a continuidade dos sistemas, mesmo após vários anos em funcionamento. Por este motivo, em 2023 e 2024, foram concluídos processos de renovação do suporte e garantia tanto da virtualização como da hiperconvergência. Porém, o ciclo de vida da pilha de softwares e hardwares dessas soluções está próximo ao fim, sendo grande parte deles limitados a 31/03/2025.

Ainda que a renovação do suporte técnico para data posterior a 31/03/2025 seja possível para parte do parque tecnológico, não é aceitável o risco em se manter um ambiente misto com hosts cobertos pela garantia convivendo com hosts sem garantia e suporte técnico, principalmente considerando a natureza de missão crítica desempenhada pela virtualização e

hiperconvergência.

Sendo assim, é necessário um estudo para levantar e analisar soluções que permitam cobrir o déficit de recursos advindos do inevitável fim de vida que se aproxima, de forma a manter a continuidade operacional dos sistemas informatizados do TRE-MG.

1.3. JUSTIFICATIVA PARA CONTRATAÇÃO POR 5 (CINCO) ANOS

Economicidade: Um período de vigência da garantia e suporte técnico com prazo ampliado para cinco anos é mais vantajoso para o mercado e, por isso, os valores praticados são mais baixos quando comparados a três anos e menor ainda quando comparados a um ano.

Razoabilidade: O processo para aquisições de soluções de TIC complexas como esta, necessita de um prazo de 6 (seis) a 8 (oito) meses contados desde a publicação do DFD até a publicação do edital. Após a aquisição da solução, são necessários, no mínimo 4 (quatro) meses para a implantação, caso não haja alterações significativas da tecnologia, podendo se estender a 6 (seis) meses quando a tecnologia for diferente daquela já implantada no ambiente de produção. Sendo assim, seria praticamente inviável licitar esse tipo de solução anualmente.

Disponibilidade dos Serviços de TIC: Os Estudos Preliminares demonstram que os processos de implantação e configuração não são triviais e podem acarretar períodos de indisponibilidade das aplicações de TIC do TRE-MG, com impactos significativos, especialmente em anos eleitorais. Por isso, reduzindo a periodicidade dessas atualizações do ambiente para uma vez a cada cinco anos, reduzirá os riscos de indisponibilidades implícitos a essas substituições em 80% quando comparado às atualizações anuais. A análise de risco das indisponibilidades do ambiente de TIC relativa aos processos licitatórios de equipamentos e serviços críticos da rede deve levar em conta também a possibilidade de licitação deserta, fato que, uma vez confirmado, impediria a continuidade da prestação dos serviços essenciais deste Tribunal. Esse risco será reduzido na mesma proporção de 80% quando o prazo da contratação for estendido para cinco anos.

Aumento da concorrência na contratação: com o consequente aumento da possibilidade de melhores propostas; em princípio, o contrato com prazo de vigência de 5 (cinco) anos é mais interessante às empresas do que o de 1 (um) ano, pois há que se considerar a mobilização e os custos de instalação de equipamentos e operacionais da empresa; em síntese, a contratação com vigência inicial de 5 (cinco) anos gera maior atratividade da contratação, com aumento de concorrência, diminuindo, pois, a probabilidade de fracasso ou deserção de licitação;

Desoneração dos setores que integram a cadeia de contratação de bens e serviços: a contratação por 5 (cinco) anos desonera os setores integrantes envolvidos na contratação de bens e serviços da obrigação anual de verificar o cumprimento de todos os requisitos legais para a prorrogação. Sobreleva salientar que são críticos os procedimentos para a prorrogação de contratos, sobretudo se considerarmos o risco de a empresa simplesmente não querer prorrogar o contrato o que acarretaria a necessidade de nova contratação dos serviços. Assim, a contratação por 5 (cinco) anos se revela essencial para o bom funcionamento da administração, sobretudo em anos eleitorais, nos quais as unidades do Tribunal devem estar voltadas às contratações para as Eleições e não oneradas com prorrogações de outros contratos.

2. DEMONSTRAÇÃO DA PREVISÃO DA CONTRATAÇÃO NO PLANO DE CONTRATAÇÕES ANUAL E NO PLANO DE CONTRATAÇÕES DE SOLUÇÃO DE TIC

Os recursos necessários para o atendimento dessa demanda estão previstos na PO2025, sob o identificador 12 - Solução de Hiperconvergência.

A aquisição em pauta está em consonância com os seguintes objetivos estratégicos do PETRE 2021-2026:

OE 10 – Fortalecer a estratégia de TIC, de segurança da informação e de proteção de dados

OE 11 – Garantir a infraestrutura apropriada às atividades institucionais

3. REQUISITOS DA CONTRATAÇÃO

3.1. REQUISITOS DE NEGÓCIO

3.1.1. Substituir todos os componentes descontinuados da solução atual, avaliando a possibilidade de aproveitar os ativos existentes, caso seja possível e vantajoso do ponto de vista técnico e econômico;

3.1.2. Apresentar disponibilidade igual ou superior à solução atual;

3.1.3. Ser dimensionada para atender às curvas de tendência de utilização e natureza das cargas de trabalho, respeitando o limite providente de utilização de recursos, derivado das boas práticas da ENTIC-JUD 2021-2026 do CNJ, considerando o ciclo de vida da solução;

3.1.4. Ser instalada inteiramente nas dependências do Tribunal, com arquitetura distribuída em seus dois Datacenters e no terceiro site onde se localiza o witness. Os endereços dos sites são:

Site 1 - Datacenter localizado à avenida Prudente de Moraes, 320, bairro Cidade Jardim – BH/MG, CEP 30.380-002;

Site 2 - Datacenter localizado na Rua Mato Grosso, 468, bairro Barro Preto – BH/MG, CEP 30.190-080;

Site 3 - CPD de instalação do Witness localizado à avenida Prudente de Moraes, 100, bairro Cidade Jardim – BH/MG, CEP 30.380-002.

- 3.1.5. Dispor de uma implantação que apresente o mínimo impacto para o usuário final;
- 3.1.6. Minimizar o tempo de implantação e paradas programadas do ambiente;
- 3.1.7. Dispor de mecanismos que facilitem a implementação de um plano de continuidade de negócios;
- 3.1.8. Atender às métricas de desempenho (processamento, memória e armazenamento) do ambiente atual;
- 3.1.9. Otimizar o uso dos recursos/ativos de TIC sem comprometer a disponibilidade dos serviços, evitando, quando possível, a troca de equipamentos antes do tempo.
- 3.1.10. Maximizar o tempo de vida dos ativos existentes, fazendo mais com o mesmo ambiente e eliminando o custo de ociosidade, respeitando-se os recursos necessários para atingimento da resiliência necessária.
- 3.1.11. Aproveitar ao máximo esforços despendidos pela equipe técnica na configuração dos sistemas já em produção.
- 3.1.12. Maximizar o investimento já realizado.

3.2. REQUISITOS TECNOLÓGICOS E FUNCIONAIS

- 3.2.1. Contemplar todos os componentes de hardware, virtualização, hiperconvergência, incluindo storage definido por software e conectividade de rede, necessários para o perfeito funcionamento da solução;
- 3.2.2. A solução deverá contemplar a manutenção da arquitetura distribuída entre os dois Datacenters, de forma a permitir a recuperação dos sistemas essenciais, mesmo que ocorra o desligamento completo de um deles;
- 3.2.3. Apresentar resiliência mínima N+1 para todos os componentes críticos;
- 3.2.4. Fornecer quantidade líquida de recursos computacionais igual ou superior àquela disponibilizada pela solução atual, já descontadas a reserva para componentes de controle e mecanismos de resiliência.
- 3.2.5. Possuir funcionalidade para balanceamento automático de cargas de trabalho a fim de minimizar gargalos;
- 3.2.6. Independentemente da topologia física, a solução deverá manter a infraestrutura totalmente virtualizada para hardware, rede e armazenamento, com gerência integrada de todos esses recursos a partir de um ponto central;
- 3.2.7. Permitir a manutenção da replicação de dados síncrona entre os Datacenters principal e secundário, utilizando tecnologia baseada em software, com configuração e administração integradas à interface de gerenciamento da solução;
- 3.2.8. Manter as cargas de trabalho replicadas sincronamente e protegidas em, no mínimo, dois Datacenter localizados em sites distintos;
- 3.2.9. Permitir a possibilidade de fail-over automático entre sites em caso de desastre em um dos Datacenters.
- 3.2.10. Manter RPO=0 para o caso de recuperação de desastres em um dos Datacenters;
- 3.2.11. Dispor de mecanismos que permitam a manutenção programada de um site completo, sem impacto para as cargas de trabalho;
- 3.2.12. Permitir acesso a máquina virtual localmente através de console remoto;
- 3.2.13. Possuir funcionalidade de snapshots de máquina virtual com ou sem os dados da memória com possibilidade de retorno de estados anteriores ou deleção de todos os snapshots com consolidação do disco;
- 3.2.14. Possuir a funcionalidade de clonar uma máquina virtual;
- 3.2.15. Permitir o aumento de disco de máquinas virtuais de forma “online”, ou seja, com a máquina ligada;
- 3.2.16. Possibilitar a criação de templates de máquinas virtuais e permitir a instanciação de uma nova máquina virtual a partir de um template;
- 3.2.17. Permitir a migração de máquinas virtuais entre sites de forma “online”, ou seja, com a máquina ligada e sem nenhuma interrupção da mesma;
- 3.2.18. Permitir a migração máquinas virtuais entre datastores distintos de forma “online”, ou seja, com a máquina ligada e sem nenhuma interrupção da mesma;
- 3.2.19. Possuir políticas de afinidade que possam ser configuradas de forma a garantir a alocação de uma máquina virtual em hosts pré-definidos.
- 3.2.20. Apresentar gerência centralizada que permita, no mínimo:
 - 3.2.20.1 Visualização de todos os parâmetros do ambiente, incluindo alarmes, tarefas, eventos, relatórios e auditoria;
 - 3.2.20.2. Customização de dashboards;
 - 3.2.20.3. Criação e envio de alarmes por e-mail;

- 3.2.20.4. Ferramentas de monitoramento, diagnóstico, análise de métricas, planejamento de capacidade e automatização de tarefas;
- 3.2.20.5. Monitoramento por protocolo SNMP v3;
- 3.2.20.6. Suporte a interfaces de programação para integração com outros sistemas;
- 3.2.20.7. Operação e configuração de VMs, storages e rede;
- 3.2.20.8. Monitoramento em tempo real de processamento, memória e disco de hosts e máquinas virtuais.
- 3.2.20.9. Controle de permissões de funcionalidades por perfil de usuário.
- 3.2.20.10. Mecanismos que permitam a automação de atualizações dos patches de segurança e versões de software de todos os componentes da solução;
- 3.2.21. Virtualizar a camada de armazenamento por meio de tecnologia de *storage definido por software (SDS)*;
- 3.2.22. Permitir a escalabilidade horizontal com simples adição de novos servidores, nos moldes semelhantes à da tecnologia hiperconvergente;
- 3.2.23. Permitir a escalabilidade horizontal com adição de novos servidores especializados em armazenamento e/ou especializados em inteligência artificial (equipados com GPUs ou hardware equivalente);
- 3.2.24. Permitir a expansão horizontal sem interrupção das cargas de trabalho;
- 3.2.25. Permitir a escalabilidade vertical através de slots de expansão PCIExpress de última geração sendo possível a adição de placas de expansão, inclusive GPUs (double-wide e single-wide), sem a necessidade de licenciamentos de softwares adicionais, seja por parte do fabricante do hardware, seja por parte do fabricante dos softwares de virtualização e/ou hiperconvergência;
- 3.2.26. Possuir compatibilidade total com a solução de backup atualmente em produção;
- 3.2.27. Dispor de técnicas e ferramentas testadas e homologadas para conversão de formatos de VMs, de modo a minimizar os riscos de incompatibilidade e indisponibilidade de sistemas durante os processos de migração da solução e/ou importações de VMs (appliances) provenientes de outras plataformas de virtualização;
- 3.2.28. Ser compatível com todos os sistemas operacionais das VMs do ambiente atual.

3.3. REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

- 3.3.1. Manter a compatibilidade de hardware e software entre os Datacenters de forma a permitir o perfeito funcionamento da replicação e fail-over entre os sites, tanto programado como não programado;
- 3.3.2. Equipamentos de rede da solução devem fornecer baixa latência de forma a permitir que o processo de replicação síncrona ocorra sem perda de desempenho no ambiente computacional;
- 3.3.3. Apresentar número de núcleos de processamento compatível com o licenciamento dos softwares em produção, de forma que não haja necessidade de aquisições adicionais, que não são objeto desse estudo, como por exemplo, licenciamento de sistema operacional (Windows Server);
- 3.3.4. Não ocupar mais do que 8Us por site (considerando apenas espaço para os hosts).

3.4. REQUISITOS TEMPORAIS

- 3.4.1. A solução deverá estar implantada antes da expiração dos contratos vigentes da solução de virtualização e hiperconvergência (31/03/2025);
- 3.4.2. Apresentar ciclo de vida mínimo de 5 anos, incluindo hardware e software.

3.5. REQUISITOS DE SEGURANÇA

- 3.5.1. Deve permitir acesso a atualizações regulares de segurança (patches) da fabricante;
- 3.5.2. Deve permitir a atualização para novas versões de software (updates e upgrades);
- 3.5.3. Deve ter suporte a troca de chaves assimétricas criptografadas para acesso a console de gerência;
- 3.5.4. Permitir retenção de discos defeituosos (Your Drive Your Data);
- 3.5.5. Permitir autenticação integrada com serviços de diretório Microsoft Active Directory.

3.6. REQUISITOS DE MANUTENÇÃO E GARANTIA

3.6.1 - Lote01

- 3.6.1.1. Apresentar garantia, suporte técnico e direito de atualizações de software, com possibilidade de renovação;
- 3.6.1.2. Contemplar período que permita o planejamento de novas aquisições com investimentos ajustados na proporção exata das necessidades de expansão da infraestrutura;
- 3.6.1.3. Deve oferecer garantia e suporte técnico oficial do fabricante no Brasil, contemplando todos os componentes necessários ao perfeito funcionamento da solução de virtualização e hiperconvergência, como hardware dos servidores e servidor witness e softwares de gerenciamento, armazenamento (storage definido por software) e firmwares;
- 3.6.1.4. Deve manter, no mínimo, o mesmo SLA (Service Level Agreement) dos contratos vigentes para atendimento do suporte e garantia.
- 3.6.1.5. O suporte e garantia deve ser feito pelo fabricante do equipamento.
- 3.6.1.6. Deve permitir registro de chamados via portal do fabricante ou por telefone 0800 sem limite de quantidade.
- 3.6.1.7. Deve permitir acesso à base de conhecimento e ao Fórum de discussão.
- 3.6.1.8. O suporte poderá ser feito por telefone ou via aplicativos de controle remoto tais como Teams, Webex, Zoom, entre outros.
- 3.6.1.9. Deve oferecer suporte técnico 24x7 com atendimento em, no máximo, 4 horas e solução do problema em até 24 horas;
- 3.6.1.10. Ter suporte por telefone, e-mail e também via aplicativos de controle remoto tais como Webex, Zoom, Teams, entre outros, para os problemas que podem ser solucionados remotamente. O suporte deverá ser realizado no local de instalação (on-site) para os casos em que haja a necessidade de substituições de peças defeituosas. Para todos os casos, a quantidade de chamados técnicos deverá ser ilimitada enquanto o contrato estiver vigente;
- 3.6.1.11. Fornecer suporte em português, tanto para comunicação escrita como falada.
- 3.6.1.12. Deve oferecer único ponto de contato para gerenciamento simplificado de casos de ponta a ponta.
- 3.6.1.13. Deve oferecer agentes técnicos de relacionamento proativo e gerenciamento de escalção.
- 3.6.1.14. Oferecer substituição de peça de hardware defeituosa no próximo dia útil, com mão de obra no local.
- 3.6.1.15. Deve oferecer ao Tribunal a opção de reter peças de armazenamento (discos e SSD) defeituosas, durante a manutenção.

3.6.2. - Lote 02

- 3.6.2.1. A garantia será na modalidade conhecida no mercado como "limited lifetime", com cobertura de no mínimo 60 (sessenta) meses após a data de fim de comercialização (End-of-Sale) anunciada pelo fabricante, nos seguintes termos:
 - Hardwares: Substituição de peças ou equipamento defeituosos, com envio conforme especificado no site <https://www.hpe.com/psnow/doc/a00143620enw>;
 - Softwares: Direito de atualização do sistema operacional, patches de segurança, firmwares ou quaisquer outros softwares relacionados ao hardware, disponibilizados pelo fabricante.
- 3.6.2.2. Os transceivers, cabos e acessórios deverão ser cobertos por garantia do fabricante pelo período de um ano.

3.7. REQUISITOS DE CAPACITAÇÃO

- 3.7.1. A contratação da solução de virtualização e hiperconvergência deve incluir hands-on com, no mínimo, o seguinte conteúdo:
 - 3.7.1.1. Visão geral dos componentes e funcionalidades do hypervisor/hiperconvergência e a plataforma de gerência;
 - 3.7.1.2. Instalação da plataforma de virtualização e hiperconvergência;
 - 3.7.1.3. Integração com o Active Directory;
 - 3.7.1.4. Criação do repositório das imagens ISO;
 - 3.7.1.5. Configuração e gerenciamento de redes virtuais e suas políticas;
 - 3.7.1.6. Visão básica da gerência de máquinas virtuais, templates, clones e snapshots;
 - 3.7.1.7. Criação de clusters;
 - 3.7.1.8. Monitoramento e gerenciamento da utilização de recursos do clusters;
 - 3.7.1.9. Aplicação de patches e troubleshooting;
 - 3.7.1.10. Introdução à arquitetura e ambientes distribuídos e seus componentes;

- 3.7.1.11. Visão geral de rede e cluster em ambientes distribuídos;
- 3.7.1.12. Máquinas virtuais em ambientes distribuídos;
- 3.7.1.13. Gerenciamento e operação de ambientes distribuídos;
- 3.7.1.14. Descrever a arquitetura do cluster em ambientes geograficamente distribuídos e clusters em dois sites;
- 3.7.1.15. Monitoramento e troubleshooting dos ambientes distribuídos;
- 3.7.1.16. Atualização de softwares e firmware da solução;
- 3.7.1.17. Configuração dos equipamentos de acordo com as recomendações do fabricante.

3.8. REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE

3.8.1. A contratação em pauta engloba serviços de manutenção corretiva da solução. Neste caso, todas as peças, componentes e acessórios necessários à manutenção corretiva serão fornecidos sem ônus a este Regional. As peças, componentes e acessórios substituídos serão recolhidos pela CONTRATADA, ficando, assim, sob sua responsabilidade a destinação final dessas peças. São exceções a essa condição os dispositivos de armazenamento de dados (Discos e SSD) que, para atenderem aos requisitos referentes à segurança da informação, permanecerão como propriedade do Tribunal, que dará a devida destinação.

3.8.2. As peças de reposição não deverão conter substâncias nocivas ao meio ambiente como mercúrio, chumbo, cromo hexavalente, cádmio, bifenil-polibromados, éteres difenil-polibromados em concentração acima da recomendada pela Diretiva 2002/95/EC do Parlamento Europeu também conhecida como diretiva RoHS27 (Restriction of Certain Hazardous Substances).

3.8.3. A CONTRATADA deverá respeitar as Normas Brasileiras – NBR publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas sobre resíduos sólidos e observar o sistema de logística reversa nos termos da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto nº 10.936, de janeiro de 2022.

3.9. NATUREZA DO OBJETO COM INDICAÇÃO DOS ELEMENTOS NECESSÁRIOS PARA CARACTERIZAR O BEM E/OU SERVIÇO A SER CONTRATADO

3.9.1. A presente aquisição tem como objeto a eventual contratação de empresa especializada para fornecimento de solução de virtualização e hiperconvergência e realização de serviços profissionais para configuração de uma estrutura altamente disponível com replicação de dados entre dois Datacenters deste Tribunal. Tendo em vista que os padrões de desempenho e qualidade estão objetivamente definidos nos artefatos, por meio de especificações usuais de mercado, os bens e serviços que compõem o objeto da contratação pretendida são, portanto, de natureza comum.

3.10. GARANTIA DA CONTRATAÇÃO

3.10.1. Não será exigida garantia contratual das empresas pelos seguintes motivos:

- 3.10.1.1. O pagamento será efetuado apenas após o recebimento definitivo do(s) bens e serviço(s);
- 3.10.1.2. Como o limite para o valor assegurado pela garantia da contratação é de 5% do valor global do contrato, entende-se que a exigência dessa garantia servirá apenas para encarecer o objeto, pois 5% do valor global do contrato não seria suficiente para tratar satisfatoriamente os impactos negativos de uma inexecução contratual;
- 3.10.1.3. Nas pesquisas realizadas durante a elaboração do Estudo Técnico Preliminar, não foi observado a exigência de garantia da contratação em processos licitatórios feitos por outros órgãos da administração, em aquisições de objeto semelhante, mesmo com valores superiores ao do caso concreto;
- 3.10.1.4. Ao analisar os efeitos dos fatos relatados no subitem III, infere-se que não é praxe de mercado a exigência de garantia contratual considerando o tipo do objeto da contratação em pauta. Sendo assim, a exigência de garantia da contratação poderá limitar o número de interessados em participar do certame, o que acarretaria uma menor competitividade e, possivelmente, maior preço.

4. ESTIMATIVAS DAS QUANTIDADES PARA A CONTRATAÇÃO

4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Hiperconvergência do TRE-MG é formada por dois clusters Lenovo/Nutanix, sendo um cluster em cada site (prédio do TRE e prédio do TRT). Cada cluster é composto por seis nós (hosts). Existem oito hosts do modelo 7X84CTO4WW (quatro por site) e quatro hosts do modelo 7X84NCM1WW (dois por site). Os oito hosts do modelo 7X84CTO4WW são da primeira aquisição da hiperconvergência ocorrida em 2018. Os quatro hosts do modelo 7X84NCM1WW são da expansão adquirida em 2020 para atender ao Teletrabalho. Os hosts são do tipo *appliance*, o que significa que fornecem, em um único equipamento, o hardware e o software integrados, testados e homologados pela fabricante e com o suporte técnico unificado.

A conectividade de rede entre os hosts é feita por quatro switches de baixa latência operando em arquitetura totalmente redundante, tanto em relação aos caminhos de conexão, como aos equipamentos de rede. Além dos switches, todos os outros equipamentos trabalham com resiliência mínima de N+1.

Em condições normais todos os sites processam as cargas de trabalho (arquitetura ativo-ativo), porém em caso de desastre em um dos sites, o mecanismo de *fail-over* automático é ativado, transferindo todas as cargas de trabalho para o site sobrevivente.

As garantias e suportes técnicos do hardware e dos softwares, além do direito de atualização de versões dos softwares da virtualização e hiperconvergência estarão vigentes até o primeiro trimestre de 2025. Porém, após a data de 31/03/2025, a renovação desses serviços será impossível para parte da infraestrutura, especificamente para os oito hosts adquiridos em 2018, pois estes atingirão o fim de vida. Essa data limite também se aplica ao software de virtualização, devido à alteração no modelo de licenciamento adotado pela fabricante, que passará ser exclusivamente por subscrição e não vai oferecer a possibilidade de novas renovações para o produto atualmente instalado.

4.2. DIMENSIONAMENTO

Para estimar o quantitativo necessário para a contratação serão analisadas as principais métricas utilizadas pelas cargas de trabalho: processamento (CPU), memória (RAM), armazenamento (disco). Cada uma dessas métricas será estudada à luz das premissas e requisitos desse estudo, de forma a minimizar o risco de superdimensionamento, sem prejudicar o pleno atendimento da demanda.

4.2.1. CAPACIDADE ATUAL

No ambiente atual, os recursos computacionais são providos pelos seguintes equipamentos:

8x Hosts tipo 1 (1ª geração - 7X84CTO4WW)

- Processador: 02 Intel Xeon Gold 6140 18 Cores 2,3 GHz;
- Memória RAM: 768GB instalados em 24 módulos de 32GB TruDDR4 2666MHz (2Rx4 1.2V) RDIMM;
- 02 mídias de armazenamento M.2 de 128GB, configuradas em RAID 1, para instalação do Hypervisor VMware Vsphere ESXi;
- Armazenamento: 2 unidades SSD Hot Swap 3,5 pol. de 1,6 TB SAS de 12Gb e 10 unidades HDD hot swap 3,5 pol. de 6TB 7200 SATA 6Gb;
- Interfaces de rede: 4 interfaces 10GbE SFP+ com 4 transceivers SFP+ SR + 1 interface 1GbE UTP de gerência;
- 2 Us de altura com 12 baías de discos hot-swap de 3,5 pol.
- Softwares: XClarity Pro, Nutanix Prism Pro, Nutanix Ultimate Edition e VMware Vsphere ESXi.

4x Hosts tipo 2 (2ª geração - 7X84NCM1WW)

- Processador: 02 Intel Xeon Gold 5220S 18 Cores 2,7 GHz;
- Memória RAM: 768GB instalados em 12 módulos de 64GB TruDDR4 2933MHz (2Rx4 1.2V) RDIMM;
- 02 mídias de armazenamento M.2 de 128GB, configuradas em RAID 1, para instalação do Hypervisor VMware Vsphere ESXi;
- Armazenamento: 2 unidades SSD Hot Swap 3,5 pol. de 1,6 TB SAS de 12Gb e 10 unidades HDD hot swap 3,5 pol. de 6TB 7200 SATA 6Gb;
- Interfaces de rede: 4 interfaces 10GbE SFP+ com 4 transceivers SFP+ SR + 1 interface 1GbE UTP de gerência;
- 2 Us de altura com 12 baías de discos hot-swap de 3,5 pol.
- Softwares: XClarity Pro, Nutanix Prism Pro, Nutanix Ultimate Edition e VMware Vsphere ESXi.

Para quantificar a métrica CPU será utilizado o SPEC CPU 2017 Results - Standard Performance Evaluation Corporation (<https://www.spec.org/cpu2017/results/>). Trata-se de um benchmark padronizado para a avaliação de poder de processamento dos servidores das principais fabricantes. Ele utiliza quatro parâmetros de avaliação: SPECspeed 2017 Integer, SPECspeed 2017 Floating Point, SPECrate 2017 Integer e SPECrate 2017 Floating Point. Considerando a natureza das cargas de trabalho atualmente em produção no ambiente do TRE, o parâmetro mais indicado é o SPECrate 2017 Integer, por isso, será ele o utilizado.

A pontuação dos hosts 7X84CTO4WW está mostrada na tabela 1.

CPU2017 Integer Rates (439):

[Search in CPU2017 Integer Rates results]

Test Sponsor	System Name	Base Copies	Pro	
			Enabled Cores	En C
Lenovo Global Technology	ThinkSystem SR650 (2.30 GHz, Intel Xeon Gold 6140) HTML CSV Text PDF PS Config	72	36	

Tabela 1 - https://www.spec.org/cpu2017/results/res2017q4/#CINT2017_rate

A pontuação dos hosts 7X84NCM1WW está mostrada na tabela 2.

CPU2017 Integer Rates (560):

[Search in CPU2017 Integer Rates results]

Test Sponsor	System Name	Base Copies	Enable	
			Cores	C
Lenovo Global Technology	ThinkSystem SR650 (2.70 GHz, Intel Xeon Gold 5220S) HTML CSV Text PDF PS Config	72		

Tabela 2 - https://www.spec.org/cpu2017/results/res2019q3/#CINT2017_rate

O poder de processamento total, considerando os dois sites, parametrizado pela pontuação do SPECrate 2017 Integer, para o ambiente atual, é de,

8x187 + 4x204 = 2312

Para quantificar a métrica memória, foi somado o quantitativo de memória RAM instalada em cada host.

8x768GB + 4x768GB = 9.216GB

Para quantificar o espaço de armazenamento em disco, precisamos diferenciar alguns conceitos relacionados a essa métrica:

- Espaço físico total: é a soma da quantidade bruta de armazenamento de todos os dispositivos de armazenamento contidos nos hosts;
- Espaço lógico total: é a quantidade de espaço útil disponível para as cargas de trabalho, após os cálculos necessários para mecanismos de resiliência e controle;
- Espaço utilizado: é o somatório da quantidade de espaço efetivamente utilizado pelas cargas de trabalho.

O espaço físico total não é um bom parâmetro para caracterizar a demanda porque ele depende da solução. Algumas vão precisar de mais espaço do que outras para cumprir suas condições de funcionamento. O mesmo vale para o espaço lógico, pois é o resultado da diferença entre o espaço físico e o espaço necessário para os mecanismos de resiliência e controle (depende da solução). No entanto estas duas métricas (espaço físico e espaço lógico) são importantes porque, embora não quantifiquem bem as cargas de trabalho, elas são os parâmetros dos quais se tem dados históricos e por isso serão relevantes quando tratarmos de comportamento futuro e tendências.

Já o espaço utilizado está diretamente ligados ao armazenamento demandado pelas VMs do ambiente e, por isso, quantificam melhor o perfil das cargas de trabalho.

A partir de coleta feita em 13/03/24, onde foram registradas 233 VMs, foi constatado que o espaço utilizado no ambiente atual era de 80.145.939 MiB.

4.2.2. CAPACIDADE EM CONDIÇÃO DE FALHA MÁXIMA TOLERADA

A condição de falha máxima tolerada é a situação onde o nível de resiliência é testado no pior cenário estabelecido em projeto. Neste limite, as cargas de trabalho precisam ser suportadas, embora não exista espaço para falhas adicionais.

Na solução atual a condição de resiliência máxima tolerada é a situação onde ocorrem, simultaneamente, a indisponibilidade de um site inteiro e a indisponibilidade de um host no site sobrevivente.

Para calcular as métricas, foram coletados dados de utilização de CPU, memória e armazenamento do período de 15/11/2023 a 11/06/2024, sendo formatados de forma a refletir o atendimento da demanda em condição de falha máxima tolerada. Adicionalmente, para a métrica de disco, foi utilizado o fator para bufferização em operações de manipulação de nós, conforme recomendado em <https://portal.nutanix.com/page/documents/kbs/details?targetId=kA0600000008ducCAA>.

Os resultados calculados foram plotados nos gráficos das figuras 1, 2 e 3.

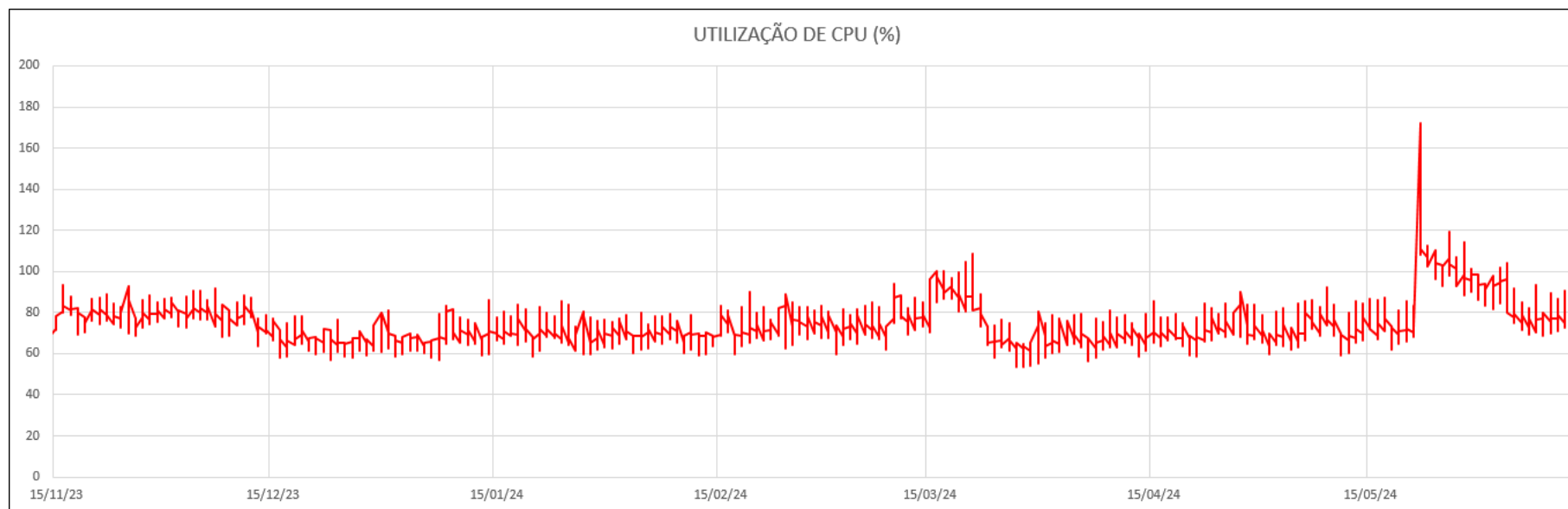


Figura 1

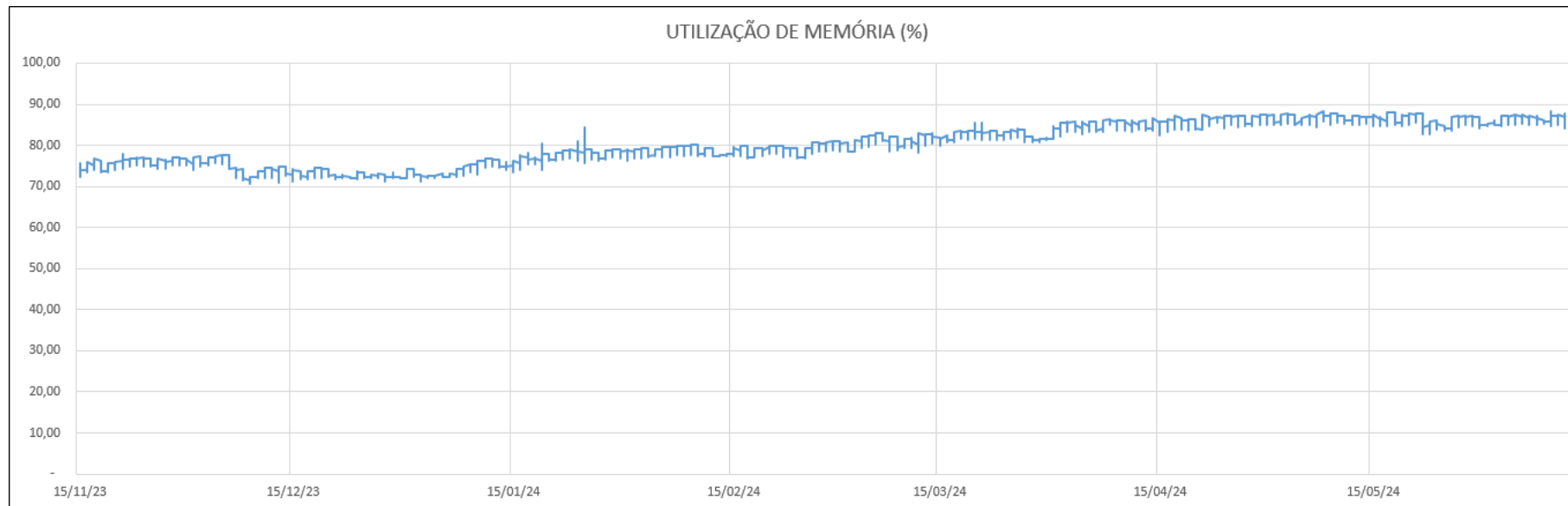


Figura 2

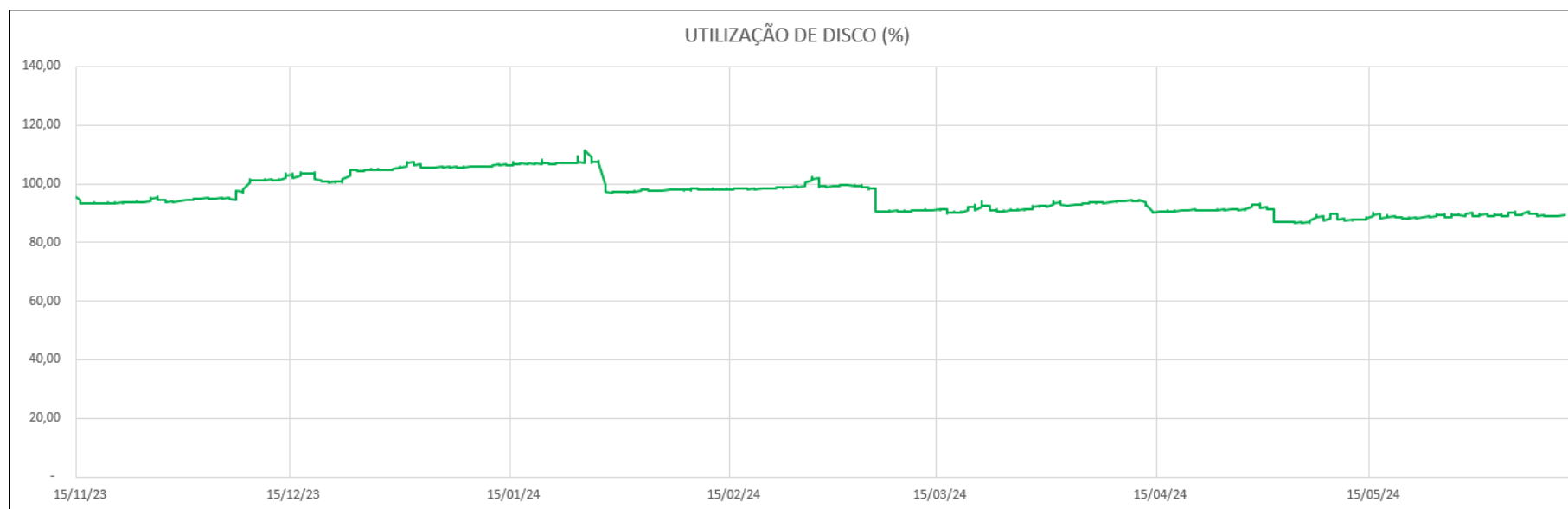


Figura 3

Para realizar uma análise mais acurada dos dados coletados na métrica Disco, foi necessário filtrar o ruído presente entre 15/11/23 e 06/03/24. Nesse período, houve um comportamento atípico devido ao recebimento de dados de backup de um sistema que ainda estava sendo implantado. Uma vez finalizado, o espaço de disco foi devolvido e a situação passou a ficar normalizada a partir de 07/03/24. Sendo assim, para fins deste estudo, a data de 07/03/24, será considerada como ponto de início do período para a métrica Disco, conforme mostrado na figura 4.

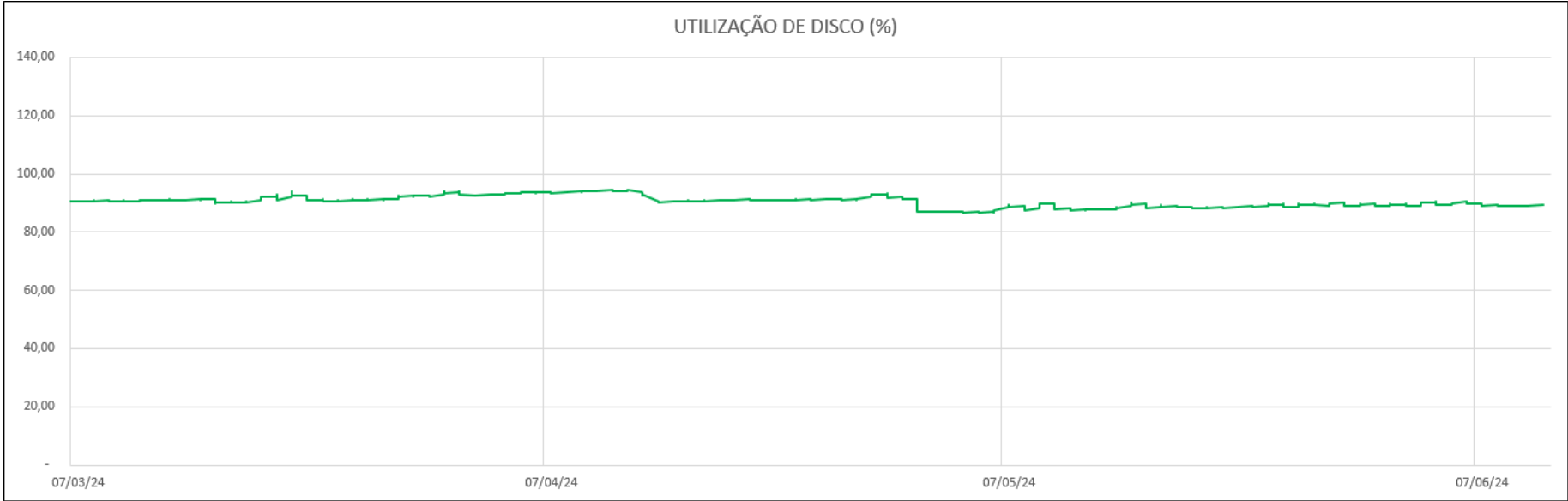


Figura 4

Para cumprir a condição de falha máxima tolerada, a demanda projetada não pode ultrapassar os 100% de uso. Na figura 3 esse percentual foi ultrapassado, porém, conforme explicado, o comportamento não foi proveniente da demanda própria das cargas de trabalho, mas sim de um comportamento atípico (por isso a utilização do gráfico da figura 4 para os estudos). Na figura 1, a utilização projetada de CPU no pior cenário chegou a ultrapassar os 100%, porém foi um pico de utilização curto e de um recurso que possui uma natureza mais volátil, no caso a CPU (diferentemente da memória e disco).

Baseado no exposto, pode-se concluir que a solução atual está atendendo à condição de falha máxima tolerada e por isso, pode ser utilizada, para embasar o dimensionamento da nova solução (nessa condição específica).

4.2.3. CAPACIDADE EM CONDIÇÃO NORMAIS

Avaliar a capacidade em condições normais significa analisar a demanda das cargas de trabalho com base nos recursos fornecidos pela solução em condições normais. É importante definir o que se entende por condições normais. A solução atual possui uma arquitetura do tipo ativo-ativo onde os dois sites possuem mesmo peso, ou seja, tanto o site principal como o site secundário podem atender a produção, mesmo sem a presença de falha. Esse desenho faz com que os recursos do site secundário, que ficariam ociosos no aguardo de um incidente, possam ser utilizados para atender demandas atípicas que gerem picos de utilização. No entanto, em projetos de resiliência adotados em Datacenter, existe também a arquitetura ativo-passivo que somente permite a utilização dos recursos do site secundário na eventualidade de uma falha.

Para poder flexibilizar o desenho da nova solução, para fins de análise no presente estudo, será considerado condições normais apenas os recursos do site principal. Essa abordagem aumenta o leque de opções, já que será possível considerar tanto arquiteturas ativo-ativo como ativo-passivo como opções viáveis. Além disso, mesmo considerando somente arquiteturas do tipo ativo-ativo, não é aconselhável considerar os recursos do site secundário como disponíveis para produção em condições normais. Isso porque, ao alocar cargas de trabalho no site secundário, estando saturado os recursos do site principal, corre-se o risco de consumir recursos além dos limites permitidos e necessários para a recuperação de desastres.

Para calcular as métricas, foram utilizados os mesmos dados coletados em 4.2.2, porém foram formatados de forma a refletir o atendimento da demanda nas condição normais definidas anteriormente. Adicionalmente, para a métrica de disco, foi utilizado o fator para bufferização em operações de manipulação de nós, conforme recomendado em <https://portal.nutanix.com/page/documents/kbs/details?targetId=kA0600000008ducCAA>.

Os resultados calculados foram plotados nos gráficos das figuras 5, 6 e 7.

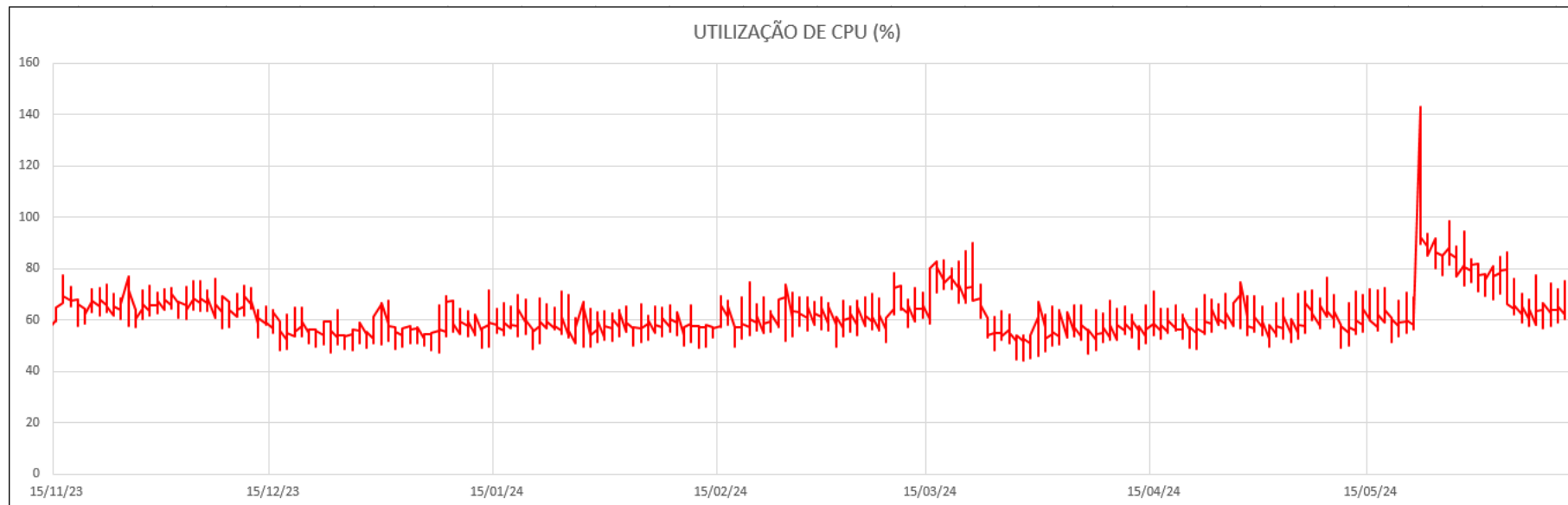


Figura 5

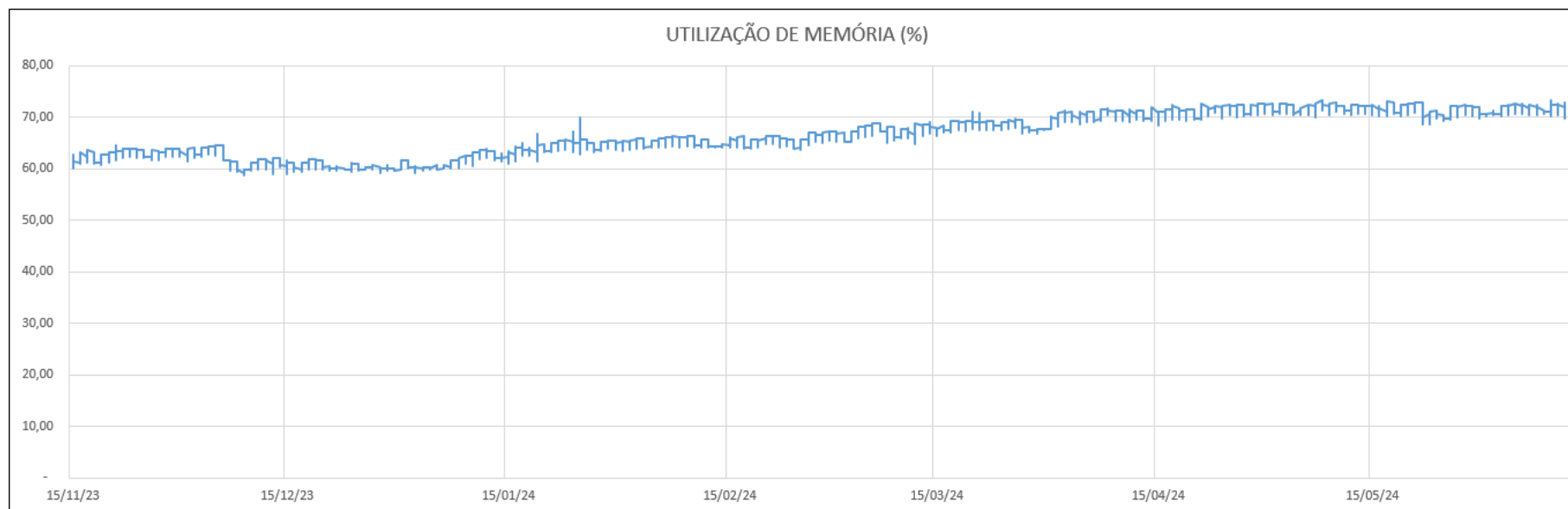
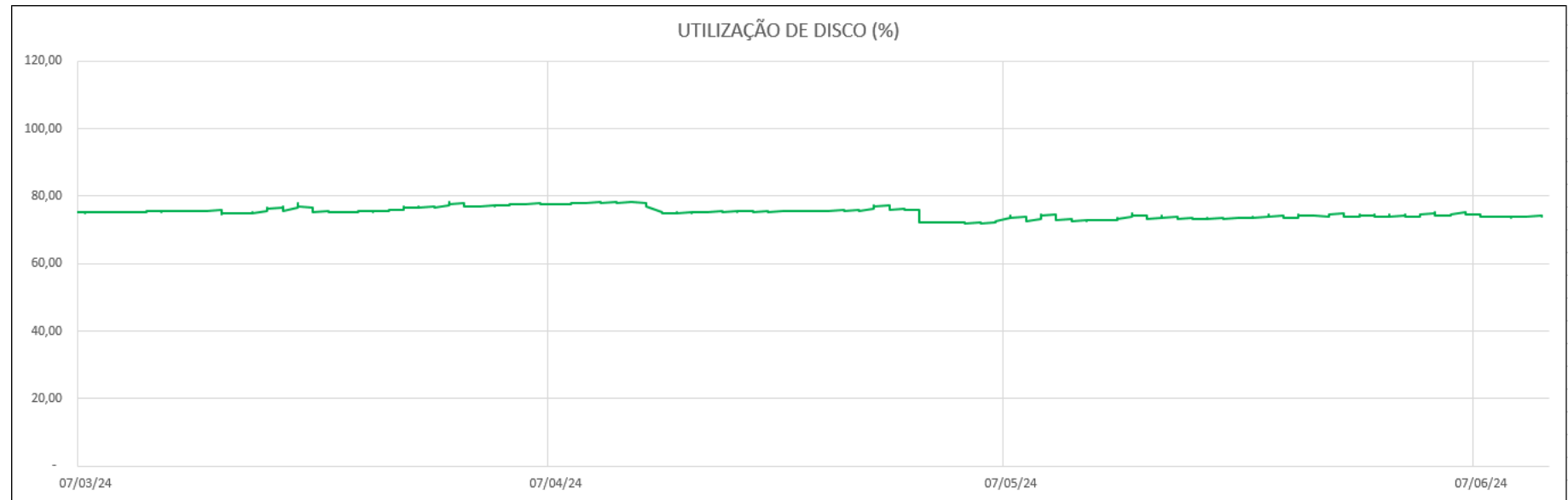


Figura 6

*Figura 7*

Excluindo alguns picos na métrica CPU, que já foram tratados em 4.2.2, a utilização não ultrapassou o limite de 80%, estabelecido nas boas práticas definidas na resolução do CNJ nº 211/2015.

No entanto, cabe salientar que todas as métricas estão próximas aos limite de 80%, o que requer uma atenção adicional no dimensionamento, quando se considera um horizonte de tempo futuro.

4.2.4. TENDÊNCIA

Para estimar a tendência de utilização das métricas analisadas, será utilizada a regressão linear. A figura 8 mostra a ferramenta matemática aplicada aos dados de utilização de CPU.

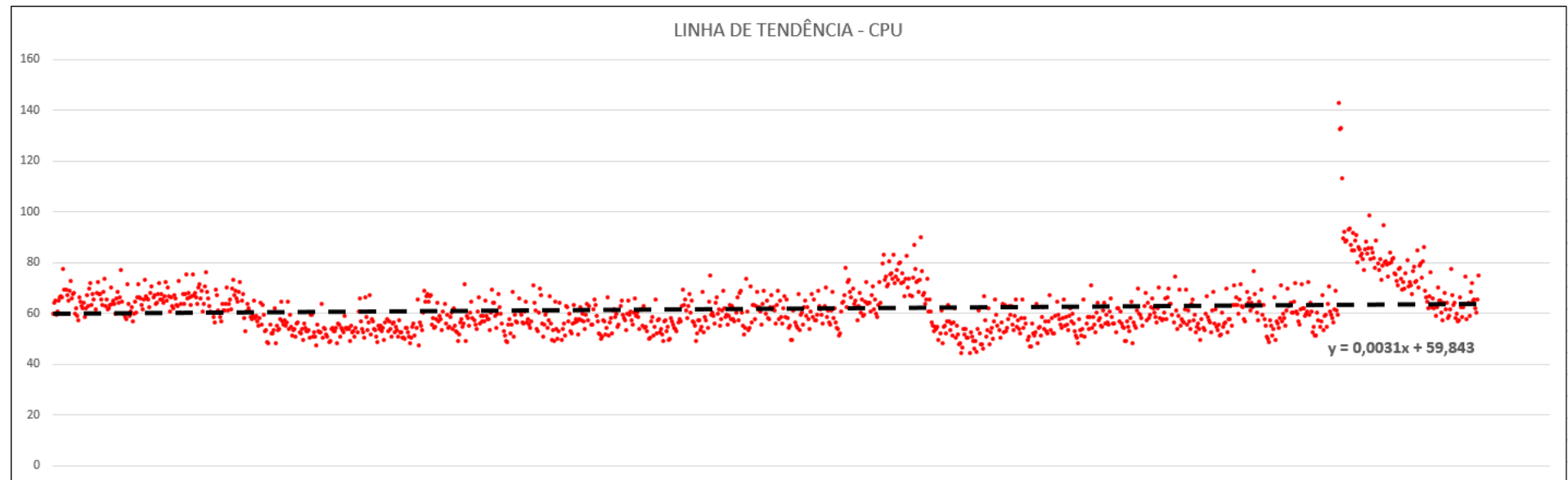


Figura 8

A equação resultante possui formato $y = 0,0031x + 59,843$. A inclinação da linha de tendência mede a variação de y por unidade de x . A unidade de x é de quatro horas (seis amostras por dia) e $x=0$ corresponde ao primeiro ponto do dia 15/11/2023. Se considerarmos o período de coleta dos dados e o horizonte de cinco anos contados a partir de 01/04/2025 (fim de vida da solução atual e início da nova solução), temos que,

$$x = 6 \times (503 + 5 \times 365 + 1) = 13.974$$

Aplicando à equação,

$$y = 0,0031(13.974) + 59,843 = 103,1624$$

Se compararmos o valor de y com o limite de 80% de utilização recomendado pela resolução CNJ nº 211/2015, podemos estimar que um aumento mínimo de $103,1624/80$, equivalente a 28,95%, para a métrica CPU, manterá este recurso em uma linha de tendência de 80% ao final do horizonte de cinco anos.

Sendo assim, a nova solução precisa ser escalável em, no mínimo, 28,95% do recurso CPU durante o seu ciclo de vida (cinco anos).

Utilizando a regressão linear nos dados de utilização de memória, temos a equação $y = 0,0069x + 62,88$ conforme mostrado na figura 9.

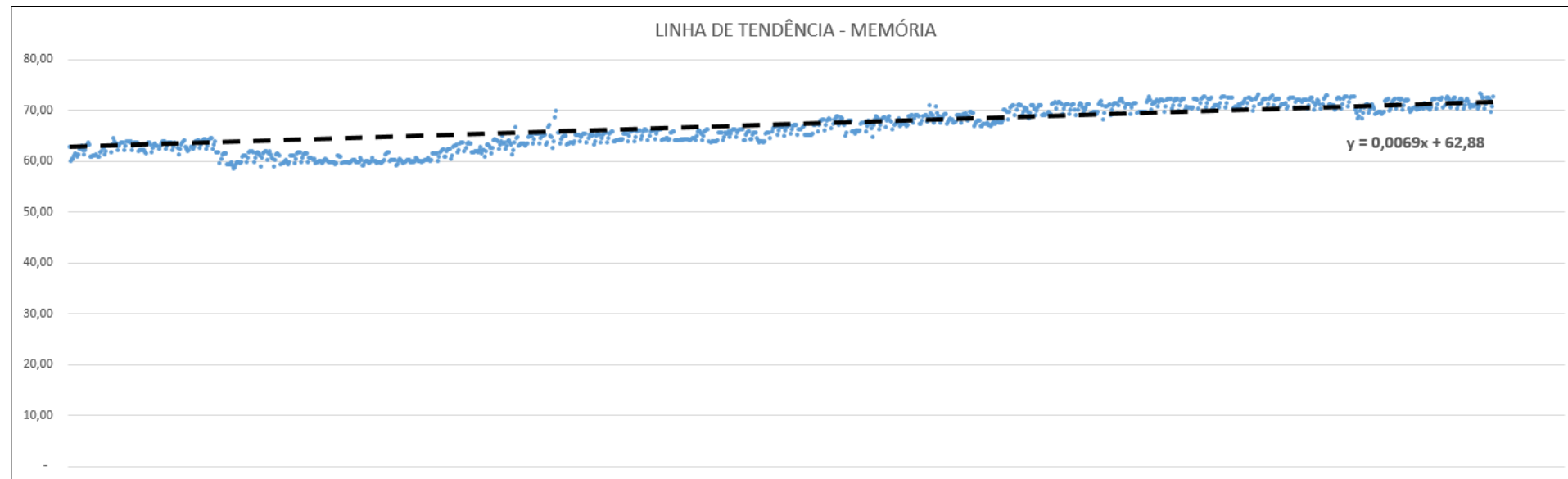


Figura 9

A inclinação da linha de tendência mede a variação de y por unidade de x. A unidade de x é de quatro horas (seis amostras por dia) e x=0 corresponde ao primeiro ponto do dia 15/11/2023. Se considerarmos o período de coleta dos dados e o horizonte de cinco anos contados a partir de 01/04/2025 (fim de vida da solução atual e início da nova solução), temos que,

$$x = 6 \times (503 + 5 \times 365 + 1) = 13.974$$

Aplicando à equação,

$$y = 0,0069(13.974) + 62,88 = 159,30$$

Se compararmos o valor de y com o limite de 80% de utilização recomendado pela resolução CNJ nº 211/2015, podemos estimar que um aumento mínimo de 159,30/80, equivalente a 99,125%, para a métrica memória, manterá este recurso em uma linha de tendência de 80% ao final do horizonte de cinco anos.

Sendo assim, a nova solução precisa ser escalável em, no mínimo, 99,125% do recurso memória RAM durante o seu ciclo de vida (cinco anos).

Utilizando a regressão linear nos dados de utilização de disco, temos a equação $y = -0,0017x + 75,26$, conforme mostrado na figura 10.

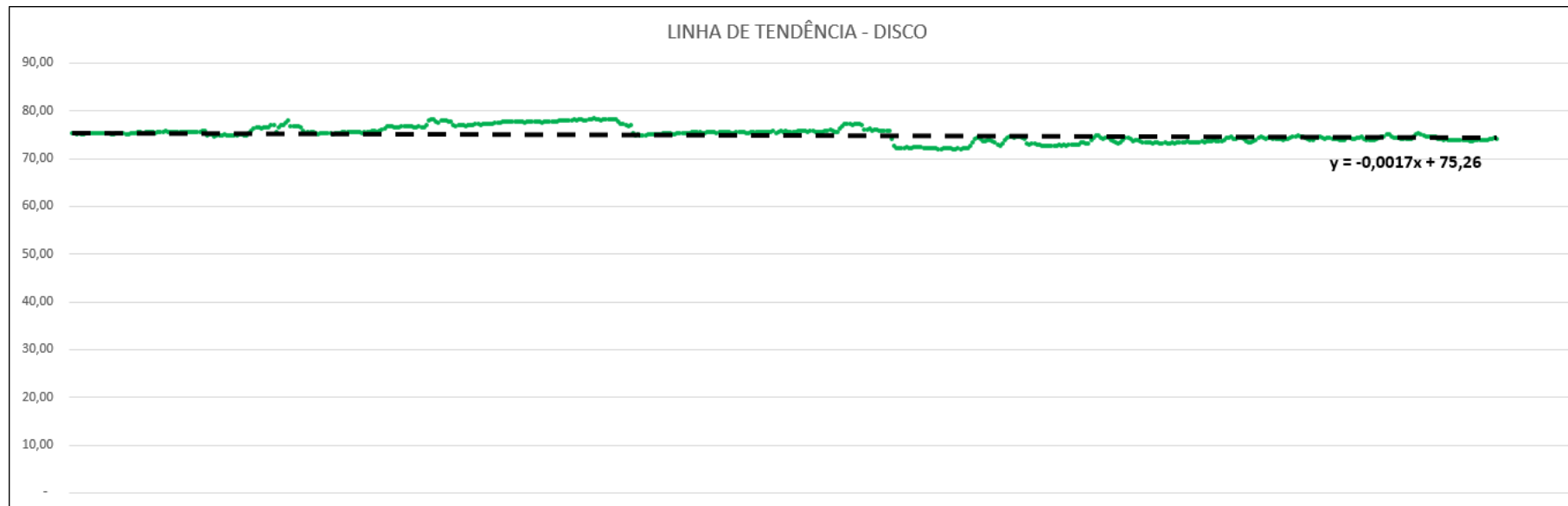


Figura 10

A inclinação da equação é negativa, o que significa que, com base nos dados coletados, não há tendência de alta.

4.2.5. DEMANDAS FUTURAS

Embora a análise de tendência realizada em 4.2.4 demonstre o perfil de utilização das métricas, incluindo tanto o crescimento orgânico das cargas de trabalho em produção, como novos serviços implantados durante o período correspondente à base de dados coletada, é importante que seja feita uma análise de demandas futuras que possam influenciar o dimensionamento da solução.

A principal fonte de informação para essa análise será o Plano Diretor de TIC - PDTIC 2021-2026. Foram desconsiderados os projetos com status Concluído, Abortado ou Rejeitado. Foram retirados também todos os projetos que não estão relacionados a sistemas informatizados, já que são estes não vão consumir recursos computacionais. O resultado, já com os filtros aplicados, está mostrado na tabela 3.

Nome do Projeto	% Concluída	Status do projeto	Início	Término	Última Publicação
[SIDS] Sistema Integrado de dados de saúde	54%	Em execução	26/04/2019	11/12/2024	02/07/2024
Implantação da assistente virtual de atendimento (Chatbot)	67%	Em execução	13/11/2023	07/08/2024	01/07/2024
Implementação do JANUS no TRE-MG	73%	Em execução	09/10/2023	20/07/2024	26/06/2024
Implantação de estrutura do banco de dados para BI	58%	Em execução	02/07/2021	24/05/2024	25/06/2024
[PANIM] Sistema de Panorama Imobiliário	87%	Em execução	16/05/2022	10/07/2024	30/05/2024
Infraestrutura para laboratório de testes e forense do NASTI	0%	Não iniciado	20/03/2024	29/03/2024	20/03/2024
[ATUOS2018] Atualização de SO dos servidores	39%	Em execução	26/01/2018	05/10/2023	04/05/2023
Sistema de Propaganda Partidária - SisAntena	0%	Proposta	23/03/2023	23/03/2023	23/03/2023
Ferramenta para auxílio em coleta, manuseio e conferência de custos	0%	Proposta	09/05/2022	09/05/2022	09/05/2022
Sistema de Assinatura para os Contratos de Estágio	0%	Banco de demandas	29/06/2021	29/06/2021	29/06/2021
Sistema para distribuição das senhas eleitorais aos juizes	0%	Banco de demandas	31/05/2021	31/05/2021	31/05/2021
SIAD - Interface de Consulta Externa aos Atos Normativos	0%	Suspensão/interrompido	15/10/2019	07/10/2020	08/09/2020
SCAP Sistema de Cálculo de Aposentadoria	0%	Não iniciado	04/12/2019	13/12/2019	04/12/2019
Automatização dos formulários da SGP para o SEI	0%	Banco de demandas	04/09/2019	13/09/2019	04/09/2019
Sistema para gerenciamento de informações de servidores removidos, lotação provisória e requisitados	0%	Banco de demandas	04/09/2019	13/09/2019	04/09/2019
Eleitor do futuro (Sistema)	0%	Banco de demandas	26/04/2019	07/05/2019	12/08/2019
Sistema de Gestão de fornecedores	0%	Banco de demandas	11/01/2017	24/01/2017	12/08/2019
Sistema de pesquisas da STI para Terceiros	0%	Banco de demandas	11/01/2017	24/01/2017	12/08/2019
Sistema para emissão de certidão de regularidade para o recebimento do fundo partidário	0%	Banco de demandas	26/04/2019	07/05/2019	12/08/2019
Sistema de Adicional de Qualificação (AQT – Online)	0%	Não iniciado	03/04/2018	12/04/2018	12/08/2019
Sistema de formulários	0%	Não iniciado	31/03/2009	31/03/2009	12/08/2019
Sistema de Gestão de Equipamentos em Manutenção	0%	Não iniciado	23/12/2011	12/07/2012	12/08/2019
Sistema de acompanhamento de auditorias e monitoramento dos respectivos planos de ação	0%	Proposta	31/10/2018	13/11/2018	31/10/2018
Desenvolvimento do sistema SAV	0%	Banco de demandas	31/03/2009	08/04/2009	06/09/2018
Implantação - Sistema de Comunique	36%	Banco de demandas	17/05/2012	07/08/2012	06/09/2018
Implantação - Sistema de Licitação	0%	Banco de demandas	16/08/2012	09/09/2014	06/09/2018
Sistema de Resultado Eleições Anteriores a 1998	0%	Banco de demandas	12/03/2012	12/03/2012	06/09/2018
Implantação Zope-Plone	0%	Em execução	01/08/2011	04/08/2011	06/09/2018
Processo Administrativo Eletrônico – PAD	0%	Em execução	11/06/2010	20/12/2011	06/09/2018
SEST – Sistema de Controle e Estatística de Prestação de Contas	0%	Em execução	19/04/2010	19/04/2010	06/09/2018
SISCONTRATOS Sistema de Gerenciamento de Contratos	41%	Suspensão/interrompido	02/04/2014	09/11/2015	06/09/2018
Sistema para coleta de dados estatísticos das ZE's da Capital	0%	Suspensão/interrompido	23/07/2007	28/03/2008	06/09/2018

Tabela 3

A partir dos dados mostrados na tabela 3, podemos fazer as seguintes análises:

1- Embora a lista contenha trinta e dois sistemas, apenas oito estão com atualizações recentes (inferior a um ano).

2- Mesmo considerando os trinta e dois sistemas listados, é razoável interpretar este quantitativo como sendo relativamente baixo, se compararmos com os mais de trezentos sistemas em operação atualmente.

3- Mesmo que a maioria dos projetos implique em aumento na demanda por novos recursos, existem alguns projetos que podem gerar, como resultado, um decréscimo de utilização de recursos, como, por exemplo, o ATUOS2018.

4- Verifica-se que apenas nove projetos estão em execução, o restante não está nem ao menos na fase de planejamento. Isso dificulta o dimensionamento já que não há como solicitar uma estimativa inicial de uso de recursos para tais demandas.

Considerando os pontos levantados acima, será utilizado o percentual de aumento de 5%, para todas as métricas, para atendimento de demandas futuras. Este dimensionamento possui natureza heurística, com base nas informações dos projetos do PDTIC 2021-2026 e nas análises feitas a partir deles, ponderando os fatos que pesam a favor e contra o aumento da demanda.

O percentual de 5% será utilizado como fator de folga para projetos futuros, sendo adicionado ao final do cálculo do dimensionamento de cada métrica, em um horizonte de tempo necessário para atender a vigência do PDTIC 2021-2026.

4.2.6. QUANTIFICAÇÃO DA DEMANDA

Com base na parametrização das métricas efetuadas em 4.2.1 e nas análises efetuadas em 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 e 4.2.5, será quantificada a demanda para a nova solução.

Para a métrica CPU, a capacidade atual atende nas condições descritas em 4.2.2 e 4.2.3. No caso das condições descritas em 4.2.4, seria necessário um aumento de 28,95%. No entanto, devemos notar que 4.2.4 considera todo o ciclo de vida da solução. Este estudo está focado em soluções de infraestrutura que sejam facilmente escaláveis e, por isso, esta premissa foi incorporada em vários requisitos listados em 3.2.22 a 3.2.25. A flexibilidade de expansão permite que os recursos sejam adquiridos conforme são necessários. Sendo assim, dimensionar com base em um horizonte de cinco anos pode resultar em superdimensionamento e capacidade ociosa. Por outro lado, é importante observar, pela análise em 4.2.3, que a utilização de CPU está próxima ao limite de 80% (limite que deve acender o alerta, conforme boas práticas definidas pela resolução CNJ nº 211/2015). Além disso, espera-se que a solução atenda de imediato o período contemplado no PDTIC 2021-2026.

Pelo exposto, considerando que a solução entrará em produção no início de 2025 e que o PDTIC 2021-2026 estará vigente até o final de 2026, será considerado, para dimensionamento inicial da solução, o período de dois anos.

Com base nos dados de 4.2.4, ajustando a estimativa para um aumento, considerando o horizonte de dois anos, temos,

$$x=6*(503+2*365)=7.398$$

Aplicando à equação da CPU mostrada em 4.2.4,

$$y=0,0031(7.398)+59,843=82,7768$$

A estimativa de aumento CPU para o horizonte de dois anos, para manter a linha de tendência dessa métrica em 80%, seria 82,7768/80 ou 3,47%

Aplicando esse aumento, juntamente com o adicional definido em 4.2.5, nos dados levantados em 4.2.1, temos,

$$\text{CPU} = 2.312 \times 1,0347 \times 1,05 = \mathbf{2.512 \text{ (considerando dois sites em arquitetura ativo-ativo)}}$$

Considerando que a solução deve atender as cargas de trabalho (projetadas para um horizonte de 2 anos), em um cenário de falha máxima, onde N é o número de hosts sobreviventes e P a sua pontuação segundo índice SPECintrate, temos que cumprir a condição a seguir:

$$N \times P > 5 \times 2512/12$$

Para a métrica memória, a capacidade atual atende nas condições descritas em 4.2.2 e 4.2.3. No caso das condições descritas em 4.2.4, seria necessário um aumento de 99,125%. No entanto, semelhante ao que ocorre com a métrica CPU, devemos notar que 4.2.4 considera todo o ciclo de vida da solução. Assim, levando em consideração as mesmas justificativas apresentadas para o dimensionamento de CPU, será considerado, para dimensionamento inicial da solução, o período de dois anos.

Com base nos dados de 4.2.4, ajustando a estimativa para um aumento, considerando o horizonte de dois anos, temos,

$$x=6*(503+2*365)=7.398$$

Aplicando à equação da memória mostrada em 4.2.4,

$$y=0,0069(7.398)+62,88=113,9262$$

A estimativa de aumento memória para o horizonte de dois anos, para manter a linha de tendência dessa métrica em 80%, seria 113,9262/80 ou 42,41%

Aplicando esse aumento, juntamente com o adicional definido em 4.2.5, nos dados levantados em 4.2.1, temos,

MEMÓRIA = 9.216 GiB x 1,4241 x 1,05 = **13.780 GiB (considerando dois sites em arquitetura ativo-ativo)**

Considerando que a solução deve atender as cargas de trabalho (projetadas para um horizonte de 2 anos), em um cenário de falha máxima, onde N é o número de hosts sobreviventes e M a quantidade de memória por host, temos que cumprir a condição a seguir:

$$N \times M > 5 \times 13780/12$$

Para a métrica disco, a capacidade atual atende nas condições descritas em 4.2.2, 4.2.3 e 4.2.4. Assim, será considerado o espaço lógico existente na solução atual, que, conforme explicado anteriormente, é a capacidade líquida e útil para as cargas de trabalho, adicionado o fator de folga definido em 4.2.5.

O espaço lógico disponibilizado no ambiente atual pode ser verificado diretamente pelo gerenciamento da solução e é de:

Resilient Capacity 124.22 TiB

Assim,

DISCO = 124,22 x 1,05 = **130,43 TiB (por site considerando arquitetura ativo-ativo)**

5. LEVANTAMENTO DE MERCADO

5.1. IDENTIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES ADERENTES AOS REQUISITOS

5.1.1. CENÁRIO 1 - SUBSTITUIÇÃO DA ATUAL HIPERCONVERGÊNCIA POR SOLUÇÃO TRADICIONAL NÃO CONVERGENTE

A infraestrutura tradicional (não convergente) é constituída por servidores físicos que fornecem os recursos de processamento e memória para a plataforma de virtualização (onde estão as máquinas virtuais dos sistemas e aplicativos corporativos). Nessa arquitetura não existe o conceito de hiperconvergência porque o armazenamento está apartado dos hosts. Além disso, existe uma rede dedicada utilizada para conexão dos hosts aos storages. Assim, o disco de cada host armazena apenas os dados necessários para o seu funcionamento, como por exemplo o sistema operacional do hypervisor, mas os discos das máquinas virtuais, que sustentam os dados das cargas de trabalho, são armazenados nos storages.

A conexão entre os hosts e storages é normalmente feita por redes de alto desempenho denominadas rede SAN (Storage Area Network).

A figura 11 mostra sucintamente a arquitetura da infraestrutura tradicional.

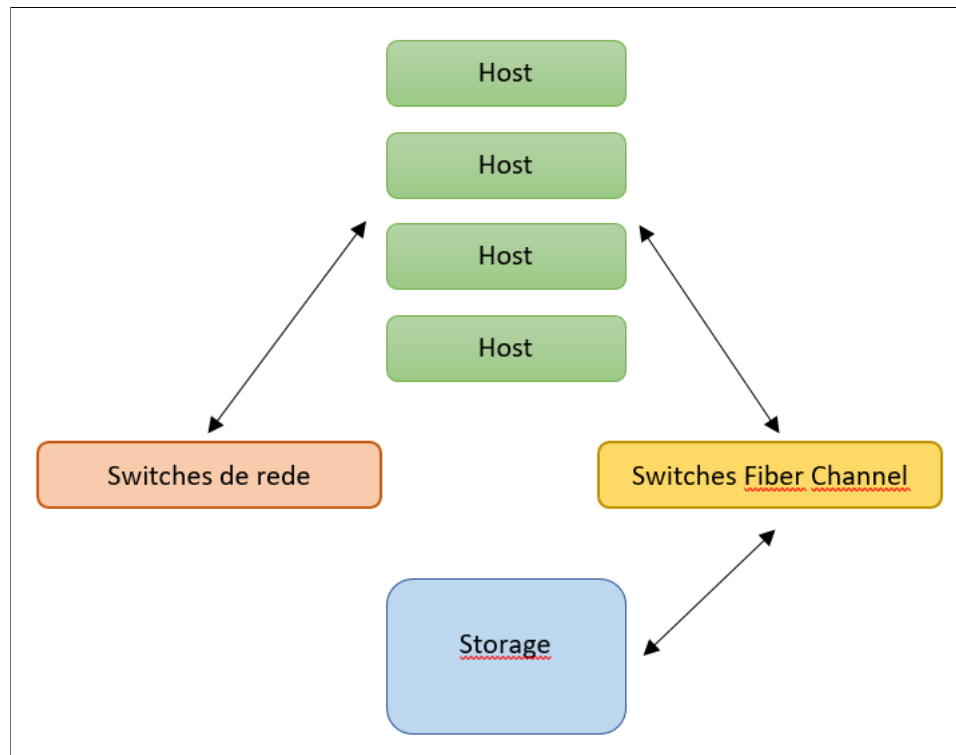


Figura 11

Essa solução foi muito utilizada em conjunto com a virtualização, por oferecer, até certo grau, uma otimização do uso de recursos computacionais. No entanto, ela possui alguns pontos fracos. Primeiramente, o escalonamento da solução é muitas vezes mais complexo por existirem vários tipos de componentes dispostos em várias camadas funcionais diferentes, como servidores, switches SAN, storages, etc.

Outro problema encontrado nessa solução é que, como ela é formada por componentes separados e independentes, sua manutenção e gerenciamento ficam mais complexos. Além disso, a integração entre eles pode depender de configurações manuais, o que aumenta o potencial para erros humanos.

O TRE-MG chegou a utilizar o modelo de infraestrutura tradicional no passado. Em 2018 foi realizado um estudo para verificar a viabilidade de aquisição de uma solução de Hiperconvergência. No estudo ficou claro que a Hiperconvergência poderia otimizar os custos sem impactar o fornecimento de recursos.

Sendo assim, no contexto atual, a adoção da infraestrutura tradicional não seria recomendada, pois a solução como um todo teria seu custo majorado, uma vez que teriam que ser adquiridos vários componentes como servidores, storages e switches SAN. Além disso, essa solução demandaria uma alteração completa da arquitetura atualmente adotada, o que geraria riscos de indisponibilidade com processo de implantação, migração e nova curva de aprendizado da arquitetura.

5.1.2. CENÁRIO 2 - RENOVAÇÃO DO SUPORTE E GARANTIA DA SOLUÇÃO DE HIPERCONVERGÊNCIA ATUALMENTE INSTALADA

Encontra-se atualmente instalada nos datacenters do TRE-MG uma solução de virtualização e hiperconvergência que dão às cargas de trabalho todos os recursos necessários para a continuidade das operações. Nessa arquitetura o processamento, a memória, o armazenamento e a rede são providos pelos hosts da Hiperconvergência (também chamados de nós de hiperconvergência). Cada host é normalmente um servidor físico equipado com grande poder de CPU, memória, discos e interfaces de rede de alta velocidade. O controle de leitura e escrita é feito por software, o que permite enorme flexibilidade e possibilidade de upgrades com disponibilização de novas funcionalidades.

A figura 12 mostra a arquitetura da solução atual.

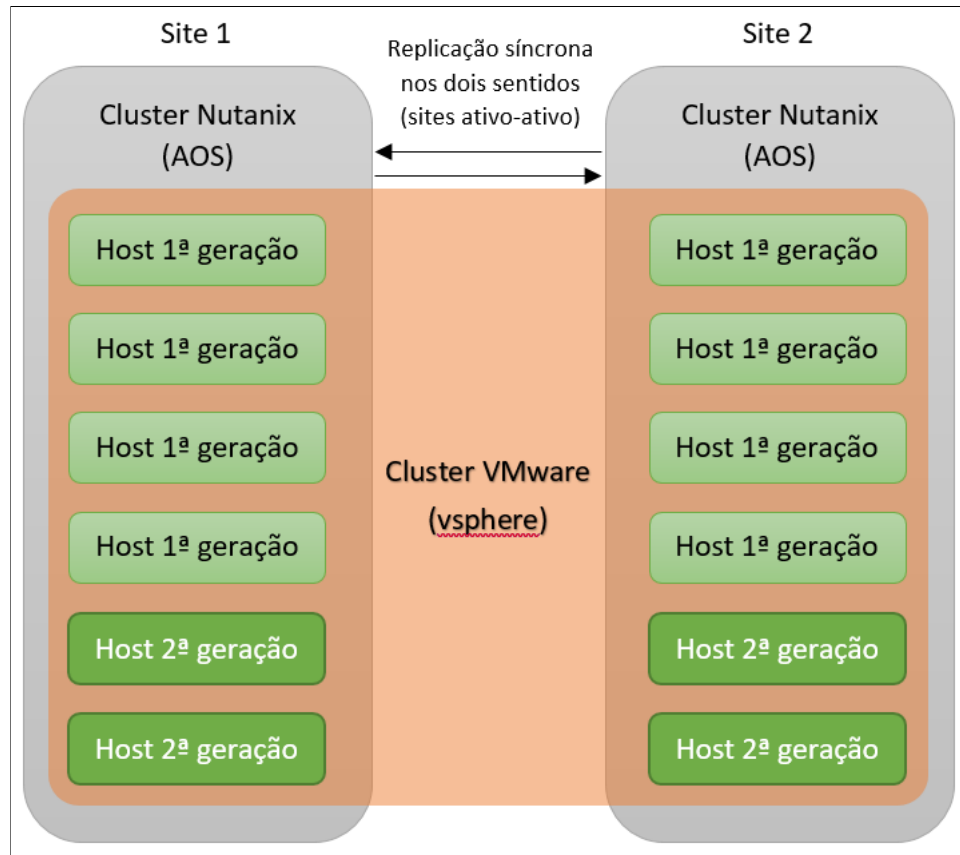


Figura 12

São doze hiperconvergentes distribuídos em dois sites distintos. Em cada site existem seis hosts hiperconvergentes, sendo quatro de 1ª geração e dois de 2ª geração. Os sites são simétricos (possuem mesma quantidade de recursos) e trabalham no modo ativo-ativo, ou seja, ambos sustentam cargas de trabalho e replicam sincronamente os dados para o site oposto para fins de DR (Disaster Recovery).

O hardware dos hosts são appliances da fabricante Lenovo, modelo HX5520.

Cada site possui um cluster Nutanix responsável pelo software hiperconvergente, que permite a criação dos storages definidos por software (SDS).

O software Hypervisor é da fabricante VMware e é responsável por toda a camada de virtualização da solução.

Cada host adiciona seus recursos a um "pool" único controlado pelo software da Hiperconvergência, assim a escalabilidade da solução não fica restrita por um determinado componente. Além disso, existe uma otimização na utilização do espaço físico do datacenter. Para fins comparativos, a solução de Hiperconvergência não chega a utilizar metade de um rack de 44Us, em comparação à solução tradicional adotada anteriormente, onde apenas o conjunto de storage e rede SAN ocupavam um rack completo. Menos espaço utilizado no Datacenter significa menor demanda por refrigeração, que se traduz em uma economia energética.

Os equipamentos dessa solução foram adquiridos com garantia, suporte técnico e direito de atualização de versões. A proposta desse cenário é renovar a garantia e suporte técnico de todos os appliances, switches, servidor witness e o direito de atualização do software da Hiperconvergência.

Embora essa opção tenha várias vantagens, como custo e riscos reduzidos, ela pode não ser possível devido ao fim do ciclo de vida da solução. Neste caso, será necessário avaliar outros cenários, conforme mostrado a seguir.

5.1.3. CENÁRIO 3 - EXPANSÃO DO CLUSTER

O principal fator que gerou a demanda deste estudo é o fim de vida (EOL) dos hosts de 1ª geração previsto para 31/03/2025. A partir dessa data não haverá mais a opção de contratar suporte técnico e direito de atualização de versões para os softwares hiperconvergentes que rodam nos hosts de 1ª geração. Para substituí-los é possível simplesmente expandir os clusters atuais com adição de novos hosts, de forma a compensar a saída dos hosts de 1ª geração, conforme mostrado na figura 13.

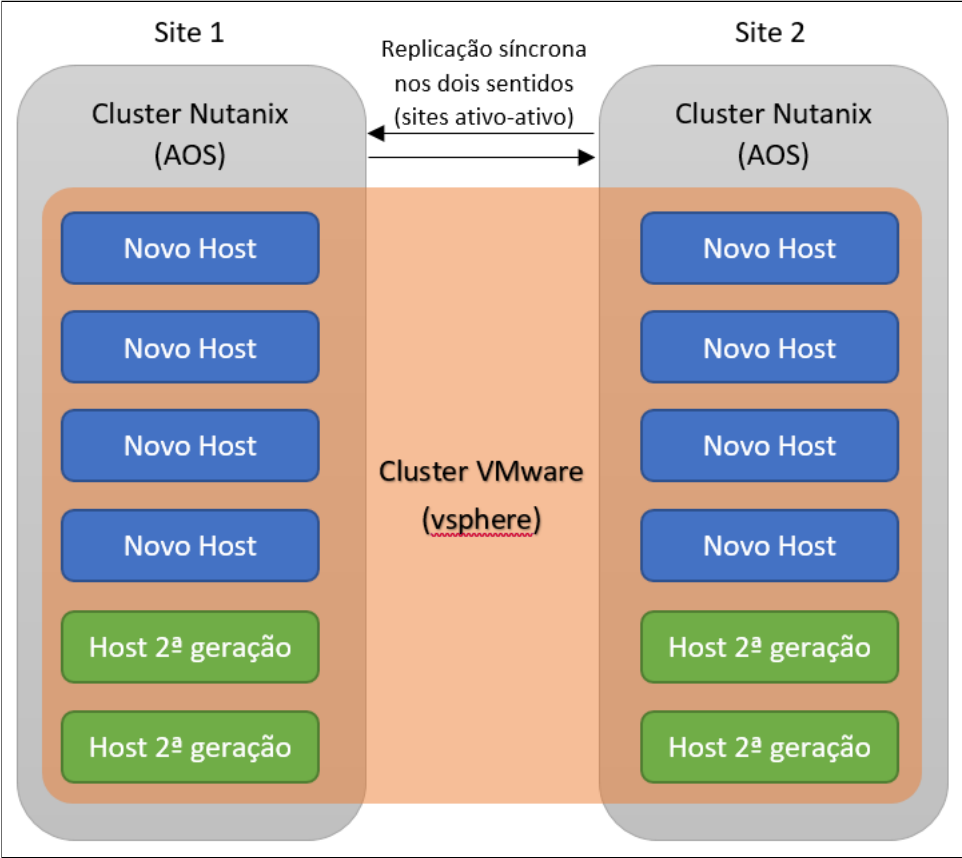


Figura 13

A expansão dos clusters pode ser feita de forma transparente, sem impactar as cargas de trabalho. Cada host de 1ª geração pode ser desativado, enquanto um novo host é adicionado. Os clusters, tanto da hiperconvergência Nutanix, como do virtualizador VMware se manteriam os mesmos, por isso o termo "expansão dos clusters". O número de oito novos hosts mostrados na figura 13 é ilustrativo e poderá ser inferior (ou superior) dependendo da especificação técnica escolhida. Este dimensionamento deverá ser detalhado caso essa opção se mostre promissora.

É possível notar que essa estratégia resultará em um ambiente misto, com hosts de gerações diferentes. Este ponto é relevante porque implicará em aquisições adicionais durante o ciclo de vida da solução. Isso porque é fácil perceber que os novos hosts vão possuir um ciclo de vida mínimo de 5 anos, enquanto os hosts de 2ª geração, que já se encontram em fase avançada do ciclo de vida, não poderão ser renovados para além de 2027.

Outra característica importante com relação a essa estratégia é que, como não haverá criação de clusters novos, tanto a fabricante do hardware, como as fabricantes dos softwares (virtualizador e hiperconvergência) deverão ser mantidos. Como resultado, a aquisição precisará restringir marca do hardware à fabricante Lenovo, pois não é permitido a mistura de hosts de fabricante diferentes em um mesmo cluster. Além disso, haverá também a necessidade de restringir a marca do software pois, nessa estratégia, para manter os clusters existentes, haverá a necessidade de manter os softwares virtualizador e hiperconvergência das duas fabricantes VMware e Nutanix respectivamente.

5.1.4. CENÁRIO 4 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE HIPERCONVERGENTE E SEM REAPROVEITAMENTO DE HOSTS

Essa estratégia consiste em desativar todos os hosts atuais (inclusive os de 2ª geração) e adquirir novos hosts que irão assumir todas as cargas de trabalho. A figura 14 mostra a arquitetura dessa solução.

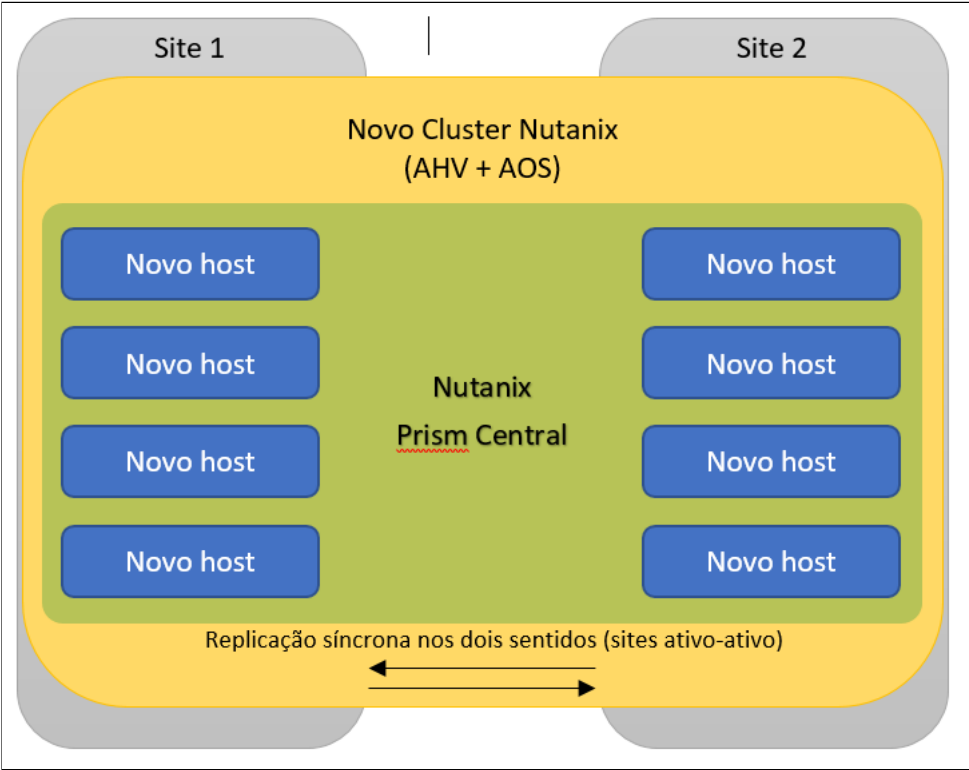


Figura 14

Verifica-se que com a substituição de todos os hosts físicos da solução, não há relação de dependência com a fabricante do hardware, ou seja, embora o software seja da fabricante Nutanix, o hardware poderá ser de qualquer fabricante homologada pela Nutanix. Isso daria maior margem para a concorrência entre fabricante de hardware o que pode compensar o não reaproveitamento dos hosts de 2ª geração.

Outro fato decorrente da criação de novos clusters é que não há mais a necessidade de manter softwares de fabricantes distintas para o papel do virtualizador e da hiperconvergência. Esse é um fato favorável pois um ambiente com software diferentes para a virtualização e a hiperconvergência traz desvantagens como restrições de funcionalidades e gerenciamentos distintos. Além disso, as fabricantes dos softwares (tanto a VMware como a Nutanix) alteraram recentemente seus portfólios de forma a disponibilizar o licenciamento como serviço e em formato de "bundle", ou seja, não é mais possível comprar apenas um recurso, como o de virtualização, por exemplo. Como consequência, em um ambiente novo, onde não há reaproveitamento de hosts, não faz mais sentido, do ponto de vista econômico, manter softwares de diferentes fabricantes. Sendo assim, torna-se altamente recomendável a padronização dos softwares de virtualização e hiperconvergência, podendo ser uma padronização baseada em plataforma Nutanix ou uma padronização baseada em plataforma VMware.

O cenário 4 baseia-se na padronização pela plataforma Nutanix, mas será tratado também cenários com a padronização do software pela plataforma VMware (ver cenários 7 e 8).

5.1.5. CENÁRIO 5 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE HIPERCONVERGENTE E COM REAPROVEITAMENTO DOS HOSTS DE 2ª GERAÇÃO

Essa estratégia consiste em desativar os hosts de 1ª geração, remanejar os hosts de 2ª geração de forma a criar um site stand-by para DR e criar um novo cluster Nutanix com novos hosts para sustentar as cargas de trabalho. A figura 15 mostra a arquitetura dessa solução.

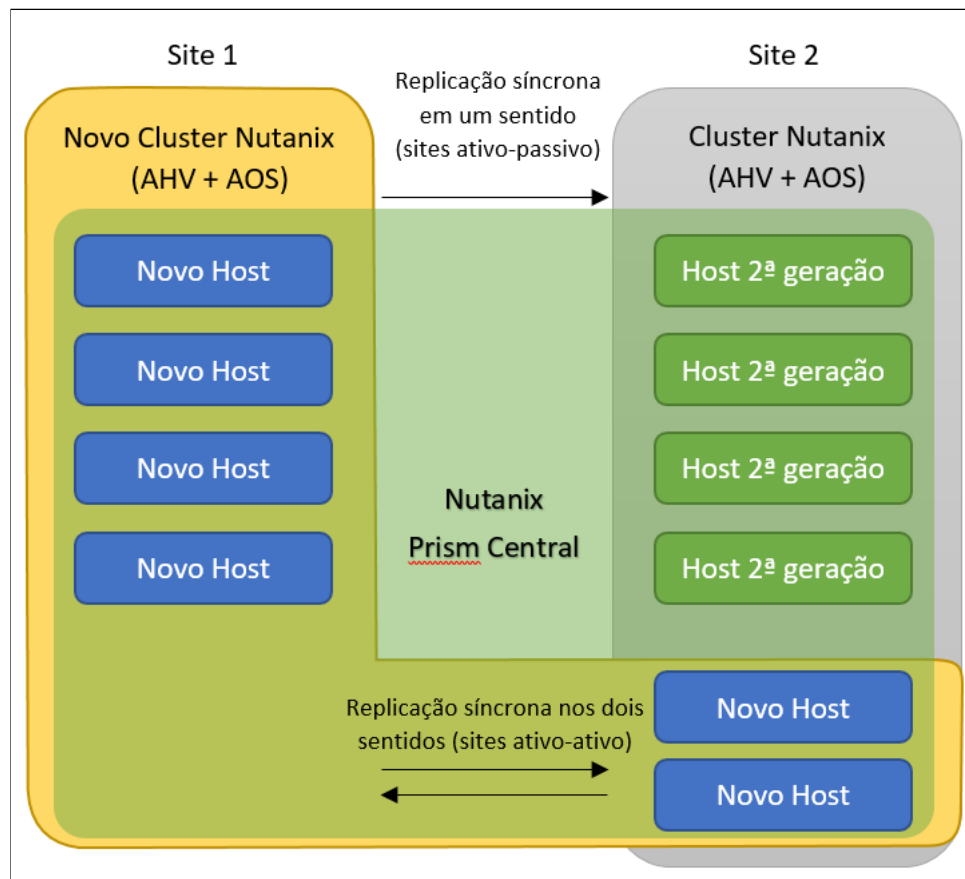


Figura 15

Os novos hosts irão compor um cluster estendido entre o site principal (site 1) e o site secundário (site 2) e ficarão ativos sustentando o ambiente de produção. Em caso de desastre e indisponibilidade do site principal, as cargas de trabalho serão assumidas por um quantitativo menor de hosts novos localizados no site standby (site 2), sendo os recursos computacionais complementados pelos hosts de 2ª geração. Os hosts de 2ª geração do site standby terão seus suportes renovados até o fim de seu ciclo de vida, sendo necessário a aquisição de novos hosts quando seus suportes não puderem ser mais renovados.

5.1.6. CENÁRIO 6 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE HIPERCONVERGENTE E COM REAPROVEITAMENTO DE TODOS OS HOSTS

Essa estratégia é semelhante à 5.1.5, porém reaproveitando de todos os hosts do site 2 do ambiente de produção atual. A figura 16 mostra a arquitetura dessa solução.

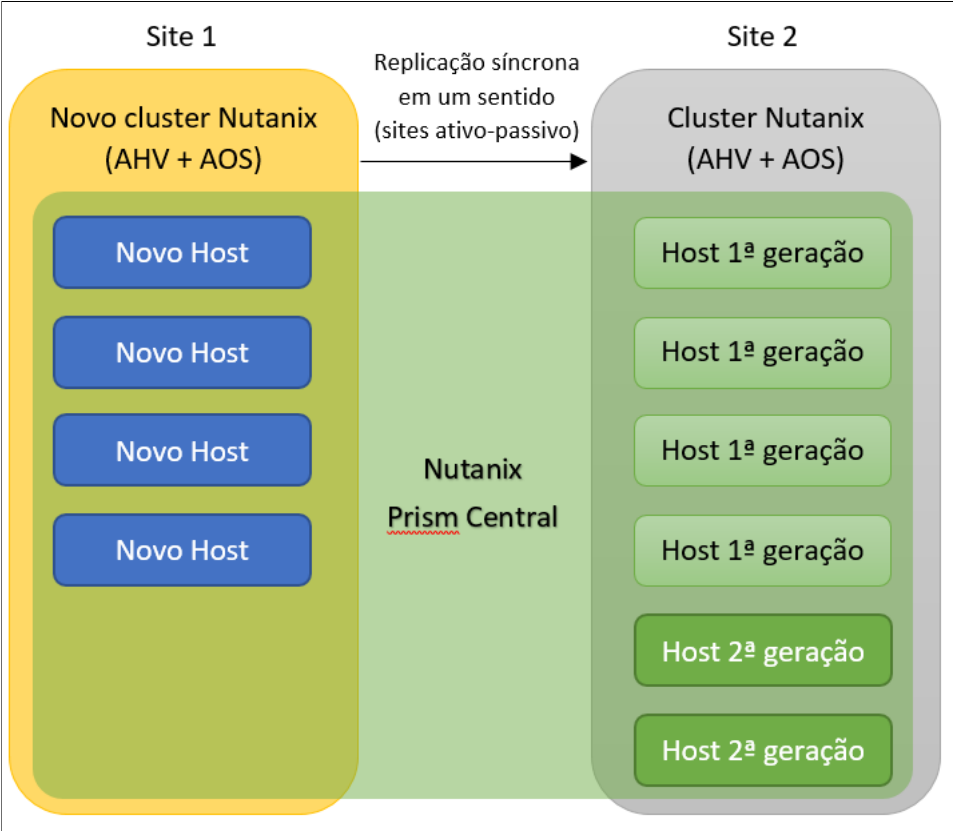


Figura 16

Os novos hosts irão compor o site principal (site 1) que ficará ativo e sustentará o ambiente de produção. A diferença da opção 5.1.5 é que nesta opção, como todos os hosts do site 2 serão reaproveitados, não haverá necessidade de remanejamento de hosts entre sites.

No entanto, como essa opção faz uso de hosts de 1ª geração, entende-se que o site standby antederá no sistema "melhor esforço". Ou seja, os recursos e a saúde do site standby poderão ser monitorados e ações poderão ser tomadas para sanar problemas, mas não existirá a opção de suporte técnico da fabricante no site standby, este suporte só estará disponível para o site principal.

5.1.7. CENÁRIO 7 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE VIRTUALIZADOR

Essa estratégia consiste em padronizar o software virtualizador em detrimento do software da hiperconvergência. A figura 17 mostra a arquitetura adotada nessa opção.

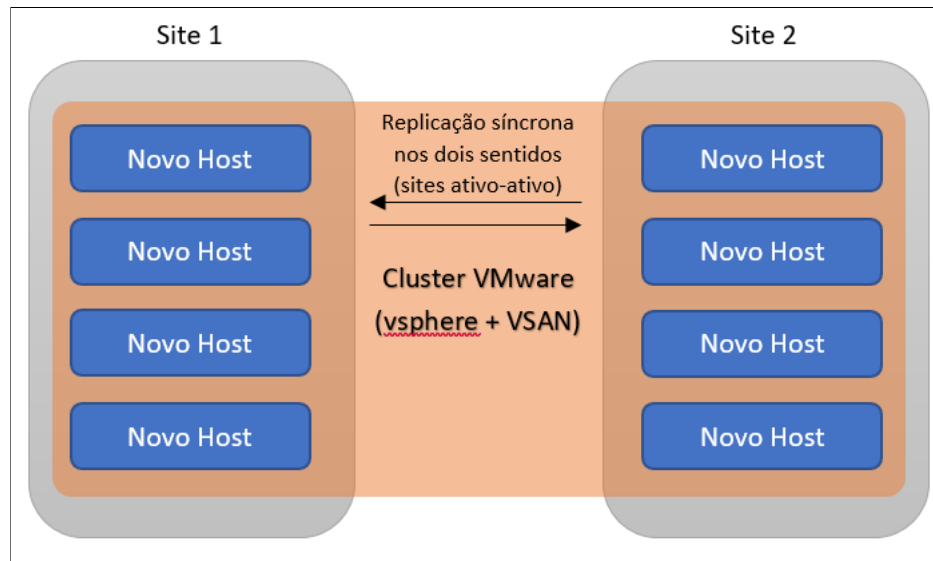


Figura 17

O software virtualizador é o vsphere da fabricante VMware. Para cumprir o papel da hiperconvergência, existem soluções no mercado que adotam a tecnologia VMware VSAN. Através do VSAN é possível criar storage definido por software (SDS), que é a base para a hiperconvergência.

Importante enfatizar que, ao padronizar o software virtualizador, não há a opção de reaproveitamento de hosts, pois os hosts de 1ª geração e 2ª geração implantados no ambiente atual são Appliances Lenovo/Nutanix, sendo assim não podem ser utilizados como appliances de hiperconvergência utilizando solução VSAN da VMware.

5.1.8. CENÁRIO 8 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE VIRTUALIZADOR E TECNOLOGIA dHCI

Essa estratégia consiste em implementar uma arquitetura denominada dHCI (Disaggregated Hiperconverged Infrastructure). A figura 18 mostra como ela funciona.

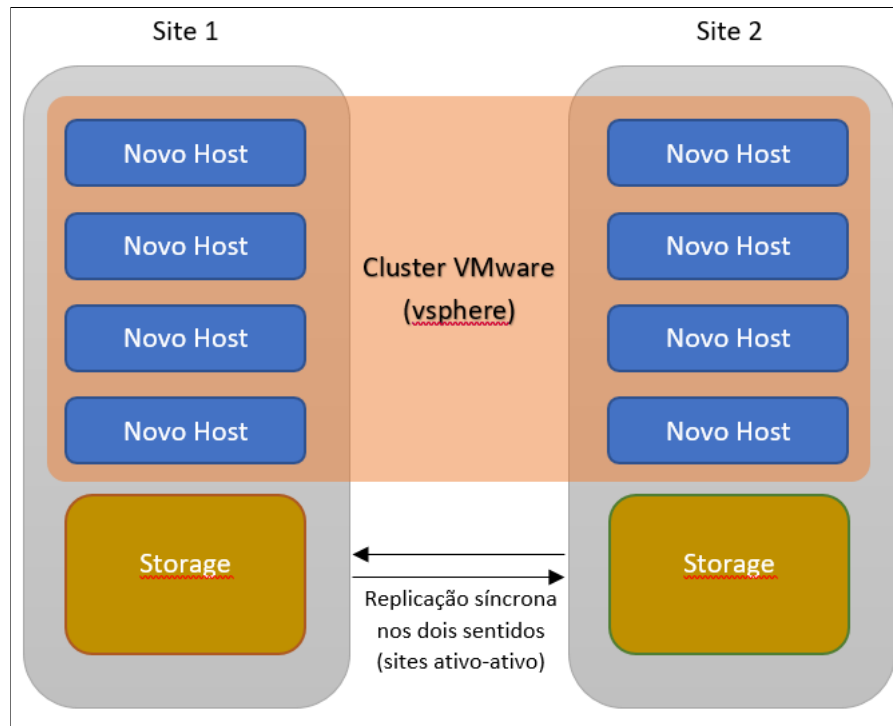


Figura 18

Conforme mencionado anteriormente, na arquitetura de hiperconvergência (HCI) o processamento, a memória, o armazenamento e a rede estão todos integrados aos hosts (nós hiperconvergentes). Cada host contribui para um "pool" total de recursos, este desenho traz muitas vantagens como simplificação do gerenciamento e a escalabilidade. A dHCI faz uso de vários elementos da HCI porém retira os discos dos hosts e incorpora-os à Storages apartados. A princípio o desenho pode até lembrar a arquitetura tradicional não convergente, porém não é o caso. Isso porque a dHCI não faz uso de redes SAN, ou seja, a conectividade entre os hosts e o storage é feito por switches ethernet, semelhante à HCI. Além disso a dHCI possui camada de software para prover serviços como mobilidade, otimização e proteção de dados e ferramentas de gerenciamento unificados (semelhante à HCI).

Atualmente a única fabricante que disponibiliza a dHCI é a HPE e com o software de virtualização da VMware, assim, essa arquitetura pode ser considerada como uma opção adicional ao cenário descrito em 5.1.7.

5.1.9. CENÁRIO 9 - NOVO CLUSTER

Essa estratégia consiste na aquisição de uma nova solução de hiperconvergência com a criação de novos clusters baseados em outras tecnologias além das já mencionadas nos cenários anteriores. Sabemos que os dois principais "players" do mercado são a Nutanix e a VMware como podemos constatar no quadrante mágico do Gartner.



Figura 19

Além dessas duas fabricantes, Nutanix e VMware, existem no mercado várias outras soluções de hiperconvergência. Algumas soluções são agnósticas ao hardware, enquanto que outras possuem hardware próprio e outras apresentam uma lista de hardwares homologados. Algumas soluções são baseadas no kernel de um hipervisor customizado, enquanto que outras são baseadas em VMs de controle. Algumas são vendidas já incorporadas a uma plataforma de virtualização, enquanto que outras são agnósticas ao hypervisor.

Podemos continuar citando diferentes características encontradas nas soluções de mercado, mas um ponto importante a ser destacado é que a hiperconvergência é uma tecnologia complexa. O sucesso de sua implementação em uma infraestrutura depende de inúmeras variáveis. Para garantir o correto funcionamento na infraestrutura do TRE-MG seria necessário uma análise aprofundada de cada solução, o que, devido aos fatos mencionados anteriormente, é impraticável. Sendo assim, vamos analisar uma baseada em software livre.

Em pesquisa ao portal de software público brasileiro (https://softwarepublico.gov.br/social/search/software_infos) não foram encontrados softwares de virtualização de ambiente, nem de hiperconvergência. Porém, em pesquisa livre na internet, foi verificado opções de software livre, sendo que o melhor avaliado foi o PROXMOX-VE/CEPH.

O Ceph é a tecnologia utilizada para a entrega dos storages definidos por software. Trata-se de um projeto que inicialmente tinha seu foco no armazenamento de objetos, como arquivos por exemplo, mas que nas versões mais atuais passou a tratar de armazenamento de blocos, que é o caso dos HDs das maquinas virtuais. Atualmente ele é utilizado no projeto de nuvem privada OpenStack e conta com o desenvolvimento e atenção de muitos membros da comunidade de software livre.

O Proxmox-VE ou Proxmox Virtual Environment é uma plataforma de virtualização que integra o hypervisor KVM, os containers Linux (LXC), os storages definidos por software e as funcionalidades de rede para a criação de clusters, VMs e serviços como alta disponibilidade, e DR.

Para fins de comparação de soluções, a ser feita em 5.2, será utilizado o Proxmox-VE/CEPH como representante do cenário 9.

5.2. COMPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES

5.2.1. Metodologia de Avaliação:

Os cenários foram avaliados por critérios ponderados, compostos de quesitos objetivos. Foram levantados 11 critérios, sendo que cada um possuía de 1 a 6 quesitos, perfazendo um total de 42 quesitos, avaliados sob a perspectiva de cada cenário. Cada um dos quatro integrantes, membro da equipe técnica do TRE-MG, atribuiu uma pontuação de 1 a 5 a cada um dos 42 quesitos, sendo: 1 péssimo, 2 ruim, 3 bom, 4 muito bom e 5 excelente. As pontuações dos quesitos, descritos neste documento são a média das notas.

$$NOTA_{\text{quesitos}} = MÉDIA(NOTA_{\text{individual}})$$

Foram também acordados entre os membros da equipe técnica os pesos para cada critério sendo a justificativa mostrada no início da avaliação de cada um. Os pesos variam de 1 a 5, sendo 1 para critérios de muito pouca relevância, 2 para critérios de pouca relevância, 3 para critérios relevantes, 4 para critérios muito relevantes e 5 para critérios de relevância crítica.

A nota total para cada critério foi obtida a partir dos seus pesos, multiplicados pelas médias das notas de seus respectivos quesitos.

$$NOTA_{\text{critério-i}} = PESO_{\text{critério-i}} \times MÉDIA(NOTA_{\text{quesitos}}), \text{ onde o índice } i \text{ varia de 1 a 11 correspondendo aos 11 critérios.}$$

A nota final de cada cenário foi calculada pelo somatório das notas obtidas a partir de seus respectivos critérios avaliados, conforme a fórmula abaixo:

$$NOTA_{\text{cenário-j}} = SOMA(NOTA_{\text{critério-ij}}), \text{ onde o índice } j \text{ varia de 1 a 9 correspondendo aos 9 cenários avaliados.}$$

5.2.2. CRITÉRIO 1 - SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO:

5.2.2.1. Peso 5 - Justificativa: A segurança da informação é extremamente importante nos dias de hoje por várias razões, como, por exemplo, proteção da privacidade, ameaças cibernéticas (que podem levar a perda de dados ou indisponibilidade de sistemas) e preservação de imagem institucional. Para avaliar este critério será utilizado o CVE. O CVE (Common Vulnerabilities and Exposures) é uma lista de registro de ameaças e vulnerabilidades identificadas em softwares. O CVE é supervisionado pela corporação Mitre, com financiamento da Agência de Segurança Cibernética e Infraestrutura (CISA), parte do Departamento de Segurança Interna dos EUA. O objetivo é oferecer uma maneira confiável de reconhecer vulnerabilidades exclusivas e coordenar o desenvolvimento de ferramentas e soluções de segurança. Para avaliar este critério, será utilizado o seguinte quesito:

- Quesito 1: Número de CVEs relativos aos fabricantes e produtos envolvidos nos cenários listados.

5.2.2.2. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

QUESITO 1	1,5	3	3,5	5	5	4,25	3,25	2,5	3,5
-----------	-----	---	-----	---	---	------	------	-----	-----

5.2.4. CRITÉRIO 2 - DISPONIBILIDADE:

5.2.4.1. Peso 5 - Justificativa: Sistemas indisponíveis podem interromper o atendimento ao público e afetar a imagem institucional do Tribunal perante à sociedade. Para evitar esses impactos negativos, são estabelecidos acordos de nível de serviço (SLA) que garantem um percentual de tempo máximo no qual um determinado sistema pode ficar inoperante. Para garantir os níveis acordados, são necessárias a utilização de técnicas das quais podemos listar como quesitos:

- Quesito 1: Duplicação de componentes críticos;
- Quesito 2: Implementação em dois Datacenters localizados em endereços distintos com replicação síncrona de dados;
- Quesito 3: Adoção de mecanismos de self-healing;
- Quesito 4: Adoção de fail-over automático;
- Quesito 5: Utilização de soluções que minimizem erros operacionais;
- Quesito 6: Utilização de ferramentas de monitoramento, diagnóstico e gerência centralizada que façam análises preemptivas de problemas.

5.2.5. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	4,5	4,75	5	5	4,75	5	5	4	5
QUESITO 2	4,5	5	5	4,75	5	4,75	5	5	3,5
QUESITO 3	4,25	4,75	5	4,75	4,75	4,75	4,5	3,75	4,75
QUESITO 4	4,75	5	5	5	5	5	4,75	5	4
QUESITO 5	3	4,75	5	4,5	4	4	4,5	3,75	2,5
QUESITO 6	3	4,75	5	5	5	5	4,5	3,5	2,75

5.2.6. CRITÉRIO 3 - IMPLANTAÇÃO:

5.2.6.1. Peso 1 - Justificativa: O processo de implantação é uma etapa chave para o sucesso da solução. Vários elementos novos são adicionados ao ambiente e componentes existentes precisam ser reconfigurados. Durante essa fase são necessárias paradas programadas para migração de cargas de trabalho. Soluções complexas para serem implementadas tendem a demandar mais paradas programadas, que, por sua vez, vão exigir mais horas-extras às equipes técnicas, penalizando indiretamente o custo da solução. Embora seja uma fase crítica, seu peso não é máximo porque a janela de tempo sobre o qual seus efeitos são sentidos é relativamente curta em relação ao ciclo de vida da solução. Para garantir o sucesso da implantação, alguns cuidados podem ser observados, dos quais foram destacados através dos seguintes quesitos:

- Quesito 1: Ocupar o mínimo espaço físico no Datacenter, pois trata-se de um ambiente com um dos metros quadrados mais caros do Tribunal;
- Quesito 2: Minimizar o quantitativo de instalação, desinstalação e remanejamento de equipamentos;
- Quesito 3: Evitar modificações que vão além do escopo da solução, como, por exemplo, adequações nas instalações elétricas, refrigeração e rede de comunicação;
- Quesito 4: Dispor de ferramentas que facilitem a migração de cargas de trabalho;
- Quesito 5: Dispor de mecanismos que minimizem o tempo de parada;
- Quesito 6: Fornecer meios para teste e fail-back.

5.2.7. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	2,5	4,25	3,25	3,75	3,75	3,75	4	3,5	4
QUESITO 2	2,75	4,75	3,25	2,25	3,25	3,25	2,5	2,75	2,5
QUESITO 3	3,5	4,75	4	4,25	4,25	4,5	4,25	3,75	4
QUESITO 4	2	4,75	4	2,5	2,75	3,5	3,25	3	2,25

QUESITO 5	1	5	3,75	2,25	2,5	2,25	3	2,25	1,75
QUESITO 6	4	5	4,25	4,25	4,25	4,5	4,25	3,75	4

5.2.8. CRITÉRIO 4 - DESEMPENHO:

5.2.8.1. Peso 4 - Justificativa: Atualmente o perfil de uso das cargas de trabalho do Tribunal é bem conhecido e pode ser atendido plenamente por qualquer cenário (desde que bem dimensionado). Porém é importante notar que novas tecnologias, como IA (Inteligência Artificial) estão em foco e são conhecidas por demandarem alto nível de processamento e memória. Assim, a solução deve ter suporte às tecnologias mais avançadas que possam trazer o máximo desempenho. Este critério será avaliado pelos seguintes quesitos:

- Quesito 1: Suporte a processadores e memórias de última geração;
- Quesito 2: Suporte para discos de estado sólido (all-flash);
- Quesito 3: Suporte para expansão futura de periféricos como GPUs (ou hardware equivalente) para processamento de IA;
- Quesito 4: Suporte para uma maior variedade marcas e modelos de hardware;
- Quesito 5: Disponibilizar o maior número de componentes e funcionalidades baseadas em software.

5.2.9. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	5	1,5	3	4,5	4	3	4,75	4,75	5
QUESITO 2	5	1,75	4	5	4,25	3,5	5	5	4,75
QUESITO 3	3	2,25	4	4,5	4,25	4	4,75	4,75	3,75
QUESITO 4	5	3,5	3	4	4,25	3,75	4,5	3,75	4,75
QUESITO 5	2,75	5	4,75	5	5	4,75	4,75	3,75	5

5.2.10. CRITÉRIO 5 - GERÊNCIA:

5.2.10.1. Peso 3 - Justificativa: Soluções com boas ferramentas de gerência proporcionam uma melhor eficiência na operação do ambiente. Um aumento na eficiência gera maior produtividade dos colaboradores. Maior produtividade permite a adoção de equipes técnicas mais enxutas. A demanda constante por novos serviços que utilizam a infraestrutura de TI e a dificuldade de ampliação do número de vagas no serviço público evidenciam o papel crítico que este critério desempenha na solução. Para entregar uma gerência de alto nível, foram selecionadas algumas funcionalidades que serão adotadas como quesitos, conforme listadas a seguir:

- Quesito 1: Gerência unificada e utilização/customização de dashboards;
- Quesito 2: Criação, parametrização e envio de alarmes por e-mail e visualização de tarefas, eventos, relatórios, logs e auditoria;
- Quesito 3: Ferramentas de monitoramento, análise de métricas, histórico, planejamento de capacidade e automação de tarefas;
- Quesito 4: Ferramentas de gerência dos elementos de produção como máquinas virtuais, storages, switches, etc;
- Quesito 5: LCM (Life Cycle Management) com suporte a atualizações inteligentes e integradas dos softwares e firmwares;
- Quesito 6: Callhome com recursos de alertas, ticket e sugestões de melhoria do ambiente.

5.2.11. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	1,25	3,25	3,25	4,75	4,75	4,75	5	4	1,75
QUESITO 2	1,75	5	4,75	4,75	4,75	5	4,75	4,75	4,75
QUESITO 3	1,5	4,25	3,75	5	4,75	4,75	4,75	4,75	5
QUESITO 4	4,75	4,75	4,75	5	5	5	5	5	5
QUESITO 5	2,5	4,25	3,75	5	5	4,75	5	4	2,75
QUESITO 6	4,25	4,75	4,75	4,75	5	5	5	4,75	4,25

5.2.12. CRITÉRIO 6 - SUPORTE TÉCNICO:

5.2.12.1. Peso 5 - Justificativa: O suporte técnico é fundamental para a continuidade das operações. Vários problemas são resolvidos pela equipe técnica do Tribunal, porém problemas mais complexos podem exigir o apoio de suporte especializado do fabricante. Além disso, o suporte técnico, em conjunto com a garantia dos equipamentos, torna possível a troca de peças defeituosas. Cabe salientar que este critério foi determinante para gerar a demanda que pauta este estudo, pois o fim do ciclo de vida da solução atualmente em produção implica exatamente na impossibilidade de renovação do suporte do fabricante. Para o caso concreto, dado o papel crítico da solução de virtualização e hiperconvergência, o suporte técnico precisa dos seguintes quesitos:

- Quesito 1: Oferecer suporte oficial do fabricante no Brasil, com atendimento 24x7, com atendimento em, no máximo, 4 horas e solução do problema em até 24 horas;
- Quesito 2: Oferecer suporte presencial especializado, no local dos Datacenters, em caso de reparos nos hardware;
- Quesito 3: Oferecer suporte por telefone, e-mail e também via aplicativos de controle remoto tais como Webex, Zoom, Teams, entre outros, com quantidade ilimitada de chamados;
- Quesito 4: Fornecer suporte em português;
- Quesito 5: Apresentar ponto único de contato.

5.2.13. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	5	1,75	3,75	4,75	5	4,75	5	5	2,75
QUESITO 2	5	4,75	5	5	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75
QUESITO 3	5	4,75	5	4,75	4,75	5	5	5	5
QUESITO 4	4,25	4,75	5	5	5	5	4,75	4,75	3,75
QUESITO 5	3,75	5	5	5	4,75	5	4,75	5	3,75

5.2.14. CRITÉRIO 7 - INTEROPERABILIDADE:

5.2.14.1. Peso 3 - Justificativa: A interoperabilidade é o critério que avalia o nível de compatibilidade que a solução oferece perante as tecnologias disponíveis no mercado. Quanto mais interoperável, maior será o leque de opções para adaptações às mudanças. Para o caso concreto, com base nas tecnologias utilizadas no ambiente do Tribunal, são desejadas as seguintes características:

- Quesito 1: Suporte a múltiplos hypervisors;
- Quesito 2: Suporte a múltiplos hardwares;
- Quesito 3: Suporte a DR cross-hypervisor;
- Quesito 4: Suporte à solução de backup Veeam (solução atualmente em produção).

5.2.15. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	4,75	4,75	5	5	4,75	4,75	3,75	3,75	4,5
QUESITO 2	4,75	3,25	3,25	4,25	4,25	4,25	3,75	2,75	5
QUESITO 3	3,75	4,75	4,75	5	5	5	3,75	4,25	4,25
QUESITO 4	4,75	5	5	5	4,75	5	5	5	4,25

5.2.16. CRITÉRIO 8 - ESCALABILIDADE:

5.2.16.1. Peso 4 - Justificativa: A escalabilidade está relacionada ao grau de facilidade em adicionar novos recursos à solução. É um critério importante porque melhora a relação de oferta x demanda, minimizando o risco de falta de recursos (cargas de trabalho prejudicadas) ou excesso de recursos (capacidade ociosa). Assim é possível dimensionar a solução de forma mais justa às cargas de trabalho e expandir conforme necessário. Para obter um alto grau de escalabilidade a solução precisa oferecer:

- Quesito 1: Oferecer facilidade de expansão horizontal (scale-out);
- Quesito 2: Oferecer facilidade de expansão vertical (scale-in).

5.2.17. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	4,5	5	5	4,75	5	5	5	4	4,75
QUESITO 2	4	5	5	5	4,75	4,75	4,75	4	4,75

5.2.18. CRITÉRIO 9 - LONGEVIDADE:

5.2.18.1. Peso 2 - Justificativa: A longevidade está relacionada à extensão do ciclo de vida da solução. É um critério importante porque soluções com maior ciclo de vida tendem a oferecer uma melhor relação custo-benefício e, consequentemente, um menor custo total de propriedade (TCO). Além disso, um prolongamento do ciclo de vida evita grandes intervenções na infraestrutura e, consequentemente, minimizam o tempo de paradas programadas. Por fim, a longevidade maximiza o intervalo entre aquisições, que impacta positivamente nos custos administrativos, resultantes de processos licitatórios. Por este critério cabe analisar os quesitos a seguir:

- Quesito 1: Oferecer maior tempo de suporte e garantia;
- Quesito 2: Utilizar linha de processadores de última geração;
- Quesito 3: Utilizar componentes com menor grau de inter-dependência tecnológica.

5.2.19. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	5	2,25	3,75	5	4,25	2,75	4,75	4,75	4,75
QUESITO 2	5	1,25	1,75	3,5	3	2,75	3,75	4,75	4,75
QUESITO 3	5	3	3,5	4,25	3,75	4,25	4,25	5	5

5.2.20. CRITÉRIO 10 - MATURIDADE:

5.2.20.1. Peso 3 - Justificativa: A maturidade da solução define o seu tempo e grau de estabilidade e consolidação no mercado. É importante porque, quanto maior a maturidade, maior será a sua confiabilidade, a disponibilidade de documentação e a sua implementação por outros órgãos da administração. Por este critério, foi analisado o quesito:

- Quesito 1: Tempo em que a solução encontra-se consolidada no mercado.

5.2.21. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	3,75	5	4,75	5	4,75	5	3,75	4,25	2,75

5.2.22. CRITÉRIO 11 - FUNCIONALIDADES E SERVIÇOS ADICIONAIS:

5.2.12.1. Peso 2 - Justificativa: Este critério trata das funcionalidades e serviços que vão além do escopo da virtualização e hiperconvergência e que podem agregar valor em projetos futuros. Os quesitos utilizados para avaliar este critério são:

- Quesito 1: Mecanismos que facilitem a implantação de nuvem privada;
- Quesito 2: Integração com os principais provedores de nuvem pública como Amazon Web Services (AWS), Google Cloud e Microsoft Azure;

- Quesito 3: Serviços que agreguem valor à solução como File Server, Objects, sef-service e VDI (Virtual Desktop Infrastruture).

5.2.23. As notas atribuídas para este critério foram:

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6	CENÁRIO 7	CENÁRIO 8	CENÁRIO 9
QUESITO 1	1,25	2,25	1,75	4,75	3,25	2,75	3,75	3,75	4,5
QUESITO 2	4,75	4,75	5	4,75	4,75	4,75	5	4,75	4,25
QUESITO 3	4,75	5	4,75	5	5	5	5	5	3,75

5.2.22. MATRIZ DE DECISÃO

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 7	Cenário 8	Cenário 9
Critério 1	7,5	15	17,5	25	25	21,25	16,25	12,5	17,5
Critério 2	20	24,17	25	24,17	23,75	23,75	23,54	20,83	18,75
Critério 3	2,63	4,75	3,75	3,21	3,46	3,63	3,54	3,17	3,08
Critério 4	16,6	11,2	15	18,4	17,4	15,2	19	17,6	18,6
Critério 5	10,67	17,5	16,67	19,5	19,5	19,5	19,67	18,17	15,67
Critério 6	23	21	23,75	24,5	24,25	24,5	24,25	24,5	20
Critério 7	13,5	13,31	13,5	14,44	14,06	14,25	12,19	11,81	13,5
Critério 8	17	20	20	19,5	19,5	19,5	19,5	16	19
Critério 9	10	4,33	6	8,5	7,33	6,5	8,5	9,67	9,67
Critério 10	11,25	15	14,25	15	14,25	15	11,25	12,75	8,25
Critério 11	7,17	8	7,67	9,67	8,67	8,33	9,17	9	8,33
Total	139,32	154,26	163,09	181,89	177,17	171,41	166,86	156,00	152,35

Tabela 4

5.3. REGISTRO DE SOLUÇÕES CONSIDERADAS INVIÁVEIS

Após estudos adicionais e consulta ao mercado, dos nove cenários analisados, podemos considerar os cenários 1, 2, 3, 6, 8 e 9 inviáveis pelos motivos apontados a seguir:

5.3.1. CENÁRIO 1 - SUBSTITUIÇÃO DA ATUAL HIPERCONVERGÊNCIA POR SOLUÇÃO TRADICIONAL NÃO CONVERGENTE

Conforme apontado em 5.1.1, podemos deduzir que essa solução é inviável pelos seguintes motivos:

- Escalabilidade Limitada: A expansão ou atualização de capacidades pode ser mais desafiadora em ambientes não convergentes, pois pode exigir uma abordagem mais manual e cuidadosa para garantir compatibilidade entre os novos componentes e os existentes.
- Complexidade de Gerenciamento: Em ambientes não convergentes, onde servidores, armazenamento e redes são tratados como componentes separados, o gerenciamento pode ser mais complexo. Isso pode exigir habilidades e ferramentas específicas para administrar cada componente separadamente.
- Integração Manual: A integração entre servidores, redes e sistemas de armazenamento pode depender mais de configurações manuais, o que aumenta o potencial para erros humanos e a necessidade de tempo de configuração mais longo.
- Requisitos de Espaço e Energia: Soluções não convergentes podem exigir mais espaço físico e consumir mais energia devido à necessidade de múltiplos dispositivos independentes. Isso pode impactar os custos operacionais e a eficiência energética.
- Custo Total de Propriedade (TCO): O TCO pode ser mais alto em soluções não convergentes devido a custos adicionais associados à compra e manutenção separada de servidores, sistemas de armazenamento e equipamentos de rede.
- Provisionamento Mais Lento: O provisionamento de recursos pode ser mais demorado em soluções não convergentes, especialmente quando comparado com ambientes hiperconvergentes que oferecem capacidades de provisionamento rápido e automático.
- Manutenção Mais Complexa: Atualizações e manutenção de hardware podem ser mais complexas em ambientes não convergentes, exigindo a coordenação entre diferentes fornecedores e sistemas.
- Suporte e Resolução de Problemas: O suporte e a resolução de problemas podem ser mais desafiadores, pois diferentes fornecedores podem estar envolvidos, cada um com seus próprios processos de suporte.
- Necessidade de Especialização em Diversas Áreas: A equipe de TI pode precisar ser mais diversificada em termos de habilidades, com especialistas em servidores, armazenamento e redes, o que pode aumentar a complexidade de treinamento e gestão de pessoal.

5.3.2. CENÁRIO 2 - RENOVAÇÃO DO SUPORTE E GARANTIA DA SOLUÇÃO DE HIPERCONVERGÊNCIA ATUALMENTE INSTALADA

O cenário 2 é promissor e poderia ser o indicado por ser facilmente implementado e por ser mais barato. Inclusive foi este o cenário adotado no passado para manter a solução operante até o presente.

No entanto, como qualquer solução de TIC, existe um ciclo de vida em que a fabricante mantém a possibilidade de oferecer o suporte. O fim do ciclo de vida significa que não há mais a possibilidade de obter qualquer tipo de suporte, seja contra defeitos ou correções de segurança para os softwares.

Embora isso não ocorra com a totalidade da solução implantada, a fabricante não permite a renovação do suporte para apenas parte dos equipamentos mantendo a operação em conjunto com outros que estejam com o ciclo de vida expirado.

Assim, não é possível a renovação do suporte neste cenário e, considerando que ficar sem o suporte da fabricante é um alto risco para a continuidade das operações dos Datacenters, é inevitável que os hosts em fim de vida sejam descontinuados.

Com os hosts em fim de vida descontinuados, não há como os hosts remanescentes manterem os recursos demandados pelas cargas de trabalho e por isso esse cenário torna-se inviável.

5.3.3. CENÁRIO 3 - EXPANSÃO DO CLUSTER

Em consulta ao fabricante, foi informado que para atender a uma expansão de recursos com adição de novos nós hiperconvergentes seria necessário a criação de novos clusters. Isso ocorre porque o modelo de licenciamento do software foi alterado, sendo que os hosts em produção estão no licenciamento 1.0 e os novos estariam no modelo 2.0. Como não é possível misturar modelos de licenciamento em um mesmo cluster, a criação destes é inevitável.

Portanto, ao impor a condição de criação de novo cluster, não está sendo atendida a principal exigência que caracteriza este cenário (expansão dos clusters existentes). Por outro lado, já existe um cenário que trata da criação de novos clusters com manutenção de clusters em produção e estes são os cenários 5 e 6. Sendo assim, devido às condições do modelo de licenciamento do software da hiperconvergência e que há cenários que atendem a essas condições, não existe viabilidade para o cenário 3.

5.3.4. CENÁRIO 6 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE HIPERCONVERGENTE E COM REAPROVEITAMENTO DE TODOS OS HOSTS

O cenário 6 permitiria o reaproveitamento de todos os hosts do site secundário. Atualmente, tanto o site primário, como o site secundário possuem mais da metade dos recursos providos por hosts em fim de vida. Substituir apenas os hosts do site primário por novos hosts pode parecer uma boa opção.

A implementação deste cenário envolveria a criação de um novo cluster no site primário e o cluster secundário permaneceria composto por hosts sem suporte e garantia do fabricante (lembrando que mais da metade do site secundário seria composto por hosts em fim de vida, o que inviabiliza a renovação do suporte, conforme visto em 5.3.2).

Essa arquitetura, que a princípio poderia funcionar, não poderia ser mantida por muito tempo. Isso porque a solução é composta por softwares que são atualizados com relativa frequência. A atualização de software é importante pois através dela são feitas otimizações, inclusão de novas funcionalidades e, principalmente, correções de segurança.

Embora neste cenário o site primário (composto por novos hosts) possa ser atualizado, o mesmo não poderá ser feito no site secundário (hosts antigos). Como consequência, além das ponteciais falha de segurança que se acumulariam no site secundário, existe potencial risco dos dois sites ficarem incompatíveis devido a diferença de versões de software. Sendo assim, fica evidente que este cenário é inviável.

5.3.5. CENÁRIO 8 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE VIRTUALIZADOR E TECNOLOGIA dHCI

Após análise aprofundada, foram encontrados os seguintes fatores que inviabilizam a implementação do cenário 8:

- Possui arquitetura mais complexa porque utiliza equipamentos de storages externos;
- Exige uma curva de aprendizado mais longa já que é uma arquitetura muito diferente da implantada atualmente e diferente também de todos os outros cenários;
- A resiliência da solução como um todo é menor porque os equipamentos de storages possuem uma redundância fixa 1+1. Em soluções hiperconvergentes convencionais este problema não ocorre, porque tanto o processamento como o armazenamento são distribuídos igualmente entre os nós dos clusters, sendo assim quanto maior o quantitativo de nós, maior será a resiliência.
- Possui maior custo para escalar, pois é necessário aquisição de novos licenciamentos de software tanto para expansão de processamento como para expansão de armazenamento;
- Devido às diferenças e peculiaridades do cenário 8, não seria possível especificá-lo juntamente com os outros cenários, ou seja, a escolha pelo cenário 8, inviabiliza a opção pelos demais cenários, o que reduziria significativamente a competitividade;
- O cenário 8 é oferecido apenas por um fabricante de hardware, fato que não ocorre com os outros cenários;
- A fabricante que oferece a solução descrita no cenário 8 (HPE), disponibiliza também uma solução que se enquadra no cenário 4, o que, a princípio, mantém a competitividade.

5.3.6. CENÁRIO 9 - NOVO CLUSTER

Para este cenário, foi considerada a solução PROXMOX-VE/CEPH. Conforme explicado em 5.1.9, trata-se de uma solução de software livre. No entanto, após pesquisa foram encontrados os seguintes fatores que inviabilizam sua implementação:

- Ausência de replicação síncrona e RPO=0: Na versão gratuita não permite a implementação de replicação síncrona entre sites, conforme requisitos 3.2.7, 3.2.8 e 3.2.10;
- Ausência de fail-over automático: Atualmente utilizado na solução em produção, essa funcionalidade permite reduzir significativamente o RTO da solução através da utilização do fail-over automático implementado pela arquitetura dois sites + servidor witness (requisito 3.2.9).
- Complexidade de Gerenciamento: Devido à impossibilidade de intergração entre elementos de hardware e software, o gerenciamento pode ser mais complexo. Isso pode exigir habilidades e ferramentas específicas para administrar cada componente separadamente.
- Integração Manual: A integração entre servidores, redes e sistemas de armazenamento pode depender mais de configurações manuais, o que aumenta o potencial para erros humanos e a necessidade de tempo de configuração mais longo.
- Manutenção Mais Complexa: Atualizações e manutenção do software e hardware podem ser mais complexas, exigindo maior tempo e esforço da equipe técnica para o planejamento e a coordenação das atividades.
- Suporte e Resolução de Problemas: Não existe suporte oficial da fabricante no Brasil, conforme solicitado pelo requisito 3.6.3.
- Suporte unificado do hardware e do software: Não existe suporte unificado, ou seja, ponto único de contato que fica responsável por qualquer tipo de problema relacionado à solução, incluindo incidentes de hardware e software, conforme solicitado pelo requisito 3.6.12.
- Necessidade de Especialização em Diversas Áreas: Por ser uma solução completamente nova e com diversos tipos de componentes não integrados, seria necessário tempo para equipe de TI do Tribunal se especializar em cada uma delas. Seria necessário também especialistas em áreas diferentes o que pode ser um desafio devido ao número limitado de servidores locados na seção responsável pela solução.

5.4. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS

Considerando as alternativas viáveis, será feita a seguir uma análise dos custos envolvidos em cada solução. Devido ao grau de customização exigido no caso concreto, a análise precisou de dados de propostas obtidas do mercado.

Cabe salientar que, devido ao grande número de cenários e da complexidade das soluções envolvidas, existe uma patente dificuldade em obter propostas do mercado em tempo razoável para a elaboração do estudo. Por isso, elementos presentes em uma proposta poderão ser utilizados para estimar e completar a análise de outro cenário.

5.4.1. Solução Viável 1 - CENÁRIO 4 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE HIPERCONVERGENTE E SEM REAPROVEITAMENTO DE HOSTS

Nesse cenário, a estimativa de custos para atendimento da demanda seria:

Item	Descrição	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
1	Servidor (nó) (6444Y, 2TB) de hiperconvergência tipo appliance	8	R\$ 348.560,00	R\$ 2.788.480,0
1.1	Softwares Nutanix: NCP Pro que inclui: NCI Ultimate e NCM Pro. Vigência de 5 anos, licenciados por Core.	256	R\$ 13.940,00	R\$ 3.568.640,0
1.2	Software Xclarity Pro	8	R\$ 2.490,00	R\$ 19.920,00
1.3	Serviços de garantia e suporte por 5 anos, 24x7 com solução em até 24h	8	R\$ 20.230,00	R\$ 161.840,00
1.4	Serviços de implantação, configuração, migração, hand-on	1	R\$ 270.000,00	R\$ 270.000,00
1.5	Tranceivers multimodo SFP28 25G SR para conexão com os switches	32	R\$ 598,00	R\$ 19.136,00
1.6	Cordão óptico duplex multimodo OM3 LC-LC para conexão com os switches	32	R\$ 126,00	R\$ 4.032,00
1.7	Servidor Witness	1	R\$ 65.756,00	R\$ 65.756,00
1.8	Licenciamento de software Hypervisor/sistema operacional do servidor witness	1	R\$ 101.980,00	R\$ 101.980,00
1.9	Software Xclarity Pro	1	R\$ 3.148,00	R\$ 3.148,00
1.10	Suporte técnico e garantia do witness, por 5 anos, 24x7 com solução em até 24h	1	R\$ 11.998,00	R\$ 11.998,00
Subtotal (Solução HCI)				R\$ 7.014.930,0
2	Equipamentos de conectividade de rede (switches Top-of-Rack)	4	R\$ 130.980,00	R\$ 523.920,00
2.1	Acessório - kit de montagem em rack	4	R\$ 1.245,00	R\$ 4.980,00
2.2	Cabo de console	4	R\$ 608,00	R\$ 2.432,00
2.3	Cabo Aruba DAC 100G QSFP28 to QSFP28 de 1 metro	4	R\$ 2.110,00	R\$ 8.440,00
2.4	Transceiver Aruba 25G SFP28 LR 10km Monomodo com conector LC	4	R\$ 20.995,00	R\$ 83.980,00
2.5	Transceiver Aruba 25G SFP28 SR 100m Multimodo com conector LC	8	R\$ 4.565,00	R\$ 36.520,00
2.6	Cordão óptico duplex OM3 LC/UPC-LC/UPC Multimodo 5 metros	4	R\$ 179,00	R\$ 716,00
2.7	Transceiver SFP28 25G SR 100m Multimodo com conector LC	32	R\$ 603,00	R\$ 19.296,00

Subtotal (Switches)	R\$ 680.284,00
Total	R\$ 7.695.214,0

Tabela 5 - Baseado nas propostas, documentos nº 5785860 (solução HCI) nº 5825882 (switches) enviadas em 10/10/2024 e 22/10/2024, respectivamente.

5.4.2. Solução Viável 2 - CENÁRIO 5 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE HIPERCONVERGENTE E COM REAPROVEITAMENTO DOS HOSTS DE 2ª GERAÇÃO

Nesse cenário, a estimativa de custos para atendimento da demanda seria:

Item	Descrição	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
1	Servidor (nó) de hiperconvergência tipo appliance, incluindo softwares de virtualização e hiperconvergência	6	R\$ 348.560,00	R\$ 2.091.360,0
1.1	Softwares Nutanix: NCP Pro que inclui: NCI Ultimate e NCM Pro. Vigência de 5 anos, licenciados por Core.	192	R\$ 13.940,00	R\$ 2.676.480,0
1.2	Software Xclarity Pro	6	R\$ 2.490,00	R\$ 14.940,00
1.3	Serviços de garantia e suporte por 5 anos, 24x7 com solução em até 24h	6	R\$ 20.230,00	R\$ 121.380,00
1.4	Serviços de implantação, configuração, migração, hand-on	1	R\$ 270.000,00	R\$ 270.000,00
1.5	Tranceivers multimodo SFP28 25G SR para conexão com os switches	24	R\$ 598,00	R\$ 19.136,00
1.6	Cordão óptico duplex multimodo OM3 LC-LC para conexão com os switches	24	R\$ 126,00	R\$ 3.024
1.7	Renovação da garantia e suporte técnico dos servidores (nós) de Hiperconvergência, tipo appliance, modelo ThinkAgile HX5520, marca Lenovo, seriais J5006EA, J5006EB, J5006E9 e J5006E8, incluindo todos os softwares da Nutanix (Acropolis Ultimate e Prism Pro) para 31/12/2027	1	R\$ 531.300,00	R\$ 531.300,00
1.8	Servidor Witness	1	R\$ 65.756,00	R\$ 65.756,00
1.9	Licenciamento de software Hypervisor/sistema operacional do servidor witness	1	R\$ 101.980,00	R\$ 101.980,00
1.10	Software Xclarity Pro	1	R\$ 3.148,00	R\$ 3.148,00
1.11	Suporte técnico e garantia por 5 anos, 24x7 com solução em até 24h	1	R\$ 11.998,00	R\$ 11.998,00
Subtotal (Solução HCI)				R\$ 5.910.502,0
2	Equipamentos de conectividade de rede (switches Top-of-Rack)	4	R\$ 130.980,00	R\$ 523.920,00
2.1	Acessório - kit de montagem em rack	4	R\$ 1.245,00	R\$ 4.980,00
2.2	Cabo de console	4	R\$ 608,00	R\$ 2.432,00
2.3	Cabo Aruba DAC 100G QSFP28 to QSFP28 de 1 metro	4	R\$ 2.110,00	R\$ 8.440,00
2.4	Transceiver Aruba 25G SFP28 LR 10km Monomodo com conector LC	4	R\$ 20.995,00	R\$ 83.980,00
2.5	Transceiver Aruba 25G SFP28 SR 100m Multimodo com conector LC	8	R\$ 4.565,00	R\$ 36.520,00
2.6	Cordão óptico duplex OM3 LC/UPC-LC/UPC Multimodo 5 metros	4	R\$ 179,00	R\$ 716,00

2.7	Transceiver SFP28 25G SR 100m Multimodo com conector LC	32	R\$ 603,00	R\$ 19.296,00
Subtotal (Switches)				R\$ 680.284,00
Total				R\$ 6.590.786,00

Tabela 6 - Baseado nas propostas, documentos nº 5750865 (renovação de nós), nº 5785860 (solução HCI) e nº 5825882 (switches), enviadas em 05/08/2024, 10/10/2024 e 22/10/2024, respectivamente.

* Não foi considerado o custo adicional, inerente a este cenário, que seria necessário para substituição dos hosts renovados até 2027 (impossibilidade de estimar quantitativo e preço de novos hosts para 2027).

5.4.3. Solução Viável 3 - CENÁRIO 7 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE VIRTUALIZADOR

Nesse cenário, a estimativa de custos para atendimento da demanda seria:

Item	Descrição	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
1	Nó de hiperconvergência	8	R\$ 745.900,00	R\$ 5.967.200,00
1.1	VMware Cloud Foundation 5 (por núcleo).	256	R\$ 7.800,00	R\$ 1.996.800,00
1.2	VMware vSAN 8 (por TB).	192	R\$ 8.700,00	R\$ 1.670.400,00
1.3	Serviços de garantia e suporte por 5 anos, 24x7 com solução em até 24h + YDYD para o nó de hiperconvergência	8	R\$ 91.150,00	R\$ 729.200,00
1.4	Serviços de implantação, configuração, migração, hand-on	1	R\$ 202.000,00	R\$ 202.000,00
1.5	Servidor Witness	1	R\$ 101.500,00	R\$ 101.500,00
1.6	Serviços de garantia e suporte por 5 anos, 24x7 com solução em até 24h + YDYD para o servidor witness	1	R\$ 13.100,00	R\$ 13.100,00
1.7	Licenciamento de software do servidor witness	32	R\$ 7.800,00	R\$ 249.600,00
Subtotal (Solução HCI)				R\$ 10.929.800,00
2	Equipamentos de conectividade de rede (switches Top-of-Rack)	4	R\$ 130.980,00	R\$ 523.920,00
2.1	Acessório - kit de montagem em rack	4	R\$ 1.245,00	R\$ 4.980,00
2.2	Cabo de console	4	R\$ 608,00	R\$ 2.432,00
2.3	Cabo Aruba DAC 100G QSFP28 to QSFP28 de 1 metro	4	R\$ 2.110,00	R\$ 8.440,00
2.4	Transceiver Aruba 25G SFP28 LR 10km Monomodo com conector LC	4	R\$ 20.995,00	R\$ 83.980,00
2.5	Transceiver Aruba 25G SFP28 SR 100m Multimodo com conector LC	8	R\$ 4.565,00	R\$ 36.520,00
2.6	Cordão óptico duplex OM3 LC/UPC-LC/UPC Multimodo 5 metros	4	R\$ 179,00	R\$ 716,00
2.7	Transceiver SFP28 25G SR 100m Multimodo com conector LC	32	R\$ 603,00	R\$ 19.296,00
Subtotal (Switches)				R\$ 680.284,00
Total				R\$ 11.610.084,00

Tabela 7 - Baseado nas propostas, documentos nº 5750916 (Solução HCI) e nº 5825882 (switches), enviadas em 17/09/2024 e 22/10/2024, respectivamente.

6. ESCOLHA DE SOLUÇÃO

6.1. JUSTIFICATIVA TÉCNICA E ECONÔMICA DA ESCOLHA DA SOLUÇÃO

5.4.

Será feita a avaliação do custo-benefício de cada uma das opções viáveis, onde o benefício será a nota obtida na matriz de decisão (Tabela 4) e o custo obtido dos levantamentos feitos em

CENÁRIO 4 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE HIPERCONVERGENTE E SEM REAPROVEITAMENTO DE HOSTS: $181,89 / 7,7 = 23,62$ pontos/milhão de R\$

R\$

CENÁRIO 5 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE HIPERCONVERGENTE E COM REAPROVEITAMENTO DOS HOSTS DE 2ª GERAÇÃO: $177,17 / 6,6 = 26,84$ pontos/milhão de

CENÁRIO 7 - NOVO CLUSTER COM PADRONIZAÇÃO DO SOFTWARE VIRTUALIZADOR: $166,86 / 11,6 = 14,39$ pontos/milhão de R\$

O cenário 5 apresentou um bom custo-benefício, porém ele não foi escolhido pelos seguintes motivos:

- O cenário 5 é a versão do cenário 4 com reaproveitamento de hosts, ou seja, tanto o software de virtualização como o de hiperconvergência para ambos cenários são da Nutanix. Em outras palavras, o cenário 5 pode ser considerado uma alternativa ao cenário 4. No entanto escolher o cenário 5 significa abrir mão do cenário 7, devido à inviabilidade em especificar estes dois cenários em conjunto. Isso porque o reaproveitamento de hosts não é possível no contexto do cenário 7 devido ao fato dos hosts atuais serem appliances Lenovo/Nutanix;

- Embora o cenário 5 apresente, a princípio, um custo atrativo, é importante salientar que a renovação do suporte dos hosts de 2ª geração só é possível até 2027. Consequentemente, embora o custo possa parecer similar àqueles dos cenários 4 e 7, na verdade ele implicará em um custo adicional no horizonte de 3 anos, ao invés de 5 anos, como ocorre com os outros dois cenários mencionados. Isso porque ao escolher o cenário 5, será necessário a aquisição em 2027 de novos nós hiperconvergentes para substituir os hosts de 2ª geração que estarão em fim de vida;

- A implementação da arquitetura do cenário 5, embora possível, pode ser desafiadora. A adoção de um cluster composto por hosts novos replicando sincronamente com um cluster composto por hosts reaproveitados pode impactar o desempenho da solução. Este efeito será sentido principalmente pelo fato da nova solução ser All-flash (dispositivos de armazenamento mais rápidos) e dos hosts reaproveitados ainda estarem equipados com discos mecânicos (dispositivos de armazenamento mais lentos);

- Parte da solução envolvida no cenário 5, especificamente a renovação do suporte dos hosts reaproveitados, está limitada a apenas um fabricante de hardware, no caso, a fabricante do appliance, fato que diminui a concorrência;

- A fabricante que oferece a solução descrita no cenário 5 (Lenovo/Nutanix), também pode oferecer a solução que se enquadra no cenário 4, ou seja, a não escolha do cenário 5 não implicará na diminuição da concorrência.

Os cenários 4 e 7 são semelhantes com basicamente uma única diferença: os softwares de virtualização e hiperconvergência. No caso do cenário 4 é buscada a padronização das plataformas de virtualização e hiperconvergência com os softwares da Nutanix, enquanto no cenário 7, a padronização é feita com os softwares da VMware. Mesmo o cenário 4 tendo um melhor custo-benefício, os dois cenários podem ser facilmente descritos em uma única especificação técnica, já que possuem uma arquitetura muito semelhante. Além disso, os cenários 4 e 7 cumprem todos os requisitos com eficiência equivalente.

Sendo assim, com o objetivo de ampliar a concorrência, observando o pleno atendimento dos requisitos, será considerada uma solução que seja composta por novo cluster, composto inteiramente por novos hosts, do tipo appliances hiperconvergentes, sendo aceito que a padronização, tanto da plataforma de virtualização, como da hiperconvergência, seja alcançada por meio dos softwares da Nutanix ou da VMware.

Com relação aos hosts existentes na infraestrutura atual é preciso salientar que estes continuarão a servir ao Tribunal, porém, por não terem mais seus suportes técnicos renovados, serão retirados do ambiente de produção e utilizados em ambientes de testes e para execução de serviços não essenciais.

6.2. JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA DE MARCA

JUSTIFICATIVA PARA RESTRIÇÃO DE MARCA DOS SOFTWARES DA SOLUÇÃO DE HIPERCONVERGÊNCIA

Via de regra, o presente estudo prezou pela escolha de opções que não restringissem a competitividade. Isso pode ser evidenciado pelas análises pautadas em fundamentos equânimes, dentre os quais ressalta-se parte dos quesitos avaliados no critério 7, apresentado em 5.2.14, que promove soluções que não levem ao aprisionamento tecnológico ou de marca.

Não obstante, cabe salientar que o sucesso na implementação de soluções de virtualização e hiperconvergência depende de um alto grau de detalhamento nas especificações técnicas e precisam ser desenhadas especificamente para atender a um determinado ambiente de produção. As partes que compõem essas soluções envolvem inúmeros componentes de hardware e software que devem ser perfeitamente compatíveis e estarem dimensionados para o perfil das cargas de trabalho.

No mercado existem diversas soluções diferentes de virtualização e hiperconvergência, por isso, para atender à demanda específica deste Tribunal, cada uma vai apresentar características próprias como o hardware adotado (appliances, storages, etc), o software utilizado (VMware, Nutanix, etc), além do processo de implantação, que varia conforme o tipo de solução adotada.

Pelo exposto, dada a criticidade e o elevado grau de refinamento dos parâmetros da solução, necessários para atender o caso concreto, e a especificidade encontrada em cada solução disponibilizada pelo mercado, não é possível adotar uma especificação técnica abrangente e irrestrita que englobe concomitantemente as características peculiares a cada ramo tecnológico implementado nas opções levantadas. Para resolver este problema e viabilizar o estudo, foram feitas análises de vários cenários, que fazem uso de soluções variadas, com uma configuração bem definida e ajustada para a realidade do TRE-MG. Todos os cenários foram avaliados por critérios compostos de quesitos objetivos sendo as notas resultantes registradas na matriz de decisão para posterior análise do melhor custo-benefício.

No cenário 4 foi utilizada a plataforma de virtualização e hiperconvergência com os softwares da Nutanix, enquanto no cenário 7 foi utilizada a plataforma de virtualização e hiperconvergência com os softwares da VMware. Após uma análise mais detalhada, constatou-se que a escolha pelos cenários 4 e 7 seria possível, pois compartilham de vários elementos comuns na sua implementação e arquitetura. Além disso, ao abrir o leque de opções a esses dois cenários, foi possível ampliar a competitividade sem prejudicar o atendimento dos requisitos e a busca pela padronização de plataforma de virtualização e hiperconvergência.

Portanto, considerando a flexibilização de opções por meio dos cenários 4 e 7, ficou definido que tanto appliances físicos utilizando os softwares da Nutanix como da VMware são válidos para atender aos requisitos do estudo.

Importante enfatizar que a restrição de marca dos softwares de virtualização e hiperconvergência às fabricantes Nutanix ou VMware, não alcança a marca do hardware. Em outras palavras, o hardware da solução poderá ser de outro fabricante, desde que os appliances físicos estejam devidamente homologado pelas fabricantes de softwares, conforme descrito nas especificações técnicas do nó de hiperconvergência.

JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA DA MARCA DOS SWITCHES

Recentemente, por meio do contrato Nº 003/22, processo SEI Nº 0006421-61.2021.6.13.8000, o TRE-MG adquiriu software de gerenciamento de redes para suporte e gerência de 500 dispositivos, com licença perpétua, do fabricante Hewlett Packard Enterprise (HPE). A solução gerencia e/ou monitora atualmente os switches, os Access Points que constituem a rede não cabeada, ambos de propriedade do TRE-MG e os roteadores de Internet e da rede MPLS fornecidos pelas CONTRATADAS em regime de comodato.

A rede não cabeada (Wireless) do TRE-MG é constituída apenas de equipamentos da fabricante HP Aruba, que interopera perfeitamente com a solução de gerência adquirida, por serem de mesmo fabricante.

Ocorre que, durante a implantação da solução realizada por técnico habilitado da CONTRATADA, constatou-se que os recursos de automação das operações mais sofisticadas da solução de gerência funcionam apenas com os switches da fabricantes HP Aruba. Os switches de outros fabricantes não interoperam plenamente com a ferramenta, dificultando a gestão e operação centralizada de toda a rede.

Além disso, foi concluído o processo de aquisição de equipamentos de rede, através do contrato Nº 072/2023, processo SEI Nº 0012154-71.2022.6.13.8000 com o objetivo de trocar de todos os switches gerenciáveis da rede LAN da capital. Neste processo, a aquisição buscou padronizar os switches adquiridos de modo que fossem totalmente compatíveis com a ferramenta de gestão de redes adquirida, preservando o investimento realizado em software, licenças e treinamento.

Conforme exposto acima, 100% dos switches da rede do TRE-MG, envolvendo todos prédios da capital, foram padronizados para a fabricante HPE Aruba, por meio do contrato Nº 072/2023. Dessa forma, foi garantida a completa interoperabilidade entre os equipamentos e a compatibilidade com o software de gerência.

É importante salientar que a restrição da marca/modelo dos switches Top-of-Rack não implicará necessariamente na diminuição da competitividade, pois a grande maioria, senão todos os fornecedores dessa categoria de equipamento oferecem, em seus respectivos portfólios, diversos fabricantes, incluindo os switches especificados neste estudo.

Por fim, para aumentar a competitividade, vale acentuar que os switches Top-of-Rack podem ser separados em lote específico, independente da solução de virtualização e hiperconvergência, permitindo que os fornecedores participem oferecendo propostas apenas para esses equipamentos de rede.

7. ESTIMATIVA DO VALOR DA CONTRATAÇÃO

A estimativa constante do presente estudo é apenas um valor referencial para embasamento da escolha da solução, apurada por meio da pesquisa de **mercado**, sendo que a pesquisa de **preços** realizada pela seção competente é a que será divulgada no edital de licitação, por ser a oficial.

Lote	Descrição	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
1	Solução de virtualização e hiperconvergência constituída por 8 (oito) nós de hiperconvergência (appliances físicos) e 1 (um) servidor witness fornecidos juntamente com os softwares e serviços de implantação, suporte técnico e garantia, de modo a compor uma solução completa, conforme especificações técnicas definidas neste estudo técnico.	1	R\$ 8.972.365,00	R\$ 8.972.365,0
2	Switches de rede Top-of-Rack Aruba CX 8360-32Y4C v2 com 32 portas 25G mais 4 portas 100G, fornecidos juntamente com transceivers, cabos e acessórios, conforme especificações técnicas definidas neste estudo técnico.	4	R\$ 170.071,00	R\$ 680.284,00
Total				R\$ 9.652.649,0

Tabela 8 - Baseado na média dos preços das tabelas 5 e 7.

8. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO COMO UM TODO

8.1. Conceitos técnicos adotados neste documento para o entendimento da solução.

8.1.1. Infraestrutura hiperconvergente: Infraestrutura hiperconvergente ou sistemas hiperconvergentes são caracterizados por uma arquitetura centrada em software que integra fortemente recursos de computação, armazenamento, rede e virtualização (1). Ao invés de distribuir os componentes em grupos de equipamentos distintos, apenas um grupo é formado, onde cada equipamento serve para todas as funções em conjunto, reduzindo a quantidade de equipamentos necessários, e assim, a complexidade (4).

8.1.2. Nó de hiperconvergência: Nó de hiperconvergência ou nó hiperconvergente é um servidor físico composto por hardware e software que contribui para a formação do conjunto total de recursos de computação, armazenamento, rede e virtualização disponibilizados pela infraestrutura hiperconvergente.

8.1.3. Appliance hiperconvergente: É um tipo de nó de hiperconvergência, que fornece diversas tecnologias de gerenciamento de data center em uma única caixa. O appliance hiperconvergente é vendido como um pacote integrado, mesmo que contenha produtos de fornecedores diferentes, como um fornecedor de hardware e outro fornecedor de software. O fabricante do appliance certifica que todos os vários componentes de hardware e software do dispositivo funcionem uns com os outros e atua como um ponto único de contato para suporte técnico (1).

8.1.4. Software Defined Storage (SDS): Software Defined Storage ou Storage Definido por Software é uma forma de virtualização de armazenamento para separar o hardware de armazenamento do software que o gerencia (2).

8.1.5. Cluster: Um cluster é um conjunto de servidores (nós) interconectados, que atuam como se fossem um único sistema e trabalham juntos para realizar tarefas de forma mais eficiente e escalável. Esses sistemas computacionais possuem alta disponibilidade, balanceamento de carga e processamento paralelo. Em um datacenter, um cluster é composto por vários nós, cada um com seu próprio processador, memória e armazenamento (8).

8.1.6. Cargas de trabalho: As cargas de trabalho referem-se à quantidade de trabalho (ou carga) que os softwares, aplicações e serviços informatizados impõe aos recursos de computação subjacentes (6), ou seja, trata-se de todos os softwares e dados que são armazenados e processados em uma infraestrutura de TI.

8.1.7. Máquinas virtuais: Máquinas virtuais ou Virtual Machines (VMs) é um software de ambiente computacional que executa programas como um computador real, também chamado de processo de virtualização. Máquinas virtuais são úteis, pois permitem ao usuário rodar vários sistemas operacionais dentro de uma única máquina física, tendo acesso a outros software existentes que podem ser instalados dentro da própria máquina virtual (7). Em ambientes virtualizados as cargas de trabalho são processadas e armazenadas nas máquinas virtuais e por isso estes dois termos serão utilizados com sentidos equivalentes no contexto das especificações técnicas desse Termo de Referência.

8.1.8. Arquitetura ativo-ativo: É uma arquitetura de resiliência de dados na qual as cargas de trabalho são distribuídas entre dois ou mais nós em um cluster, de modo a manter os dados seguros e disponíveis no caso de uma falha inesperada de componente. Diferentemente da arquitetura ativo-passivo, que somente permite a utilização dos nós de backup em caso de fail-over, na arquitetura ativo-ativo existe o acesso aos recursos de todos os nós durante a operação normal (8).

8.1.9. Resiliência N+1: É o nível de resiliência que utiliza um componente de backup (+1) que afasta a indisponibilidade dos sistemas devido a um único ponto de falha (9).

8.1.10. RF (Replication Factor) e FTT (Failures To Tolerate): São técnicas de resiliência de gravação de dados em discos que permitem a tolerância de um certo número de falhas sem comprometer sua funcionalidade. Tanto o RF2, como o FTT=1 indicam que os dados em discos estarão íntegros e disponíveis mesmo após a falha de 1 (um) dispositivo de armazenamento.

8.1.11. Alta disponibilidade: A alta disponibilidade ou High Availability (HA) é a capacidade de garantir a continuidade dos serviços utilizados, mesmo em ocasiões de falhas (por exemplo, de hardware, software, interrupção de energia, etc.)(10).

8.1.12. Recuperação de desastre: A recuperação de desastres ou Disaster Recovery (DR) é a capacidade de uma organização restaurar o acesso e a funcionalidade da infraestrutura de TI após um evento de desastre, seja natural ou causado por erro ou ação humana (11).

8.1.13. Cargas de trabalho protegidas (ou máquinas virtuais protegidas): São todos os softwares, aplicações e serviços informatizados que estão sendo executados em máquinas virtuais (VMs) configuradas para sobreviverem a um evento de desastre, com condições suficientes para continuarem em produção.

8.1.14. Site de datacenter: Local físico que armazena máquinas de computação e seus equipamentos de hardware relacionados. Ele contém a infraestrutura de computação que os sistemas de TI exigem, como servidores, unidades de armazenamento de dados e equipamentos de rede. É a instalação física que armazena e processa os dados digitais de qualquer empresa (12).

8.1.15. RPO: RPO (Recovery Point Objective) é a métrica que determina a quantidade máxima de dados que uma organização pode perder em caso de falha do sistema (13). Um RPO igual a zero indica que, em caso de falha, não há perda de dados.

8.1.16. RTO: RTO (Recovery Time Objective) é o tempo suportável que um ambiente pode ficar indisponível após um desastre. Traduzido como "Objetivo no Tempo de Recuperação", essa métrica é uma previsão máxima estipulada para restaurar um sistema, serviço, aplicação ou rede após um incidente ou falha (14).

8.1.17. Replicação síncrona: É uma técnica de proteção de dados onde estes são gravados na área primária e secundária ao mesmo tempo. Portanto, os dados permanecem idênticos e atuais em ambas as fontes (15).

8.1.18. Witness: Entidade utilizada em projetos de alta disponibilidade do tipo ativo-ativo distribuídos em dois sites geograficamente separados (metro-cluster), com o objetivo de auxiliar a orquestração do fail-over e garantir que apenas o site sobrevivente tente reestabelecer os serviços e aplicações, no caso de desastre.

8.1.19. Fail-over: Failover é a capacidade de alternar perfeita e automaticamente para um sistema de backup confiável (16). Pode ser implementado com witness em ambiente de alta disponibilidade distribuídos em sites geograficamente separados, com o objetivo de diminuir o RTO através de ações e processos automatizados.

8.1.20. Switch Top-of-rack: São switches desenhados para serem instalados no topo do rack sendo conectados diretamente nos nós do cluster. São compactos, com grande densidade de portas de alta velocidade (25GbE, 40GbE, 100GbE) e são otimizados para encaminhamento de pacotes com alta velocidade e baixa latência (5).

Fontes:

(1) <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/hyper-converged-appliance>

(2) <https://blog.eveo.com.br/hiperconvergencia-conceito>

(3) https://en.wikipedia.org/wiki/Software-defined_storage

(4) <https://www.controle.net/faq/o-que-e-cluster#:~:text=Um%20cluster%20%C3%A9%20um%20conjunto,de%20carga%20e%20processamento%20paralelo.>

- (5) <https://www.cbtnuggets.com/blog/technology/networking/top-of-rack-switching>
- (6) <https://www.computerweekly.com/br/definicoe/Carga-de-trabalho>
- (7) https://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_virtual
- (8) <https://www.purestorage.com/br/knowledge/what-is-active-active.html>
- (9) <https://www.coresite.com/blog/data-center-redundancy-n-1-vs-2n-1>
- (10) [disponibilidade/#:~:text=Direto%20ao%20ponto%3A%20alta%20disponibilidade,sistema%20n%C3%A3o%20podem%20ser%20interrompidas.](#)
- (11) <https://cloud.google.com/learn/what-is-disaster-recovery?hl=pt-BR>
- (12) <https://aws.amazon.com/pt/what-is/data-center/>
- (13) <https://www.controle.net/faq/o-que-e-rpo-recovery-point-objective>
- (14) <https://www.controle.net/faq/o-que-e-rto-e-qual-sua-importancia-para-a-continuidade-de-negocios>
- (15) <https://cloudcomputingbrasil.com.br/replicacao-de-dados-sincrona-vs-replicacao-de-dados-assincrona/>
- (16) <https://infonova.com.br/o-que-e-failover-importante/>

<https://www.blockbit.com/pt/blog/o-que-e-alta->

8.2. A solução terá a topologia mostrada na figura 20.

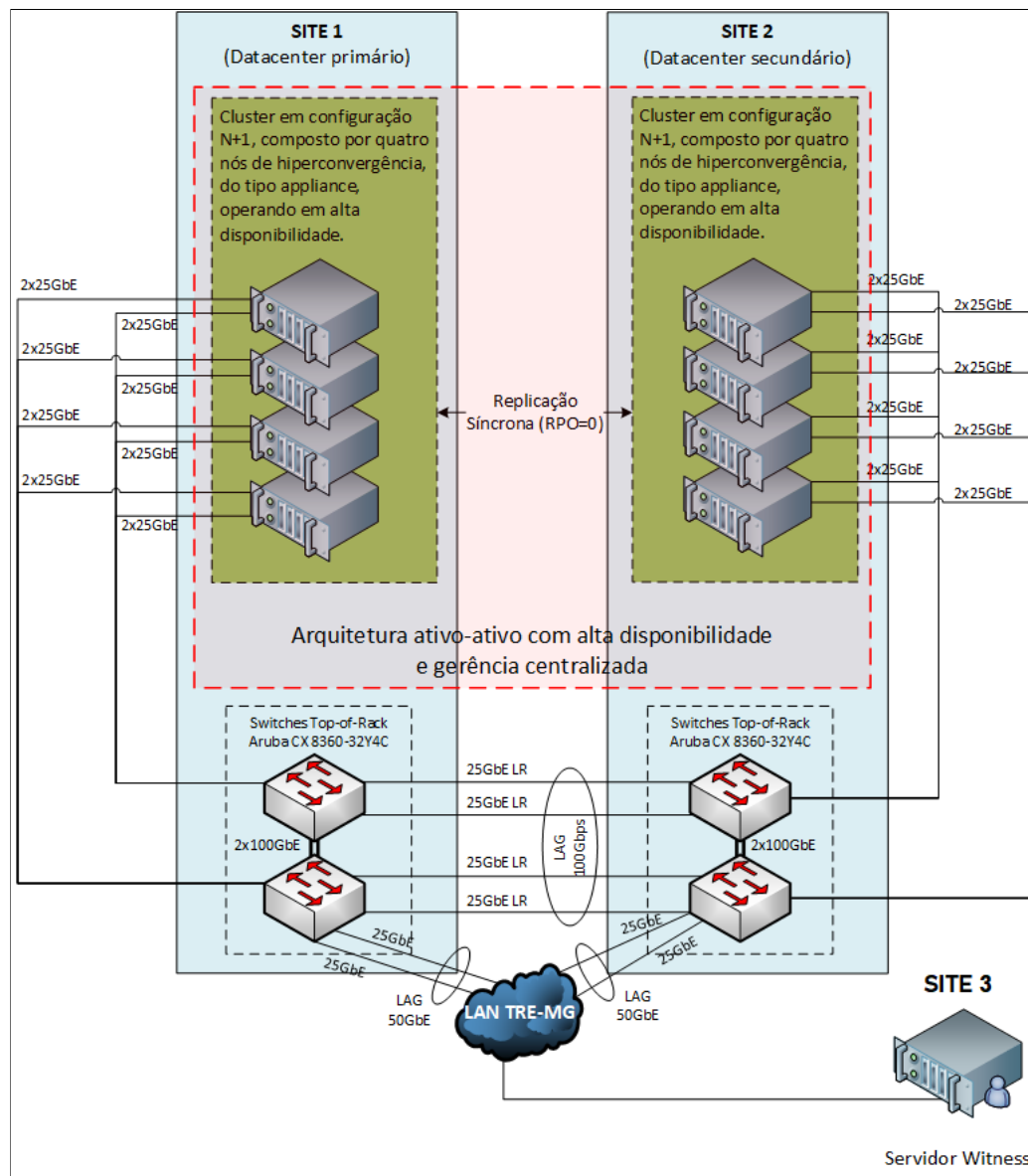


Figura 20

8.3. A solução será composta pelos seguintes itens:

LOTE 1 - SOLUÇÃO DE VIRTUALIZAÇÃO E HIPERCONVERGÊNCIA

Quantidade: 1 (uma) unidade

Descrição	Solução de virtualização e hiperconvergência constituída por 8 (oito) nós de hiperconvergência (appliances físicos) e 1 (um) servidor witness fornecidos juntamente com softwares e serviços de implantação, suporte técnico e garantia, de modo a compor uma solução completa, conforme as especificações a seguir.
Hardware dos appliances (nó) de hiperconvergência	1. Processamento I. Deve possuir dois processadores por nó de hiperconvergência, modelo de referência ou equivalente ao Intel Xeon Gold 6444Y. II. O modelo de hardware do appliance ofertado deverá possuir o índice auditado no sítio eletrônico oficial SPEC® - www.spec.org. III. Serão considerados equivalentes ao modelo de referência, processadores de outra família do mesmo fabricante ou de fabricante distinto, desde que o processador de geração igual ou mais recente e que o equipamento (nó hiperconvergente) ofertado tenha pontuações igual ou superior ao modelo de referência, medidos com o índice SPEC® CPU2017 do Standard Performance Evaluation Corporation – www.spec.org, considerando o resultado base (Baseline) do parâmetro Integer Rate. IV. Arquitetura do processador: x86 de 64 bits. V. Quantidade de núcleos físicos (cores): 16 (dezesesseis) por processador. VI. Suporte à virtualização: Intel VT-x ou equivalente. VII. Tanto processador como chipset deverão suportar memórias do tipo ECC. 2. Memória I. 02 (dois) Terabytes por nó de hiperconvergência. II. Os módulos de memória devem ser do tipo DDR5-4800MHz, RDIMM (Registered DIMM), com suporte a ECC (Error-correcting code). III. A configuração de memória dos equipamentos deverá ser constituída de maneira simétrica ocupando todos os canais de memória dos processadores com idênticos em padrão e capacidade para garantia de melhor desempenho. Não serão aceitas configurações com módulos diferentes entre si. 3. Armazenamento I. O nó de hiperconvergência deverá ser "all-flash", sendo composto exclusivamente por dispositivos de armazenamento SSD (Solid-State Drive) do tipo NVMe versão 4.0. II. Cada nó de hiperconvergência deve ter 02 (dois) dispositivos de armazenamento do tipo NVMe, com pelo menos 960GB cada, configurados em RAID 1 executado em hardware, não sendo aceitas soluções de RAID baseadas em software, para instalação do hypervisor/sistema operacional. III. O quantitativo e o tamanho dos dispositivos de armazenamento destinados às cargas de trabalho deverão ser dimensionados de forma que a "volumetria total líquida" disponível para as máquinas virtuais, seja de, no mínimo, 260 TiBs (duzentos e sessenta Tebibytes), divididos igualmente entre cada site (130 TiBs desconsiderando o espaço de armazenamento dos SSDs para instalação do hypervisor/sistema operacional e sem a utilização de recursos de deduplicação, compactação de dados ou qualquer outra tecnologia de otimização de espaço de armazenamento). IV. Entende-se por "volumetria total líquida", mencionada no subitem III, o espaço de armazenamento útil disponibilizado para as máquinas virtuais após a formação dos clusters, configuração lógica da solução e estabelecimento efetivo da resiliência RF2 ou FTT=1 e N+1 para cada cluster, conforme especificado na arquitetura de referência (ver 3.2.5. Arquitetura). V. Os dispositivos de armazenamento utilizados para compor a "volumetria total líquida", descrita no subitem IV, devem possuir especificações técnicas idênticas ao fabricante, tipo, tamanho, etc). VI. Os dispositivos de armazenamento destinados à instalação do hypervisor/sistema operacional, descritos no subitem II, não podem compartilhar a mesma conexão com os dispositivos destinados às máquinas virtuais de produção. VII. Todos os dispositivos de armazenamento deverão ser projetados para ambientes corporativos. VIII. Somente serão aceitos dispositivos SSD NVMe de classe empresarial (enterprise class) do tipo SLC ou MLC ou TLC. Não serão aceitos SSD classe consumidor do tipo QLC ou PLC. IX. Não serão admitidos dispositivos de armazenamento em gabinetes externos, de modo que, todos os dispositivos de armazenamento devem ser instalados no interior das unidades internas do equipamento, com padrão Hot-Plug/Hot-Swap, que permita a substituição sem a necessidade de desligar o equipamento e sem impactar a continuidade operacional dos serviços e aplicações. 4. Rede I. Cada nó de hiperconvergência deve possuir 02 (duas) placas de rede Ethernet Dual Port SFP28 25G. II. Deverá ser fornecido juntamente com cada nó de hiperconvergência, 04 (quatro) transceivers SFP28 25G SR multimodo com conector LC.

- III. Deverá ser fornecido juntamente com cada nó de hiperconvergência 04 (quatro) cordões ópticos tipo multimodo, duplex, OM3, com conectores LC/UPC-I comprimento de 3 (três) metros.
- IV. Os transceivers e cabos mencionados nos subitens II e III devem ser 100% compatíveis com os nós hiperconvergentes fornecidos.
- V. Cada nó de hiperconvergência deve possuir no mínimo 01 (uma) porta 1Gbps RJ45 dedicada à interface de gerenciamento out-of-band.

5. Chassi/placa-mãe

- I. O chassi deve ser projetado para instalação em rack padrão 19 polegadas e com abertura para acesso aos componentes internos sem necessidade de ferramentas.
- II. Cada nó de hiperconvergência deve vir acompanhado de kit trilhos deslizantes para instalação em rack de 19 polegadas, com suporte traseiro articulado para gerenciamento de cabos.
- III. A altura máxima deve ser de 2Us por nó de hiperconvergência.
- IV. Cada nó de hiperconvergência deve possuir, no mínimo, 12 (doze) baias para drives frontais hot-pluggable de 2,5".
- V. Cada nó de hiperconvergência deve possuir dispositivo frontal para exibição de alertas de mau funcionamento dos componentes internos, incluindo o monitorar falhas do processador, memória RAM, fontes de alimentação, dispositivos de armazenamento e ventiladores.
- VI. Cada nó de hiperconvergência deve possuir, no mínimo, um slot de expansão PCIe 5.0 x16 desocupado, compatível com placa aceleradora de vídeo (GPU wide).
- VII. Deve possuir ventilação adequada para a refrigeração do sistema interno, na sua configuração máxima e dentro dos limites de temperatura adequados para os componentes. Os ventiladores devem ser redundantes, ou seja, o sistema poderá continuar em operação normalmente no caso de falha de parte dos ventiladores e os de reserva deverão poder ser substituídos sem a parada do equipamento.
- VIII. Cada nó de hiperconvergência deve possuir no mínimo 1 (uma) porta de vídeo VGA padrão DB-15.

6. Fonte de Alimentação

- I. Cada nó de hiperconvergência deve possuir, no mínimo, 02 (duas) fontes hot-pluggable redundantes, ou seja, havendo indisponibilidade de uma das fontes remanescente manterá o nó hiperconvergente ligado, sem que haja interrupções. A substituição da fonte defeituosa deverá ocorrer sem que haja a necessidade de desligamento ou reinicialização do nó.
- II. As fontes devem possuir tensão de entrada de 220V AC.
- III. As fontes devem possuir selo de eficiência energética 80 Plus, padrão Platinum.
- IV. Cada fonte deve ser acompanhada por um cabo de energia elétrica de 3 (três) metros, com conector padrão NBR14136 e capacidade de condução de corrente compatível com a potência da fonte.

7. Gerência

- I. Cada nó de hiperconvergência deve possuir 01 (uma) porta dedicada à gerência, com suporte a controle remoto em tela gráfica e às seguintes funcionalidades: ligar, desligar e reiniciar o nó, fornecer alertas pré-falhas e defeito de disco e memória, suporte a montagem de imagem ISO para boot e instalação de sistema operacional, visualização e monitoramento do status dos componentes de hardware, temperatura e consumo de energia, permitir a criação de usuários e permissões de acesso independentemente da CPU do nó hiperconvergente e do hypervisor/sistema operacional, mesmo que tais componentes estejam travados ou inacessíveis.

8. BIOS/UEFI

- I. BIOS ou UEFI desenvolvida pelo mesmo fabricante do equipamento não sendo aceitas soluções em regime de OEM ou customizadas.
- II. A BIOS ou UEFI deve possuir o número de série do equipamento e campo editável que permita inserir identificação customizada podendo ser consultada por meio de gerenciamento, como número de propriedade e de serviço.
- III. Deve possuir funcionalidade de recuperação de estado da BIOS/UEFI a uma versão anterior gravada em área de memória exclusiva e destinada a este fim, de modo a garantir recuperação em caso de eventuais falhas em atualizações ou incidentes de segurança.
- IV. Deverá ser fornecido com Módulo TPM (Trusted Platform Module) 2.0.
- V. Deverá suportar Security Boot.
- VI. As atualizações de BIOS/UEFI devem possuir (assinatura) autenticação criptográfica segundo as especificações NIST SP800-147B ou NIST SP800131A ou FIPS 140-2.

	9. Requisitos adicionais I. Todos os nós de hiperconvergência devem ser appliances físicos da mesma fabricante e com especificações técnicas idênticas. II. Todos os nós de hiperconvergência devem ser projetados, testados e homologados para operar em ambiente hiperconvergente. III. Os componentes internos do nó hiperconvergente deverão ser projetados, homologados, instalados e testados pelo mesmo fabricante. Não serão aceitas livre comercialização no mercado, soluções baseadas em configurações montadas exclusivamente para atendimento destas especificações. IV. Não serão aceitas soluções baseadas em servidores de propósito geral, nós certificados, ready nodes ou similares. V. Não serão aceitas soluções tradicionais ou convergentes baseadas em SAN com storage externo. VI. Os nós de hiperconvergência devem permitir substituições de dispositivos físicos de armazenamento avariados sem interrupção das operações de I/O das que estão acessando os dados distribuídos no cluster. VII. Não serão aceitos equipamentos ou componentes reconicionados, previamente usados, descontinuados ou que estejam em processo de descontinuidade fabricante. VIII. Não serão aceitos equipamentos cuja data de encerramento de vendas (End-of-Sale) seja inferior a 1 (um) ano, a partir da data de publicação do edital. IX. Cada nó hiperconvergente deve vir acompanhado com todos os acessórios necessários ao seu pleno funcionamento. X. O fabricante do equipamento (appliance) deve ser registrado na "Membership List" do Unified Extensible Firmware Interface Fórum, acessível pelo www.uefi.org/members, estando na categoria "PROMOTERS", de forma a atestar que os seus equipamentos estão em conformidade com a especificação UE superior. XI. O fabricante do equipamento (appliance) deve ser membro do DMTF (Desktop Management Task Force) na categoria "BOARD", comprovado através de página http://www.dmtf.org/about/list/. XII. O fabricante do equipamento (appliance) deve ser membro do TCG (Trusted Computing Group) na categoria "PROMOTER", comprovado através: https://trustedcomputinggroup.org/membership/member-companies/.
Hardware do servidor witness	1. Processamento I. Deve possuir dois processadores, modelo de referência ou equivalente ao Intel Xeon Silver 4410Y. II. O modelo do servidor ofertado deverá possuir o índice auditado no sítio eletrônico oficial SPEC® - www.spec.org. III. Serão considerados equivalentes ao modelo de referência, processadores de outra família do mesmo fabricante ou de fabricante distinto, desde que o processador de geração igual ou mais recente e que o equipamento ofertado tenha pontuações igual ou superior ao modelo de referência, medidos de acordo com o índice CPU2017 do Standard Performance Evaluation Corporation - www.spec.org, considerando o resultado base (Baseline) do parâmetro Integer Rate. IV. Cada processador deve ter, no máximo, 16 (dezesesseis) núcleos físicos. V. Deve possuir poder de processamento em quantidade suficiente para atender a todas as funções necessárias para a execução do papel de witness, conforme práticas e recomendações definidas pela fabricante dos softwares da solução de virtualização/hiperconvergência. VI. Arquitetura do processador: x86 de 64 bits. VII. Suporte à virtualização: Intel VT-x ou equivalente. VIII. Tanto processador como chipset deverão suportar memórias do tipo ECC. 2. Memória I. A quantidade de memória RAM deve ser suficiente para atender a todas as funções necessárias para a execução do papel de witness, conforme boas práticas e recomendações definidas pela fabricante dos softwares da solução de virtualização/hiperconvergência. II. Deve possuir, no mínimo, 256 (duzentos e cinquenta e seis) Gigabytes. III. Tipo DDR5-4800MHz, RDIMM (Registered DIMM), com suporte a ECC (Error-correcting code). IV. A configuração de memória do equipamento deverá ser constituída de maneira simétrica ocupando todos os canais de memória dos processadores com idênticos em padrão e capacidade para garantia de melhor desempenho. Não serão aceitas configurações com módulos diferentes entre si. V. A quantidade de slots utilizados deverá possibilitar expansão futura de forma a dobrar a capacidade da RAM, com aproveitamento integral dos módulos inicialmente instalados. 3. Armazenamento

- I. Deve ter 02 (dois) dispositivos de armazenamento do tipo NVMe PCIe versão 4.0, com pelo menos 960GB cada, configurados em RAID 1, para instar o hypervisor/sistema operacional.
- II. Possuir no mínimo 2 (dois) discos de 3,84 TB de estado sólido (SSD), com tecnologia Hot-Swap, desconsiderando o espaço de armazenamento dos SSDs de cache (se houver) e sem a utilização de recursos de deduplicação, compressão de dados ou qualquer tecnologia de otimização de espaço de armazenamento.
- III. Todos os dispositivos de armazenamento deverão ser projetados para ambientes corporativos.
- IV. Os dispositivos de armazenamento SSD mencionados nos subitens I e II devem ser de classe empresarial (enterprise class) do tipo SLC ou MLC ou TLC. Não aceitos SSD classe consumidor ou do tipo QLC ou PLC.
- V. Todos os dispositivos de armazenamento devem ser instalados nas baias internas do servidor, com padrão Hot-Plug/Hot-Swap, que permita a substituição sem necessidade de desligar o equipamento e sem impactar a continuidade operacional dos serviços e aplicações.

4. Rede

- I. 01 (uma) placa de rede Ethernet Dual Port SFP28 10/25G.
- II. 02 (dois) transceivers SFP28 10/25G SR para fibras multimodo, com conector tipo LC.
- III. 02 (dois) cabos ópticos tipo multimodo, duplex, OM3, com conectores LC/UPC-LC/UPC e comprimento mínimo de 5 (cinco) metros.
- IV. Os transceivers e cabos mencionados nos subitens II e III devem ser 100% compatíveis com o servidor witness fornecido.
- V. 01 (uma) porta 1Gbps RJ45 dedicada à interface de gerenciamento out-of-band.

5. Chassi

- I. O chassi deve ser projetado para instalação em rack padrão 19 polegadas e com abertura para acesso aos componentes internos sem necessidade de ferramentas.
- II. O servidor deve ser fornecido com kit trilhos deslizantes para instalação em rack de 19 polegadas, com suporte traseiro articulado para gerenciamento de cabos.
- III. A altura do servidor deve ser de 1U.
- IV. Deve possuir, no mínimo, 8 (oito) baias para drives frontais hot-pluggable de 2,5".
- V. Deve possuir dispositivo frontal para exibição de alertas de mau funcionamento dos componentes internos, incluindo o monitoramento de falhas do processador, memória RAM, fontes de alimentação, dispositivos de armazenamento e ventiladores.
- VI. Deve possuir ventilação adequada para a refrigeração do sistema interno, na sua configuração máxima e dentro dos limites de temperatura adequados para o equipamento. Os ventiladores devem ser redundantes, ou seja, o sistema poderá continuar em operação normalmente no caso de falha de parte dos ventiladores, e os defeituosos deverão poder ser substituídos sem a parada do equipamento.
- VII. Deve possuir no mínimo 1 (uma) porta de vídeo VGA padrão DB-15.

6. Fonte de Alimentação

- I. 02 (duas) fontes hot-pluggable redundantes, ou seja, havendo indisponibilidade de uma das fontes, a outra remanescente manterá o servidor ligado, sem interrupções. A substituição da fonte defeituosa deverá ocorrer sem que haja a necessidade de desligamento ou reinicialização do servidor.
- II. As fontes devem possuir tensão de entrada de 220V AC.
- III. As fontes devem possuir selo de eficiência energética 80 Plus, padrão Platinum.
- IV. Cada fonte deve ser acompanhada por um cabo de energia elétrica de 3 (três) metros, com conector padrão NBR14136 e com capacidade de condução de energia elétrica compatível com a potência da fonte.

7. Gerência

- I. 01 (uma) porta dedicada à gerência, com suporte a controle remoto do servidor em tela gráfica e às seguintes funcionalidades extras: ligar, desligar e reiniciar o servidor; fornecer alertas pré-falhas e defeito de disco e memória, suporte a montagem de imagem ISO para boot e instalação de sistema operacional, visualização do status dos componentes de hardware, temperatura e consumo de energia, permitir a criação de usuários e permissões, operar independentemente da CPU do servidor e do hypervisor/sistema operacional, mesmo que tais componentes estejam travados ou inacessíveis.

8. Requisitos adicionais

	I. Deverá permitir substituições de dispositivos físicos de armazenamento avariados sem interrupção das operações de I/O das máquinas virtuais em operação. II. Não serão aceitos equipamentos ou componentes reconicionados, previamente usados, descontinuados ou que estejam em processo de descontinuidade do fabricante. III. Não serão aceitos equipamentos cuja data de encerramento de vendas (End-of-Sale) seja inferior a 1 (um) ano, a partir da data de publicação do edital. IV. Deve vir acompanhado com todos os acessórios necessários ao seu pleno funcionamento. V. O fabricante do servidor oferecido deve ser registrado na "Membership List" do Unified Extensible Firmware Interface Fórum, acessível pelo www.uefi.org/members, estando na categoria "PROMOTERS", de forma a atestar que os seus equipamentos estão em conformidade com a especificação UE superior. VI. O fabricante do servidor deve ser membro do DMTF (Desktop Management Task Force) na categoria "BOARD", comprovado através de acesso http://www.dmtf.org/about/list/. VII. O fabricante do servidor deve ser membro do TCG (Trusted Computing Group) na categoria "PROMOTER", comprovado através https://trustedcomputinggroup.org/membership/member-companies/.
Softwares	1. O nó de hiperconvergência deve vir com os softwares pré-instalados e homologados pelo fabricante do appliance. 2. O nó de hiperconvergência (appliance) deve estar homologado pela fabricante do software de virtualização e hiperconvergência para operar como uma hiperconvergente. A homologação do appliance poderá ser comprovada por documentos técnicos oficiais da fabricante do software como release notes, specsheets, compatibilidade ou por declaração emitida pela fabricante do software. 3. A plataforma de virtualização e hiperconvergência deverá ser, obrigatoriamente, Nutanix ou VMware, conforme justificado em 4.3.1 e nos estudos técnicos preliminares. 4. Caso seja oferecido como plataforma de virtualização e hiperconvergência os softwares da fabricante Nutanix, deverão ser fornecidos, para o licenciamento da solução, no mínimo, os pacotes Nutanix Cloud Infrastructure Ultimate e Nutanix Cloud Management Pro (incluindo seus respectivos componentes e funcionalidades) na última versão comercialmente disponível. 5. Caso seja oferecido como plataforma de virtualização e hiperconvergência os softwares da fabricante VMware, deverá ser fornecido, para o licenciamento da solução, no mínimo, o pacote VMware Cloud Foundation (incluindo seus respectivos componentes e funcionalidades) em sua última versão comercialmente disponível. 6. Deverão ser fornecidos os licenciamentos dos softwares de administração e gerência centralizada dos hardwares, responsáveis por atualizar drivers, firmwares e funcionalidades como acesso aos consoles, repositório de firmwares, monitoramento de versões e autenticação integrada com o Microsoft Active Directory. 7. Todos os softwares devem ser fornecidos em suas últimas versões LTS (Long-Term Support) disponibilizados pelos seus respectivos fabricantes. 8. Todos os softwares da solução, incluindo todos aqueles dos appliances de hiperconvergência e do servidor witness, devem ser fornecidos com direito de uso, atualizações de versões e direito de instalação de patches de correção e segurança durante o período mínimo de 5 (cinco) anos, contados a partir da data do Recebimento Definitivo (ver 3.2.9. Termo de Recebimento Definitivo). 9. Os softwares e aplicativos que compõem a solução de virtualização e hiperconvergência deverão ser homologados para execução em ambiente de produção, não aceitos pacotes ou funcionalidades que estejam em processo de desenvolvimento ou homologação. 10. Todos os appliances (nó) de hiperconvergência e o servidor witness devem ser fornecidos com o licenciamento completo dos softwares das plataformas de virtualização e hiperconvergência, de modo a atender plenamente todas as características da arquitetura da solução, especificadas em 3.2.5 (Arquitetura) e todas as funcionalidades especificadas em 3.2.6. (Funcionalidades), em quantitativo necessário para o perfeito funcionamento da solução como um todo, incluindo o licenciamento de todos os recursos físicos de processamento, de toda a volumetria de armazenamento, das ferramentas de gerência e demais componentes que exijam licenciamento.
Arquitetura	1. Os nós de hiperconvergência devem ser configurados como um appliance que forneça uma infraestrutura de virtualização e hiperconvergência ajustado para o modo "METRO CLUSTER", ativo-ativo, fornecendo alta disponibilidade, entre dois sites geograficamente separados e interligados por switches ethernet Top-Of-Rack (ToR) através de agregação de links (LAG), formados por interfaces de 25Gbps, integrando computação e armazenamento nos appliances hiperconvergentes, com ponto de gerência.

2. Os oito nós de hiperconvergência serão divididos em dois grupos de quatro nós, sendo um grupo destinado ao site 1 e o outro grupo destinado ao site 2, de modo que em cada site, serão montados clusters formados por quatro nós em configuração RF2 ou FTT=1 e N+1.
3. A solução deverá possuir armazenamento definido por software (Software Defined Storage) com suporte à configuração em cluster lógico que agregue dispositivos físicos locais de armazenamento como parte de um único sistema de armazenamento disponibilizado para a plataforma de virtualização de servidores.
4. A configuração RF2 (Nutanix) ou FTT=1 (VMware) e N+1, mencionada no subitem 3.2.5.2, consiste em configurar o sistema de armazenamento definido por software para suportar redundância de dados, de forma a tolerar a falha total de 1 (um) dispositivo de armazenamento, assim como, a falha de 1 (um) nó de hiperconvergência que compõe o cluster, através de distribuição síncrona dos dados armazenados localmente em cada nó para outros appliances do cluster ou através do uso da divisão dos dados em fragmentos e paridades (erasure coding) entre os outros appliances do cluster. Esta condição de resiliência deverá ocorrer de forma independente em cada site, ou seja, as falhas poderão ocorrer simultaneamente nos dois sites, sem causar impacto nos serviços e aplicações.
5. A solução deverá ter a capacidade de criar storages com recursos de resiliência e otimização de armazenamento de dados, incluindo técnica de proteção de dados (Replication Factor ou Erasure Coding), compressão de dados inline, post-compression e deduplicação, configuráveis sem necessidade de parada para manutenção dos dispositivos físicos nos nós do cluster.
6. Deverá ser possível a movimentação de cargas de trabalho a quente (migração de máquinas virtuais ligadas) entre todos os nós, estejam eles no site 1 ou no site 2.
7. Deverá ser possível a parada completa de um site para manutenção programada, através de fail-over planejado, sem interferir na disponibilidade dos serviços e aplicações em produção.
8. Será implementada a replicação síncrona (RPO=0) entre os sites, sendo que o sentido de replicação poderá ser configurado com base em perfis de proteção e requisitos para atender a demandas específicas como a manutenção programada de um site.
9. A replicação síncrona entre os sites deverá funcionar perfeitamente em uma rede cuja latência máxima seja de 5ms.
10. Em caso de desastre ou indisponibilidade total de qualquer um dos sites, a solução deverá executar de forma automática e orquestrada todas as ações necessárias para garantir que as VMs protegidas e que estavam sendo executadas no site afetado, sejam reiniciadas no site disponível, sem perda de dados e sem a necessidade de intervenção de agente humano.
11. O fail-over automático será implementado com witness, que em caso de desastre em um dos sites, será responsável por formar o quórum (fornecer lock) junto ao site sobrevivente e permitir a orquestração e transferência automática das cargas de trabalho protegidas afetadas pelo desastre.
12. Os mecanismos de recuperação de desastre e de redundância local dos clusters devem operar de modo independente permitindo que as cargas de trabalho protegidas (VMs protegidas) continuem disponíveis, sem perda de dados, mesmo que ocorram, simultaneamente, a falha total de um site (indisponibilidade de todos os nós do cluster) ou a indisponibilidade parcial ou total de um nó de hiperconvergência do site sobrevivente.
13. A solução deverá ser compatível e configurada para trabalhar de forma integrada com a ferramenta Veeam Backup & Replication Enterprise Plus versão 12 ou superior, que encontra-se atualmente em produção.
14. Caso seja oferecido como plataforma de virtualização e hiperconvergência os softwares da fabricante Nutanix, a arquitetura do armazenamento definido por software (Software Defined Storage) não deverá fazer uso de "tiering", ou seja, deve ser implementada em camada única (SSDs NVMe), sem utilização de discos de cache e sem ocorrência do ILM (Intelligent Lifecycle Management) para classificação e movimentação de dados.
15. Caso seja oferecido como plataforma de virtualização e hiperconvergência os softwares da fabricante VMware, a arquitetura do armazenamento definido por software (Software Defined Storage) não deverá fazer uso de "tiering", ou seja, deve ser implementada a ESA (Express Storage Architecture), em camada única (SSDs NVMe), sem utilização de discos de cache.

Funcionalidades	1. Deverá possuir interface gráfica centralizada de administração do ambiente com suporte à tecnologia HTML5, com acesso seguro, implementada em alta disponibilidade com capacidade de integração com o Microsoft Active Directory, a qual deverá, no mínimo: I. Disponibilizar informações centralizadas do monitoramento de desempenho do hardware, do hypervisor, do cluster, do armazenamento; II. Visualização de alertas, tarefas, relatórios e eventos, com possibilidade de configuração para envio por e-mail; III. Disponibilizar monitoramento, diagnóstico, análise de métricas, planejamento de capacidade e automatização de tarefas; IV. Gerenciamento de máquinas virtuais incluindo a criação, clonagem, remoção, operações com snapshots, aumento de disco de máquinas virtuais de forma "on-the-fly", ou seja, com a máquina ligada, acesso local à máquina virtual através de console permitindo visualização e interação com o boot; V. Operações de recuperação de desastres, manutenção programada e planejamento de capacidade; VI. Customização de dashboards; VII. Criação de templates de máquinas virtuais e permitir a instanciação de uma nova máquina virtual a partir de um template; VIII. Possibilitar a atualização de versão todos os componentes da solução (firmware e drivers dos appliances e seus componentes, softwares de gerenciamento de armazenamento, softwares hypervisor e do Software Defined Storage), através de um pacote único validado, certificado, homologado e disponibilizado pelo fabricante da solução. O mecanismo de atualização integrado deve permitir a atualização mesmo de clusters heterogêneos, ou seja, não deverá limitar o uso para componentes de diferentes gerações no mesmo cluster, os appliances do cluster poderão ser de diferentes gerações e modelos e ainda poderão ter diferentes configurações. 2. A solução deverá suportar nativamente snapshots consistentes de máquinas virtuais em execução e seu armazenamento no cluster. 3. Deverá possuir controle de dados proativo que permita a detecção automática e a resolução de erros em dispositivos de armazenamento para garantir a integridade da máquina virtual. 4. Deverá garantir que os dados e réplicas nunca sejam provisionados no mesmo nó, a fim de garantir que em caso de falha de nó, os dados continuem acessíveis. 5. A solução, configurada na arquitetura ativo-ativo em dois sites geograficamente distintos, deve garantir que os dados das VMs tenham proteção local e remota. 6. Deverá possuir capacidade automática de detecção e inclusão de novos nós ao cluster sem interferir na disponibilidade das aplicações em execução. 7. A solução deve permitir a criação de um cluster escalável até pelo menos 16 (dezesesseis) nós hiperconvergentes no mesmo cluster. 8. Suportar o envio de alertas críticos diretamente ao fabricante da solução com possibilidade de automatizar a abertura de chamados técnicos. 9. A solução deverá possuir ferramenta de análise preditiva para auxiliar os administradores a tomarem decisões para otimizar o desempenho e melhorar a disponibilidade dos sistemas através de técnicas de "<i>machine learning</i>". 10. A solução deve ter interface unificada de gerência, implementada em plataforma Nutanix ou VMware. 11. Possuir políticas de afinidade e anti-afinidade que possam ser configuradas de forma a garantir a alocação de uma máquina virtual em nós pré-definidos. 12. A solução deve possuir opção de nós únicos (<i>single nodes</i>), ou seja, que não formarão um cluster, para viabilizar a criação, execução e atualização de elementos witness, de forma que possam ser gerenciados pela mesma ferramenta de gerência da solução de virtualização e hiperconvergência. 13. Suporte a interfaces de programação para automatização e integração com outros sistemas via REST API. 14. Suporte a monitoramento via protocolo SNMP v2 e v3.
-----------------	--

		15. Controle de permissões de funcionalidades por perfil de usuário. 16. A solução deve implementar escalabilidade horizontal (scale-out), ou seja, permitir aumentar a capacidade de armazenamento, processamento e memória do virtual de forma linear, através da adição de novos appliances ao cluster, além de crescer de forma linear o desempenho do ambiente, sem a parada das máquinas de produção. 17. A solução deve permitir a agregação de diferentes gerações de appliances e processadores no mesmo cluster. 18. A solução deve incorporar segurança em conformidade com padrões governamentais e internacionais de segurança, NIST SP800, FIPS 140-2, Common Criteria além de permitir o emprego de configurações baseadas no Security Technical Implementation Guide (STIG).
Suporte garantia	técnico e	1. O serviço de suporte técnico e garantia serão prestados com vistas a manter a solução em produção e em perfeitas condições de uso, sem qualquer ônus adicional para a CONTRATANTE. 2. O serviço de suporte técnico e garantia deve contemplar o hardware e o software de todos os appliances hiperconvergentes e do servidor witness. 3. A solução deve ser fornecida em conjunto com tecnologias e ferramentas que permitam o monitoramento remoto e reparo do ambiente em regime 24x7 (vinte horas por dia e sete dias por semana). 4. O suporte deve ser provido pelo fabricante do produto em níveis de serviço reativos, como o reparo do equipamento ou substituição de peças no local (on-site) e serviço proativos, a fim de identificar e solucionar problemas de configuração, disponibilidade e segurança antes que a operação seja impactada. 5. O suporte técnico e a garantia dos appliances hiperconvergentes e do servidor witness devem ser os oficiais do fabricante no Brasil e devem vigorar pelo período de 5 (cinco) anos contados da data do Termo de Recebimento Definitivo (ver 3.2.9. Termo de Recebimento Definitivo). 6. Não serão aceitas garantias e serviços de suporte técnico prestados por terceiros que não o fabricante do equipamento. 7. O suporte técnico poderá ser feito por telefone (ligação nacional 0800 ou com pagamento de tarifa local) ou portal web 24x7 (vinte e quatro horas por dia e sete dias por semana), com resposta inicial em, no máximo, 4 (quatro) horas após a abertura do chamado. 8. O fabricante dos appliances deverá fornecer suporte técnico para toda a infraestrutura fornecida, incluindo hardwares, softwares e acessórios, por meio de um atendimento unificada. 9. Os chamados para suporte técnico serão abertos diretamente na fabricante dos appliances, que será o ponto de contato único, acompanhando todo o ciclo do chamado. Caso o incidente ou problema esteja relacionado com os softwares da plataforma de virtualização ou hiperconvergência, ainda assim, o chamado será aberto à fabricante do appliance, que poderá acionar a fabricante do software (caso julgue necessário), mas continuará intermediando todo o processo, como ponto único de contato com a CONTRATANTE e irá prestar toda a assistência necessária para a resolução do problema. 10. A substituição de componentes de hardware defeituosos deverá ser feita em até 1 (um) dia útil, com mão de obra no local, podendo ser no site 1 e/ou site 2 e/ou site 3. 11. Entende-se por "mão de obra no local" as atividades do técnico autorizado pela fabricante, executadas nos sites da CONTRATANTE, com o objetivo de reestabelecer a perfeita operação dos equipamentos. 12. Todos os serviços de manutenção e materiais utilizados, incluindo as peças novas para substituições de peças defeituosas, frete e despesas operacionais com finalidade necessárias para reparar o equipamento, deverão correr por conta da CONTRATADA/FABRICANTE.

	13. As peças de substituição devem ser novas, de primeiro uso. 14. O suporte técnico e garantia devem incluir direito de atualização de softwares e firmwares. 15. O suporte técnico deve ser fornecido em português do Brasil. 16. É de responsabilidade da CONTRATADA/FABRICANTE, garantir a compatibilidade técnica entre todos os componentes da solução durante toda a vigência do contrato e suporte. 17. Em todo e qualquer caso, será obrigação da CONTRATADA/FABRICANTE, durante o período de garantia, substituir os dispositivos de armazenamento, tempestivamente sem qualquer ônus, em caso de falhas, mesmo que a falha se deva ao uso ter excedido a carga de trabalho nominal (DWDP) do dispositivo. 18. Quando ocorrer a troca de quaisquer das unidades de armazenamento que compõem a solução, o dispositivo ficará retido nas dependências da CONTRATADA para questões de segurança da informação. 19. Os appliances hiperconvergentes e o servidor witness deverão ser registrados no site da fabricante no nome do Tribunal Regional Eleitoral de Minas Gerais. As informações precisas sobre o tempo de suporte/garantia/subscrição e demais informações relevantes para utilização dos serviços relacionados à solução.
Implantação	1. A solução deve ser implantada sob a perspectiva de um projeto "turn key", ou seja, deve incluir todos os hardwares, softwares, serviços de planejamento, instalação, equipamentos, configuração física e lógica, migração de todas as máquinas virtuais em produção no ambiente atual, testes, homologação, documentação do novo ambiente e repasse de conhecimento (hands-on). 2. A implantação deverá contemplar as seguintes fases: I. Apresentação das certificações da equipe técnica a. A CONTRATADA deverá indicar um profissional, certificado pelo fabricante da solução adquirida, que será o responsável pela concepção e gerenciamento do projeto de instalação, configuração, testes e migração. Esse profissional será denominado GESTOR DO PROJETO e será o ponto de contato técnico/administrativo, como interface entre o CONTRATANTE e a CONTRATADA. b. Todos os profissionais que forem atuar em qualquer atividade de projeto, implantação, configuração, migração e hands-on deverão possuir qualificação atestada por certificação oficial do fabricante, no porte da plataforma da solução de hiperconvergência ofertada, suficiente para o nível de complexidade das atividades a serem executadas. c. As certificações deverão ser entregues até 2 (dois) dias úteis antes de início das atividades dos profissionais envolvidos. d. Independentemente das condições apresentadas nos subitens anteriores, será prerrogativa da CONTRATANTE solicitar, a qualquer hora, a substituição do profissional(is) que ela entender não estar(em) em nível(is) apropriado(s) para a complexidade das tarefas e/ou ao bom andamento dos trabalhos, sem ônus para a CONTRATANTE. II. Entrega dos equipamentos nas dependências da CONTRATANTE a. Os oito nós hiperconvergentes deverão ser divididos em dois grupos, conforme a seguir: GRUPO 1 - Composto de 4 (quatro) nós de hiperconvergência e seus respectivos acessórios; GRUPO 2 - Composto de 4 (quatro) nós de hiperconvergência e seus respectivos acessórios. b. O GRUPO 1 deverá ser entregue, em remessa única, à avenida Prudente de Moraes, 320, bairro Cidade Jardim – BH/MG, CEP 30.380-002, em dias úteis no horário de 08:00hs às 18:00hs. c. O GRUPO 2 deverá ser entregue, em remessa única, na Rua Mato Grosso, 468, bairro Barro Preto – BH/MG, CEP 30.190-080, em dias úteis no horário de 08:00hs às 18:00hs. d. O servidor witness deverá ser entregue, em remessa única, no site 3, localizado à avenida Prudente de Moraes, 100, bairro Cidade Jardim – BH/MG, CEP 30.380-002, em dias úteis no horário de 08:00hs às 18:00hs.

- e. As entregas devem ser comunicadas ao CONTRATANTE com antecedência de 2 (dois) dias úteis, através do endereço de e-mail rede@tre-mg.jus.br.
- f. Deverá ser de responsabilidade da CONTRATADA o transporte, entrega da solução e sua respectiva instalação e configuração, conforme descrição técnica.
- g. O prazo máximo para entrega dos bens será de até 90 (noventa) dias corridos, contados a partir do início da vigência do CONTRATO.

III. Planejamento com, no mínimo, os seguintes elementos:

- a. Levantamento dos requisitos do projeto considerando as necessidades e problemas relacionados ao ambiente virtualizado do TRE-MG com a apresentação do projeto executivo da arquitetura de virtualização e hiperconvergência, baseando-se nas informações levantadas e dos requisitos estabelecidos nesta especificação técnica;
- b. Definição da topologia com diagrama das conexões dos equipamentos com a rede do TRE-MG;
- c. Descrição das funcionalidades que serão implementadas em cada equipamento para atender às necessidades do TRE-MG;
- d. Informações de pendências, por parte do TRE-MG, caso existam, que possam impedir, prejudicar ou atrasar a instalação e a configuração da solução;
- e. Memorial descritivo apresentando as soluções técnicas adotadas, bem como suas justificativas, necessárias ao pleno entendimento do projeto, complementando as informações contidas nos desenhos das topologias;
- f. Cronograma com o detalhamento das atividades de implementação da solução considerando o levantamento dos requisitos, a migração do ambiente antigo para o novo e os testes de validação dos requisitos funcionais.
- g. O prazo para conclusão da fase de planejamento, incluindo a entrega da documentação relacionada, será de 45 (quarenta e cinco) dias corridos, contado a partir da assinatura do contrato.
- h. A CONTRATADA poderá consultar a equipe técnica do TRE-MG e deverá realizar, no mínimo, uma visita técnica em todos os sites para obter informações necessárias ao planejamento.
- i. Visitas técnicas deverão ser comunicadas ao CONTRATANTE com antecedência de 2 (dois) dias úteis, através do endereço de e-mail rede@tre-mg.jus.br.

IV. Aceite provisório emitido pelo CONTRATANTE, após o cumprimento das seguintes condições:

- a. Entrega do projeto executivo composto pela topologia, pelo memorial descritivo e pelo cronograma desenvolvidos na fase de planejamento.
- b. Entrega de todos os bens em perfeitas condições físicas e aderentes às especificações técnicas, que, nesta fase, serão verificados por meio de inspeção visual dos produtos recebidos.
- c. Caso sejam satisfeitas as duas condições elencadas nos subitens IV.a e IV.b, a Seção de Gerenciamento de Infraestrutura e Redes (SEGER) emitirá o aceite provisório, em até 5 (cinco) dias corridos, contados da entrega que ocorrer por último.

V. Instalação física

- a. A instalação física dos equipamentos deverá ocorrer em rack padrão 19 polegadas disponibilizado pela CONTRATANTE.
- b. Será efetuada por um técnico qualificado e sob a total responsabilidade da CONTRATADA.
- c. Os nós hiperconvergentes e o servidor witness deverão ser instalados de forma integrada (com objetivo de formarem uma única solução), sendo os nós hiperconvergentes conectados aos switches Top-of-Rack (Lote 02) e o segundo (servidor witness) conectado em switch existente no site 3 respeitando as portas de rede indicadas pela equipe técnica do TRE-MG, de modo que haja redundância das conexões, por dois caminhos distintos, para garantir alta disponibilidade.
- d. Cada equipamento deve ser conectado a diferentes régua de tomadas que, por sua vez, estarão em diferentes circuitos elétricos.
- e. As atividades referentes à instalação física deverão ser feitas em dias úteis entre 7:00hs e 20:00hs.
- f. Se for identificada alguma atividade referente à configuração física que possa gerar impacto para o usuário final, esta deverá ser comunicada à CONTRATANTE necessário, deverá ser feita em janela de manutenção programada para tal finalidade, podendo ser fora do horário comercial, incluindo finais de semana e feriados.
- g. A decisão final pela necessidade de janela de manutenção fora dos dias e horário de produção será da CONTRATANTE, que decidirá com base nos riscos e impactos relatados pela CONTRATADA.
- h. As comunicações sobre atividades que possam impactar os usuários, assim como os planos de atividades com datas e horário para as janelas de manutenção programada deverão ser comunicadas à CONTRATANTE com antecedência mínima de 5 (cinco) dias corridos, através do endereço de e-mail rede@tre-mg.jus.br.
- i. O prazo para conclusão da instalação física será de 10 (dez) dias corridos, contados a partir do prazo limite para a emissão do aceite provisório.

VI. Instalação lógica

a. A instalação lógica consiste na configuração dos softwares das plataformas de virtualização e hiperconvergência conforme arquitetura definida neste Referência e nas boas práticas do fabricante e deverá englobar:

- Configuração de rede dos hosts;
- Configuração do hypervisor e dos componentes da hiperconvergência;
- Criação e configuração dos switches virtuais distribuídos;
- Criação e configuração dos clusters;
- Atualização dos softwares e firmwares;
- Configuração da arquitetura conforme definido nesta especificação técnica;
- Configuração para integração com o Microsoft Active Directory;
- Configuração para integração com a ferramenta de backup Veeam;
- Configuração e parametrização dos alarmes;
- Testes de funcionamento da solução a vazio (sem cargas de trabalho), que consiste na realização de testes antes da migração das máquinas v produção, com objetivo de confirmar o funcionamento adequado das funcionalidades da solução tais como: ferramentas de gerência, mecânica resiliência, fail-over automático, além de outras definidas nesta especificação técnica e que a CONTRATANTE julgar necessário;
- Testes de desempenho da solução, que consiste na realização de testes antes da migração de cargas de trabalho, através de ferramentas de estresse com objetivo de gerar métricas de referência e verificar se estão dentro do padrão esperado e garantido pelo fabricante.

b. As atividades referentes à instalação lógica deverão ser feitas em dias úteis entre 7:00hs e 20:00hs.

c. Se for identificada alguma atividade referente à configuração lógica que possa gerar impacto para o usuário final, esta deverá ser comunicada à CONTRATANTE se necessário, deverá ser feita em janela de manutenção programada para tal finalidade, podendo ser fora do horário comercial, incluindo finais de semana e feriados.

d. A decisão final pela necessidade de janela de manutenção fora dos dias e horário de produção será da CONTRATANTE, que decidirá com base nos riscos e impactos relatados pela CONTRATADA.

e. As comunicações sobre atividades que podem impactar os usuários, assim como os planos de atividades com datas e horário para as janelas de manutenção programada deverão ser comunicadas à CONTRATANTE com antecedência mínima de 5 (cinco) dias corridos, através do endereço de e-mail rede@tre-mg.ju

f. Os pedidos de janela de manutenção programada deverão ser formalmente aprovados pela CONTRATANTE antes que qualquer atividade relacionada à solução seja iniciada.

g. O prazo para conclusão da instalação lógica será de 20 (vinte) dias corridos, contados a partir do prazo limite para a conclusão da instalação física.

VII. Hands-on

a. O hands-on ocorrerá por video-conferência, por profissional qualificado na solução, ministrado em dias úteis, no período da tarde, durante o horário de expediente do TRE-MG, e deverá incluir:

- Visão geral dos componentes e funcionalidades do hypervisor/hiperconvergência e a plataforma de gerência;
- Instalação da plataforma de virtualização e hiperconvergência;
- Integração com o Active Directory;
- Criação do repositório das imagens ISO;
- Configuração e gerenciamento de redes virtuais e suas políticas;
- Visão básica da gerência de máquinas virtuais, templates, clones e snapshots;
- Criação de clusters;
- Monitoramento e gerenciamento da utilização de recursos do clusters;
- Aplicação de patches e troubleshooting;
- Introdução à arquitetura e ambientes distribuídos e seus componentes;
- Visão geral de rede e cluster em ambientes distribuídos;
- Máquinas virtuais em ambientes distribuídos;
- Gerenciamento e operação de ambientes distribuídos;

	- Descrever a arquitetura do cluster em ambientes geograficamente distribuídos e clusters em dois sites; - Monitoramento e troubleshooting dos ambientes distribuídos; - Atualização de softwares e firmware da solução; - Configuração dos equipamentos de acordo com as recomendações do fabricante. b. O hands-on deverá ser ministrado no prazo máximo de 60 (sessenta) dias corridos, contados a partir do prazo limite para a conclusão da instalação física. VIII. Migração das máquinas virtuais para o novo ambiente a. As máquinas virtuais deverão ser analisadas com o objetivo de identificar super-provisionamento. b. As VMs super-provisionadas deverão ser otimizadas (resizing) ao serem migradas para o novo ambiente. c. As atividades referentes à migração das máquinas virtuais deverão ser feitas em dias úteis entre 7:00hs e 20:00hs. d. Todas as cargas de trabalho do ambiente atual (aproximadamente duzentos e oitenta VMs) deverão ser migradas para o novo ambiente, sem impacto ao usuário final. e. Se for identificada alguma atividade referente à migração das máquinas virtuais, que possa gerar impacto para o usuário final, esta deverá ser comunicada à CONTRATANTE e, se necessário, deverá ser feita em janela de manutenção programada para tal finalidade, podendo ser fora do horário comercial, incluindo finais de semana e feriados. f. A decisão final pela necessidade de janela de manutenção fora dos dias e horário de produção será da CONTRATANTE, que decidirá com base nos riscos e impactos relatados pela CONTRATADA. g. As propostas de datas e horário para as janelas de manutenção programada deverão ser comunicadas à CONTRATANTE com antecedência mínima de 5 (cinco) dias corridos, através do endereço de e-mail rede@tre-mg.jus.br. h. Os pedidos de janela de manutenção programada deverão ser formalmente aprovados pela CONTRATANTE antes que qualquer atividade relacionada à migração seja iniciada. i. O prazo para conclusão da migração de todas as cargas de trabalho para o novo ambiente será de 30 (trinta) dias corridos, contados a partir do prazo limite para a conclusão da instalação lógica. IX. Operação assistida a. Ao término da migração das máquinas virtuais, a solução entrará em fase de operação assistida pelo prazo de 10 (dez) dias corridos. b. Durante esse período, a CONTRATANTE avaliará o ambiente e verificará sua conformidade com os requisitos funcionais e demais especificações constantes no Termo de Referência. c. Constatada alguma irregularidade, a CONTRATANTE comunicará formalmente à CONTRATADA para que sejam providenciadas as devidas correções. X. As-built a. Ao término da operação assistida, a CONTRATADA terá 5 (cinco) dias corridos para apresentar um documento final (as-built) contendo as alterações e impactos que ocorreram ao longo da execução do projeto para atender as funcionalidades requisitadas. b. Toda a documentação deverá ser entregue em formato editável.
Termo de Recebimento Definitivo	Termo de recebimento definitivo I. Após a conclusão bem-sucedida de todas as fases da implantação da solução (item 3.2.8 e seus subitens) e não restando pendências, a CONTRATANTE emitirá o Termo de Recebimento Definitivo em 5 (cinco) dias corridos, o Termo de Recebimento Definitivo. II. Somente após a emissão do Termo de Recebimento Definitivo serão feitos os registros dos softwares e dos hardwares da solução, junto aos sites de seus respectivos fabricantes, para início da contagem do período de subscrição, garantia e suporte técnico.

LOTE 2 - SWITCHES DE REDE DO TIPO TOP-OF-RACK
Quantidade: 4 (quatro) unidades

Descrição do switch	Switch Aruba CX 8360-32Y4C v2 com 32 portas 25G mais 4 portas 100G Front to Back Air Flow, 3 Ventiladores, 2 Fontes de Alimentação AC – part numb justificado em 4.3.2 e nos estudos técnicos preliminares.
Transceivers	Cada switch deve vir acompanhado com os seguintes transceivers: I. 1 (um) transceiver HPE Aruba Networking 25G SFP28 LR 10km SingleModeFiber com conector LC – part number: JL486A; II. 2 (dois) transceivers HPE Aruba Networking 25G SFP28 SR 100m MultiModeFiber com conector LC – part number: JL484A; III. 8 (oito) transceivers 25G SFP28 SR 100m Multimode com conector LC para conexão com os nós hiperconvergentes (Lote 1).
Cabos	Cada switch deve vir acompanhado com os seguintes cabos: I. 1 (um) cabo DAC Aruba 100G QSFP28 to QSFP28 de 1 metro; II. 1 (um) cordão Óptico Duplex OM3 LC/UPC-LC/UPC Multimodo de 5 metros; III. 1 (um) cabo de console Aruba X2C2 RJ45 to DB9 – part number: JL448A.
Acessórios	Cada switch deve vir acompanhado com 1 (um) kit de montagem: Aruba X414 1U Universal 4-post Rack Mount Rail Kit – part number: J9583B
Compatibilidade	Todos os transceivers, cabos e acessórios devem ser 100% compatíveis com os switches fornecidos.
Entrega	1. Os 4 (quatro) switches deverão ser divididos em dois grupos, conforme a seguir: GRUPO 1 - Composto de 2 (dois) switches com seus respectivos transceivers, cabos e acessórios; GRUPO 2 - Composto de 2 (dois) switches com seus respectivos transceivers, cabos e acessórios. 2. O GRUPO 1 deverá ser entregue, em remessa única, à avenida Prudente de Moraes, 320, bairro Cidade Jardim – BH/MG, CEP 30.380-002, em dias úteis no l 18:00hs. 3. O GRUPO 2 deverá ser entregue, em remessa única, na Rua Mato Grosso, 468, bairro Barro Preto – BH/MG, CEP 30.190-080, em dias úteis no horário de 08:00 4. As entregas devem ser comunicadas ao CONTRATANTE com antecedência de 2 (dois) dias úteis, através do endereço de e-mail rede@tre-mg.jus.br. 5. Deverá ser de responsabilidade da CONTRATADA o transporte e a entrega dos produtos. 6. O prazo máximo para entrega dos bens será de até 90 (noventa) dias corridos, contados a partir do início da vigência do CONTRATO. Caso não haja CONTRATO, Administração, o prazo de entrega será contado a partir do recebimento da NOTA DE EMPENHO pela empresa contratada.
Aceite Provisório	1. Após a entrega de todos os bens, serão verificados, por meio de inspeção visual, as condições físicas dos produtos. . Caso todos os bens estejam em perfeitas condições, a Seção de Gerenciamento de Infraestrutura e Redes (SEGER) emitirá o aceite provisório, em até 5 (cinco) d
Garantia	1. A garantia será na modalidade conhecida no mercado como "limited lifetime" com cobertura de no mínimo 60 (sessenta) meses após a data de fim de comerc anunciada pelo fabricante, nos seguintes termos: • Hardwares: Substituição de peças ou equipamento defeituosos, com envio conforme especificado no site https://www.hpe.com/psnow/doc/a00143620enw; • Softwares: Direito de atualização do sistema operacional, patches de segurança, firmwares ou quaisquer outros softwares relacionados ao hardware, disponib 2. Os transceivers, cabos e acessórios deverão ser cobertos por garantia do fabricante pelo período de um ano.
Termo de Recebimento Definitivo	Estando todos os switches, transceivers, cabos e acessórios em consonância com o quantitativo e com as especificações técnicas do Termo de Referência, a Seçãc Infraestrutura e Redes (SEGER) emitirá o Termo de Recebimento Definitivo, em até 5 (cinco) dias corridos.

Obs.: As datas dos prazos limites que incidirem em finais de semana ou feriados teram seus prazos prorrogados para o próximo dia útil.

9. JUSTIFICATIVAS PARA O PARCELAMENTO OU NÃO DA CONTRATAÇÃO - (AQUISIÇÃO POR LOTES OU POR ITENS)

9.1. A solução de infraestrutura de virtualização e hiperconvergência é composta por um conjunto de hardware, software e serviços que deverão ser adquiridos em um mesmo lote devido aos seguintes motivos:

9.1.1. A solução não pode ser dividida por se tratar de um appliance, pelo qual hardware e software são integrados e devem funcionar em conjunto, inclusive ser suportado e garantido de forma única, por um único contratado. O não parcelamento da solução atende jurisprudência do TCU, na parte excepcionada na Súmula nº 247, bem como as diretrizes fixadas no Acórdão nº 3.140/2006- 1ª Câmara, assim como Acórdão TCU nº 2529/2021-Plenário, haja vista que o não parcelamento da solução de TIC não restringe indevidamente a competitividade do certame, sendo certo que o postulado que veda a restrição à competitividade do certame não é um fim em si mesmo, devendo ser observado igualmente o princípio constitucional da eficiência administrativa, bem como o ganho de escala nas contratações consolidadas;

9.1.2. É prática de mercado a comercialização da solução completa, sendo recomendado pelos fabricantes que sejam utilizados somente componentes devidamente testados e homologados para funcionamento em ambiente de produção, devido suas especificidades. Com a separação por itens, há o risco real de incompatibilidade entre os componentes, podendo culminar na inviabilidade de implantação da solução;

9.1.3. O parcelamento da solução poderá, ainda, resultar em problemas na instalação e durante a execução do contrato de garantia e suporte, uma vez que deixa de ser uma solução única, integrada, testada e homologada pelo fabricante, podendo acarretar transferências de responsabilidades durante o atendimento, dificultando ou impossibilitando a solução do incidente que gerou a abertura do chamado técnico;

9.1.4. O parcelamento da solução causa a possibilidade de aquisição parcial da solução, inviabilizando a sua implantação.

9.1.5. Por fim, para aumentar a competitividade, vale acentuar que os switches Top-of-Rack estão separados em lote específico, independente da solução de virtualização e hiperconvergência, podendo ser adjudicados por fornecedores distintos.

9.2. Conforme justificado em 9.1, a contratação será feita em dois lotes sendo:

9.2.1. Lote 01: Contratação da solução de virtualização e hiperconvergência.

9.2.2. Lote 02: Aquisição de switches de rede do tipo Top-of-Rack.

10. DEMONSTRATIVO DOS RESULTADOS PRETENDIDOS (BENEFÍCIOS A SEREM ALCANÇADOS COM A CONTRATAÇÃO)

Com a aquisição, objeto deste estudo, espera-se:

10.1. Prover recursos computacionais em quantidade e qualidade necessários para a continuidade operacional dos sistemas e serviços do TRE-MG;

10.2. Manter a alta disponibilidade dos datacenters através de mecanismos de resiliência e replicação de dados;

10.3. Manter os softwares do ambiente de virtualização e hiperconvergência atualizados em suas últimas versões, aprimorando a segurança em face às ameaças cibernéticas;

10.4. Padronizar as plataformas de virtualização e hiperconvergência, tornando o desenho da solução mais simples e menos sujeito a incompatibilidades entre os componentes constituintes;

10.5. Unificar a gerência com o objetivo de simplificar a operação do ambiente e, conseqüentemente, aumentar a produtividade das equipes técnicas do Tribunal;

10.6. Permitir a expansão de recursos com investimentos gradativos e ajustados na proporção do crescimento das cargas de trabalho, pelo horizonte mínimo de 5 (cinco) anos;

10.7. Dispor de garantia oficial da fabricante, com suporte integrado ao software e ao hardware, através de um único ponto de contato, com objetivo de agilizar o diagnóstico e a resolução de problemas, minimizando o tempo de indisponibilidade;

10.8. Garantir a substituição de peças de hardware defeituosas, sem custo adicional, por um período mínimo de 5 (cinco) anos;

10.9. Contar com o apoio da fabricante na solução de problemas mais complexos que a equipe técnica do Tribunal não tenha conseguido resolver.

11. PROVIDÊNCIAS A SEREM ADOTADAS PELA ADMINISTRAÇÃO PREVIAMENTE À CELEBRAÇÃO DO CONTRATO

Este Regional deverá adotar as seguintes providências prévias:

Disponibilização de dois racks para a instalação da solução, sendo um rack no site 1 e outro no site 2. Cada rack deve ter 8 (oito) Us disponíveis e em sequência para a instalação dos nós hiperconvergentes e mais 4 (quatro) Us disponíveis e em sequência para a instalação dos switches top-of-rack.

Disponibilização de, no mínimo, mais dois circuitos elétricos em cada Datacenter para ligação de régua de tomadas para os novos hosts e switches.

Instalação de quatro régua com, no mínimo, 8 (oito) tomadas padrão NBR14136 de 20A (duas régua em cada rack). Cada régua deve ser conectada a circuitos elétricos diferentes.

12. CONTRATAÇÕES CORRELATAS E/OU INTERDEPENDENTES

Não há.

13. DESCRIÇÃO DE POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS E RESPECTIVAS MEDIDAS MITIGADORAS

A CONTRATADA deverá assumir todas as responsabilidades e tomar as medidas cabíveis para a correção dos danos que vierem a ser causados, caso ocorra passivo ambiental, em decorrência da execução de suas atividades objeto desta contratação.

A contratação em pauta engloba serviços de manutenção corretiva da solução. Neste caso, todas as peças, componentes e acessórios necessários à manutenção corretiva serão fornecidos sem ônus a este Regional. As peças, componentes e acessórios substituídos serão recolhidos pela CONTRATADA, ficando, assim, sob sua responsabilidade a destinação final dessas peças. São exceções a essa condição os dispositivos de armazenamento de dados (Discos e SSD) que, para atenderem aos requisitos referentes à segurança da informação, permanecerão como propriedade do Tribunal, que dará a devida destinação.

As peças de reposição não deverão conter substâncias nocivas ao meio ambiente como mercúrio, chumbo, cromo hexavalente, cádmio, bifenil-polibromados, éteres difenil-polibromados em concentração acima da recomendada pela Diretiva 2002/95/EC do Parlamento Europeu também conhecida como diretiva RoHS27 (Restriction of Certain Hazardous Substances).

A CONTRATADA deverá respeitar as Normas Brasileiras – NBR publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas sobre resíduos sólidos e observar o sistema de logística reversa nos termos da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022.

14. POSICIONAMENTO CONCLUSIVO SOBRE A ADEQUAÇÃO DA CONTRATAÇÃO PARA O ATENDIMENTO DA NECESSIDADE A QUE SE DESTINA (VIABILIDADE DA CONTRATAÇÃO)

Considerando todos os aspectos técnicos e operacionais, assim como, a adequação da solução escolhida aos requisitos, declaramos a viabilidade da contratação.

ANÁLISE DE SUSTENTAÇÃO DO CONTRATO

15. RECURSOS MATERIAIS E HUMANOS

Será necessário, no mínimo, dois servidores/colaboradores do TRE-MG, de nível especialista na área de Virtualização/Hiperconvergência e redes, para acompanhamento em tempo integral durante todo o processo de implantação da solução, incluindo planejamento, instalação, configuração, migração, testes, homologação, operação assistida e hands-on.

16. ATIVIDADES DE TRANSIÇÃO E ENCERRAMENTO DO CONTRATO

Próximo ao final do contrato deverá ser realizado novo estudo de forma a avaliar a possibilidade de renovação e permanência ou não da solução e caso negativo, a definição dos termos de uma nova contratação. Devido à complexidade e ao caráter de missão crítica atribuído à solução, sugerimos início dos estudos com, no mínimo, 12 (doze) meses de antecedência da aquisição.

17. ESTRATÉGIA DE INDEPENDÊNCIA

A solução não cria dependência tecnológica em relação ao fornecedor, muito embora seja necessário um prazo considerável para se decidir por sua substituição, devido a sua alta importância, complexidade e criticidade no ambiente computacional do TRE-MG. Recomenda-se reservar recursos e iniciar o processo nova licitação com antecedência mínima de 12 (doze) meses, quando a solução de Hiperconvergência estiver próximo do fim de seu ciclo de vida.

ANÁLISE DE RISCOS

18. RELAÇÃO DOS POSSÍVEIS RISCOS

18.1 Análise de risco encontra-se juntada aos autos do processo no documento SEI nº 6161035.

ANEXO A

LISTA DE POTENCIAIS FORNECEDORES

	Fornecedores para o Lote 01 - Solução de Virtualização e Hiperconvergência
1	Nome: Altasnet Sítio: www.altasnet.com.br Telefone: (31) 3449-4500 / (31) 99801-5028 E-mail: arnaldo.paula@altasnet.com.br Contato: Arnaldo de Paula
2	Nome: Decision Sítio: www.decision-tec.com.br Telefone: (31) 3283-4304 / (31) 98797-9919 E-mail: alberto.volpini@decison-tec.com.br Contato: Alberto Volpini
3	Nome: Supriservice Sítio: www.supriservice.com.br Telefone: (27) 3211-6600 / (27) 99973-0716 E-mail: gpereira@supriservice.com.br Contato: Gilson S. Pereira

	Fornecedores para o Lote 01 - Solução de Virtualização e Hiperconvergência
4	Nome: Compacta Tecnologia Sítio: www.compactatecnologia.com.br Telefone: (11) 2808-8400 / (11) 99450-1244 E-mail: luis@compactatecnologia.com.br Contato: Luis Carlos O. Freitas
5	Nome: ITGX Tecnologia Ltda Sítio: www.itgx.com.br Telefone: (21) 3230-2270 / (21) 99175-9001 E-mail: marta.coelho@itgx.com.br Contato: Marta Coelho
6	Nome: Telequip Conectividade Sítio: www.telequip.com.br Telefone: (84) 3234-8151 / (84) 99407-6810 E-mail: comercial@telequip.com.br Contato: Italo Pessoa
	Fornecedores para o Lote 02 - Switches Top-of-Rack
1	Nome: Altasnet Sítio: www.altasnet.com.br Telefone: (31) 3449-4500 / (31) 99801-5028 E-mail: arnaldo.paula@altasnet.com.br Contato: Arnaldo de Paula
2	Nome: Drive A Sítio: www.drivea.com.br Telefone: (31) 2104-0393 / (31) 99892-5367 E-mail: zilene.ramos@drivea.com.br Contato: Zilene Ramos
3	Nome: Approach Tecnologia Ltda Sítio: www.approachtec.com.br Telefone: (48) 4009-2160 / (48) 99621-7551 E-mail: mazzochi@approachtec.com.br Contato: Eduardo Mazzochi
4	Nome: Tecp Soluções em TI e Telecom Sítio: www.tecp.com.br Telefone: (31) 98898-3297 / (31) 98337-8285 E-mail: wanderson@tecp.com.br

	Fornecedores para o Lote 01 - Solução de Virtualização e Hiperconvergência
	Contato: Wanderson de Souza Paulo

ANEXO B

CONTRATAÇÕES PÚBLICAS SIMILARES E

INDICAÇÃO DE CONTRATAÇÕES ANTERIORES NESTE REGIONAL

LOTE 1 - SOLUÇÃO DE HIPERCONVERGÊNCIA

- 1. TRE-MG PE nº 104/2018 (contrato nº 196/2018) - PAD nº 1809629/2018 - FORNECIMENTO DE SOLUÇÃO DE HIPERCONVERGÊNCIA, BASEADA NA PLATAFORMA VMWARE
- 2. TRE-MG PE nº 091/2020 (Contrato nº 135/2020) - SEI nº 0007265-45.2020.6.13.8000 - **fornecimento de 4 (quatro) hosts para expansão da solução de hiperconvergência e respectivas licenças do Nutanix, bem como serviços de implantação, compreendendo planejamento, instalação, configuração, documentação do novo ambiente e repasse de conhecimento para a equipe técnica do CONTRATANTE (hands-on)**
- 3. CEMIG PE nº 530-h20323/2024 (lote 01) - [Portal de Compras - Cemig](#) - aquisição de Infraestrutura hiperconvergente “all flash” para o projeto ADMS
- 4. TCE-SP PE nº 41/2021 - https://www4.tce.sp.gov.br/licitacao/sites/licitacao/files/pre_eletronico_41_sei_3008_21_61_aquisicao_de_solucao_de_hci_e_switch_topo_de_rack_edital_5976_7793_6414_7947.pdf - AQUISIÇÃO DE SOLUÇÃO DE INFRAESTRUTURA HIPERCONVERGENTE (HCI) E SWITCHES TOPO DE RACK, COM PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS DE IMPLANTAÇÃO, ATIVAÇÃO, CONFIGURAÇÃO, TESTES, MIGRAÇÃO, DOCUMENTAÇÃO, SUPORTE, MANUTENÇÃO E TREINAMENTO, PROPICIANDO A REESTRUTURAÇÃO DO DATACENTER DO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (TCESP)
- 5. Agência Nacional de Transportes Terrestres PE nº 29/2023 - https://portal.antt.gov.br/licitacoes/-/asset_publisher/Cdho1vuHWYzJ/content/id/6046655 - infraestrutura hiperconvergente, com garantia de 60 (sessenta) meses, compreendendo os serviços de instalação, configuração, testes, capacitação técnica, suporte e apoio técnico operacional,

LOTE 2 - SWITCHES TOP-OF-RACK

- 1. TRE-MG PE nº 56/2023 (contrato nº 72/2023) - SEI nº 0012154-71.2022.6.13.8000 - Aquisição de switches cores e switches de acesso, contemplando os acessórios de conectividade (transceivers e cabos para empilhamento) da fabricante **HP Aruba**.
- 2. Ministério Público do estado do Ceará - ATA DE REGISTRO DE PREÇOS Nº 019/2022 - Item 14. Documento SEI Nº 4411228
- 3. Universidade Federal do Piauí - Pregão Eletrônico Nº 47/2018 - Itens 14, 15 e 18. Documento SEI Nº 4411232
- 4. Governo do Estado do Ceará - Ata de Registro de Preços Nº 2020/0460 - Itens 12,13,14 e 19. Documento SEI Nº 4411239
- 5. Universidade Federal Fluminense - Ata de Registro de Preços referente ao pregão Nº 148/2022/AD - Itens 01, 08, 12e 13. Documento SEI Nº 4411226

ANEXO C

MEMÓRIAS DE CÁLCULOS

Vários fornecedores foram contactados e a demanda, assim como outros dados do ambiente, foram mostrados. Cada fornecedor utilizou metodologia própria para realizar o dimensionamento da proposta. A equipe do tribunal fez neste estudo o seu próprio dimensionamento. Todos os dimensionamentos ficaram em patamares semelhantes, porém houve algumas pequenas diferenças que serão analisadas nesta memória de cálculo através de testes de hipóteses, principalmente em relação às condições e requisitos levantados no presente estudo.

O objetivo dos testes das hipóteses é avaliar e filtrar situações presentes nas propostas que possam indicar um superdimensionamento ou até um subdimensionamento e, dessa forma, alcançar um resultado que gere o melhor custo-benefício.

Todas as propostas utilizam como processador de referência o modelo Intel Xeon Gold 6444Y. A escolha desse processador não foi por acaso. Grande parte do custo da solução advém do licenciamento de software e, como a contabilização do licenciamento se dá pelo númerto de núcleos de processamento, a procura por um processador que possua núcleos performáticos (que possibilitam a

https://sei.tre-mg.jus.br/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=6555584&infra_sistema=100000100&infra_unidade_atual=110001162&infra_hash=e7f... 63/68

utilização de menor quantitativo de núcleos) afeta diretamente no preço global do solução. Neste ponto o Intel Xeon Gold 6444Y foi o processador que apresentou um dos melhores núcleos em termos de desempenho.

Com relação ao quantitativo de nós para atender a demanda, houve algumas diferenças entre as propostas tendo variado entre opções com oito (quatro por site) ou dez (cinco por site). Para realizar um dimensionamento com o melhor custo-benefício, estes quantitativos serão analisados à luz dos requisitos e condições levantadas em 4.2.6.

CÁLCULO DE CPU

Processador presente nas propostas: Intel Xeon Gold 6444Y, pontuação SPEC Int Rate

SPEC CPU® 2017 Integer Rates

Hardware Vendor	System	# Cores	# Chips	Processor	Base Copies	Result	Baseline	Energy Peak	Result
ASUSTeK Computer Inc.	ASUS ESC4000-E11 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	405	393	--	
Cisco Systems	Cisco UCS C220 M7 (Intel Xeon Gold 6444Y, 3.60GHz)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	396	384	--	
Cisco Systems	Cisco UCS C240 M7 (Intel Xeon Gold 6444Y, 3.60GHz)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	400	388	--	
Cisco Systems	Cisco UCS X210c M7 (Intel Xeon Gold 6444Y, 3.60GHz)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	396	384	--	
Dell Inc.	PowerEdge C6620 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	397	385	--	
Dell Inc.	PowerEdge HS5610 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	392	379	--	
Dell Inc.	PowerEdge HS5620 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	392	379	--	
Dell Inc.	PowerEdge MX760c (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	395	384	--	
Dell Inc.	PowerEdge R660 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	395	384	--	
Dell Inc.	PowerEdge R760 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	394	383	--	
Dell Inc.	PowerEdge T560 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	392	381	--	
Dell Inc.	PowerEdge XR7620 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	395	382	--	
Fujitsu	PRIMERGY RX2540 M7, Intel Xeon Gold 6444Y, 3.60GHz	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	--	386	--	
Hewlett Packard Enterprise	ProLiant DL320 Gen11 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	16	1	Intel Xeon Gold 6444Y	32	201	195	--	
Hewlett Packard Enterprise	ProLiant DL360 Gen11 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	397	385	--	
Hewlett Packard Enterprise	ProLiant DL380 Gen11 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	396	385	--	
Hewlett Packard Enterprise	ProLiant DL380 Gen11 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	395	383	--	
Hewlett Packard Enterprise	ProLiant DL380a Gen11 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	396	384	--	
Hewlett Packard Enterprise	Synergy 480 Gen11 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	397	385	--	
Inspur Electronic Information Industry Co., Ltd. (IEI)	NF5180M7 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	402	389	--	
Inspur Electronic Information Industry Co., Ltd. (IEI)	NF5280M7 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	402	390	--	
Lenovo Global Technology	ThinkSystem SD650 V3 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	--	372	--	
Lenovo Global Technology	ThinkSystem SR630 V3 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	--	387	--	
Lenovo Global Technology	ThinkSystem SR650 V3 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	--	386	--	
Supermicro	SuperServer SYS-621C-TN12R (X13DDW-A , Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	395	384	--	
Tyrone Systems	Tyrone Camarero SDI200A3N-212 (3.60 GHz, Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	384	372	--	
xFusion	FusionServer 2288H V7 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	405	392	--	
xFusion	FusionServer 2288H V7 (Intel Xeon Gold 6444Y)	32	2	Intel Xeon Gold 6444Y	64	394	381	--	

Pontuação mínima (pior caso), com utilização de nós com 2 processadores: 372 pontos

O pior caso foi escolhido para que não haja eliminação de nenhum fabricante do mercado, fato que diminuiria a concorrência.

Hipótese 1: 10 nós (5 por site)

Condição 1: Poder de processamento

CPU = 10 x 372 = 3.720 (considerando dois sites em arquitetura ativo-ativo)

O resultado é maior que a pontuação de 2.512 calculada em 4.2.6, sendo assim, a condição 1 foi atendida.

Condição 2: Falha máxima

$N \times P > 1.047$ onde N é o número de nós em situação de falha máxima e P é a pontuação do nó segundo índice SPECintrate.

$$(10/2 - 1) \times 372 = 1.488$$

O resultado é maior que a condição de falha máxima do ambiente atual (1.047), sendo assim, a condição 2 foi atendida.

Hipótese 2: 8 nós (4 por site)

Condição 1: Poder de processamento

$$\text{CPU} = 8 \times 372 = 2.976 \text{ (considerando dois sites em arquitetura ativo-ativo)}$$

O resultado é maior que a pontuação de 2.512 calculada em 4.2.6, sendo assim, a condição 1 foi atendida.

Condição 2: Falha máxima

$N \times P > 1.047$ onde N é o número de nós em situação de falha máxima e P é a pontuação do nó segundo índice SPECintrate.

$$(8/2 - 1) \times 372 = 1.116$$

O resultado é maior que a condição de falha máxima do ambiente atual (1.047), sendo assim, a condição 2 foi atendida.

Hipótese 3: 6 nós (3 por site)

Condição 1: Poder de processamento

$$\text{CPU} = 6 \times 372 = 2.232 \text{ (considerando dois sites em arquitetura ativo-ativo)}$$

O resultado é menor que a pontuação de 2.512 calculada em 4.2.6, sendo assim, a condição 1 NÃO foi atendida.

Condição 2: Falha máxima

$N \times P > 1.047$ onde N é o número de nós em situação de falha máxima e P é a pontuação do nó segundo índice SPECintrate.

$$(6/2 - 1) \times 372 = 744$$

O resultado é menor que a condição de falha máxima do ambiente atual (1.047), sendo assim, a condição 2 NÃO foi atendida. Além disso, a opção com apenas 3 nós por site incorre na impossibilidade de perda de 1 nó por site, pois 3 é o número mínimo de nós necessários para criação de um cluster, considerando as soluções envolvidas nos cenários viáveis. Um cluster com 3 nós que venha a perder 1 nó ficaria com 2 nós, o que torna o cluster de 3 nós intolerante a falha de 1 nó.

Considerando que a hipótese 3 não atende as condições, em nenhum aspecto, seja pelo poder de processamento, seja pela situação de falha máxima, a utilização de 6 nós (3 por site), está descartada.

As hipóteses 1 e 2 atendem, no que se refere a CPU, portanto opta-se pela mais barata, no caso oito nós (quatro por site).

CÁLCULO DE MEMÓRIA RAM

Hipótese 4: Quantitativo de memória considerando 8 nós (4 por site).

Condição 1: mínimo de 13.780GB (considerando dois sites em arquitetura ativo-ativo), conforme 4.2.6.

$MEM = 8 \times M > 13.780GB \Rightarrow M > 1.723GB$ onde M é a quantidade de memória por nó.

condição 1. As configurações de tamanho e quantitativo de pentes de memória possíveis e mais próximas de 1.723GB são 1.536GB ou 2.048GB, sendo que apenas a opção com 2.048GB atende a

Condição 2: Falha máxima

$N \times M > 5.742GB$ onde N é o número de nós em situação de falha máxima e M é a quantidade de memória RAM por nó.

$(8/2 - 1) \times 2.048GB = 6.144GB$

O resultado é maior que 5.742GB, sendo assim, a condição 2 foi atendida.

Assim, conforme mostrado na hipótese 4, oito nós (quatro por site), com 2.048GB de RAM cada, atendem a demanda.

CÁLCULO DE DISCO

Hipótese 5: Volumetria mínima de 130,43 TiB líquidos por site, conforme 4.2.6.

Condição 1: Chassi com 24 baías (com 2 baías para SSD de cache)

$(8/2) \times (24-2) \times D \times F > 130,43TiB$ onde D é o armazenamento bruto do SSD e F é o fator de redução devido aos mecanismos de resiliência.

Estimando F em 0,4 (pior caso encontrado no ambiente atual),

$D > 4,08TB$

A condição 1 pode ser atendida com SSD NVMe maiores que 4,08TB. Como existem no mercado SSD NVMe disponibilizados em tamanhos de 7,68TB ou 15,36TB, a condição 1, com utilização de oito nós de 24 baías (quatro por site), foi atendida.

Condição 2: Chassi com 12 baías (com 2 baías para SSD de cache)

$(8/2) \times (12-2) \times D \times F > 130,43TiB$ onde D é o tamanho bruto do SSD e F é o fator de redução devido aos mecanismos de resiliência.

Estimando F em 0,4 (pior caso encontrado no ambiente atual),

$D > 8,97 TB$

A condição 2 pode ser atendida com SSD NVMe maiores que 8,97TB. Como existem SSD NVMe disponibilizados em tamanhos de 15,36TB, a condição 2, com utilização de oito nós de 12 baias (quatro por site), foi atendida.

Assim, conforme mostrado na hipótese 5, oito nós (quatro por site), seja com 12 baias cada ou 24 baias cada, atendem a demanda.

CÁLCULO DO LICENCIAMENTO WINDOWS SERVER

Hipótese 6: Manutenção do quantitativo de licenças Windows Server nos níveis atuais.

Condição 1: o quantitativo de licenças atual deve ser suficiente para licenciar a nova solução em proporção igual ou maior que o licenciamento da solução atualmente em produção.

O TRE-MG possui 144 licenças Windows Server Datacenter 2-core-pack.

Cada licença 2-core-pack licencia 2 núcleos, logo, as 144 licenças permitem o licenciamento de 288 núcleos.

Cada nó de hiperconvergência do ambiente atual possui 36 núcleos (2 processadores com 18 núcleos).

Sendo assim, 8 dos 12 nós do ambiente atual estão licenciados ($36 \times 8 = 288$), ou seja, 67% dos nós estão licenciados para executar o Windows Server.

Para a nova solução o quantitativo de núcleos é: 8 nós x 2 processadores x 16 núcleos = 256

Como o quantitativo atual de licenças permite 288 núcleos, 100% dos nós estarão licenciados e ainda haverá sobra de licenças para 32 núcleos.

O quantitativo excedente não precisará ser mais renovado.

Portanto a condição 1 da hipótese 6 foi atendida e oferece a vantagem e desvantagem conforme listado a seguir:

Vantagem: Simplificação da gerência de compliance já que todos os nós poderão executar o Windows Server

Desvantagem: Mantem-se o gasto com licenciamento Windows Server próximo do patamar atual

Hipótese 7: Manutenção da proporção dos nós licenciados para o Windows Server nos níveis atuais.

Condição 1: o quantitativo de licenças atual deve ser diminuído de forma a manter o licenciamento Windows Server da nova solução na mesma proporção (ou maior) que o licenciamento da solução atualmente em produção.

Conforme visto na hipótese 6, 67% dos nós estão licenciados para executar o Windows Server.

Para a nova solução, 67% do quantitativo de núcleos é: $67\% \times 256 = 171,52$

Como não é possível licenciar parcialmente um nó, temos que 192 seria o número mais próximo e que licencia nós completos (6 nós x 2 processadores x 16 núcleos).

Com 192 núcleos haverá a diminuição do quantitativo de licenças Windows, mas mantendo 75% dos nós licenciados (6 de 8 nós), o que atende a condição 1, pois ainda é superior a 67%.

A diminuição seria de 96 núcleos licenciados a menos que o ambiente atual.

Portanto a condição 1 da hipótese 7 foi atendida e oferece a vantagem e desvantagem conforme listado a seguir:

Vantagem: Diminui a previsão de custos com licenciamento Windows Server, passando de 144 para 96 licenças Windows Server Datacenter 2-core-pack
Desvantagem: Mantem-se a complexidade de gerenciamento de compliance no mesmo patamar atual.

Assinaturas da Equipe de Planejamento da Contratação	
Ralph Werner Gomes Viegas Integrante Técnico (Titular)	Gustavo Oliveira Heitmann Integrante Administrativo
Rodrigo Heringer de Salles Integrante Técnico (Suplente)	
Ralph Werner Gomes Viegas Integrante Demandante (Titular)	
Rodrigo Heringer de Salles Integrante Técnico (Suplente)	
Data: 18/02/2025	



Documento assinado eletronicamente por **RALPH WERNER GOMES VIEGAS, Analista Judiciário**, em 18/02/2025, às 15:46, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **TATIANA NEVES MARQUES PEREIRA MAPA, Assessor(a)**, em 18/02/2025, às 15:54, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **GUSTAVO OLIVEIRA HEITMANN, Técnico Judiciário**, em 18/02/2025, às 15:54, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.tre-mg.jus.br/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&lang=pt_BR&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6158527** e o código CRC **B7F86953**.