



Estudo Técnico Preliminar (ETP) 133878488 - PCMG/SIIP/CTS/SIT

Belo Horizonte, 24 de fevereiro de 2026.

ESTUDO TÉCNICO PRELIMINAR – ETP

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. Número do processo SEI: 1510.01.0246101/2024-39

1.2. Equipe de Planejamento da Contratação

Área	Unidade Administrativa	Nome	MASP/Matrícula	E-mail
Solicitante (titular)	PCMG/SIIP/CTS	Isabella Franca Oliveira	1.237.863-4	isabella.franca@policiacivil.mg.gov.br
Solicitante (suplente)	PCMG/SIIP/CTS	Leonardo Fernando Lage	458.297-9	leonardo.lage@policiacivil.mg.gov.br
Técnica (titular)	PCMG/SIIP/CTS	Cláudio Soares Quintão	458.113-8	claudio.quintao@policiacivil.mg.gov.br
Técnica (suplente)	PCMG/SIIP/CTS	Rodrigo Buzatti	1.458.506-1	rodrigo.buzatti@policiacivil.mg.gov.br
De contratação (titular)	Diretoria de Aquisições	Antônio Cipriano da Neves	1.254.055-5	antonio.cipriano@policiacivil.mg.gov.br
De contratação (suplente)	Diretoria de Aquisições	Naiara Santos Vieira	1.480.400-9	naiara.vieira@policiacivil.mg.gov.br

2. DESCRIÇÃO DA NECESSIDADE

2.1. Necessidade da Administração e Contexto Institucional

A Polícia Civil de Minas Gerais (PCMG), no exercício de sua missão constitucional de polícia judiciária e apuração de infrações penais, gerencia uma infraestrutura computacional de alta complexidade. Este ecossistema é responsável pelo provisionamento, integração e segurança de dados sensíveis, impactando diretamente a celeridade das investigações e o atendimento às crescentes demandas da sociedade mineira.

Atualmente, o parque tecnológico de processamento e armazenamento da PCMG opera de forma ininterrupta há mais de 15 anos. Esta estrutura encontra-se em estado de exaustão técnica, próximo à capacidade máxima de armazenamento, operando fora de garantia e sem suporte dos fabricantes, o que inviabiliza renovações contratuais e acesso a atualizações de segurança.

As limitações físicas e lógicas do ambiente atual — marcadas por fragmentação de hardware e dificuldades de refrigeração e estabilidade elétrica — geram um cenário de vulnerabilidade. A manutenção deste parque legado impõe custos operacionais elevados e riscos institucionais críticos, como a possibilidade de interrupções abruptas em serviços essenciais de comunicação oficial, identificação civil e criminal, e sistemas de apoio à investigação e à gestão da instituição.

Em resposta a esse cenário, a PCMG encontra-se em fase final de implantação da sua nova Sala de Servidores Principal (classificada como TIER III). Para que esta estrutura física cumpra seu propósito, é imperativa a aquisição de uma Solução de Tecnologia Hiperconvergente (HCI).

A escolha pela arquitetura HCI justifica-se pela necessidade de consolidar os recursos de computação, armazenamento e rede em uma plataforma única e resiliente. Esta contratação alinha-se ao Planejamento Estratégico da PCMG e às diretrizes de transformação digital, buscando:

- **Sustentação de Serviços de Missão Crítica:** Garantir a disponibilidade 24x7 de sistemas administrativos e policiais, correio eletrônico institucional, plataformas de Ensino à Distância (EaD) e bases de dados periciais.
- **Segurança da Informação e Continuidade:** Implementar mecanismos modernos de proteção de dados e recuperação de desastres (Disaster Recovery), fundamentais para a preservação da integridade da prova digital e da cadeia de custódia.
- **Escalabilidade e Inovação:** Prover uma infraestrutura capaz de absorver novas demandas da instituição relacionadas à tecnologia bem como outros sistemas de integração interinstitucional, sem os gargalos de performance do modelo anterior.
- **Eficiência e Economicidade:** Reduzir a complexidade de gerenciamento e o consumo energético, otimizando o investimento público através de uma tecnologia que permite o crescimento modular conforme a necessidade da administração.

Portanto, a presente aquisição não se limita à mera reposição de hardware, mas configura-se como uma ação institucional estruturante. Ela viabiliza a transição de um ambiente tecnológico depreciado para uma infraestrutura de alta performance e disponibilidade, assegurando a continuidade operacional da Polícia Civil e a qualidade dos serviços públicos prestados ao Sistema de Justiça Criminal e ao cidadão.

2.1.2. Atuação da Administração para Resolver o Problema

A PCMG, por meio da Superintendência de Investigação e Inteligência Policial (SIIP) e da Coordenação de Tecnologia e Sistemas (CTS), estruturou um plano de modernização tecnológica como resposta estratégica às limitações da infraestrutura legada. Este plano visa superar a fragmentação de sistemas e a dependência de hardwares obsoletos, que hoje representam um risco à continuidade das atividades finalísticas da Polícia Judiciária.

A estratégia institucional foi concebida para promover a estabilidade, a segurança e a integração sistêmica entre as diversas frentes de atuação da PCMG (Investigação, Inteligência, Identificação e Ensino), alinhando o órgão às diretrizes nacionais de transformação digital e segurança da informação.

Nesse sentido, a Administração vem adotando as seguintes ações estruturantes:

- **Implantação da nova sala de servidores principal:** estruturação de ambiente com padrão TIER III, apto a suportar cargas críticas de missão institucional com alta disponibilidade e redundância

energética.

- Modernização da sala de servidores secundária: processo de retrofit e adequação para fins de contingência, backup e recuperação de desastres (Disaster Recovery), garantindo a resiliência dos dados policiais.

- Adoção de Arquitetura de Próxima Geração: definição de modelo tecnológico baseado em Hiperconvergência (HCI), virtualização e armazenamento distribuído, permitindo a gestão centralizada e a escalabilidade do poder de processamento.

- Fortalecimento da Governança Técnica: estruturação de fluxos normativos e técnicos para a sustentação de sistemas corporativos, garantindo a integridade da custódia de dados e a segurança das comunicações oficiais.

- Habilitação de Novas Tecnologias Processuais: planejamento de infraestrutura capaz de suportar, de forma segura e performática, a expansão de sistemas corporativos relacionados à atividade finalística da instituição, permitindo a integração com outros órgãos do Sistema de Justiça Criminal.

A presente contratação representa, portanto, a etapa de execução material dessa estratégia, viabilizando a consolidação de um ambiente computacional moderno e resiliente, apto a sustentar o portfólio de serviços críticos da Polícia Civil de Minas Gerais.

Necessidades do Negócio

1. Agilidade na entrega de serviços de TI: Reduzir o tempo de provisionamento de recursos e acelerar a implementação de novos serviços, aplicações e ambientes, promovendo maior dinamismo nas operações.
2. Escalabilidade sob demanda: Garantir que a infraestrutura de TI possa crescer ou se adaptar rapidamente às necessidades do negócio, sem comprometer desempenho ou disponibilidade.
3. Eficiência operacional e redução de complexidade: Otimizar processos internos, reduzir o número de plataformas e ferramentas distintas, e minimizar a necessidade de intervenção manual em tarefas rotineiras.
4. Melhoria na gestão de recursos de TI: Aumentar a visibilidade e o controle sobre o uso de recursos computacionais, promovendo uma alocação mais inteligente e econômica.
5. Resiliência e continuidade dos serviços: Assegurar alta disponibilidade e recuperação rápida em caso de falhas, mantendo os serviços críticos sempre operacionais.
6. Integração com estratégias de transformação digital: Suportar iniciativas como automação, inteligência artificial, análise de dados e mobilidade, alinhando a infraestrutura de TI aos objetivos estratégicos da instituição.
7. Redução de custos operacionais e de capital: Buscar soluções que permitam melhor aproveitamento de recursos existentes, com menor necessidade de investimentos em hardware ou licenciamento excessivo.

Necessidades Tecnológicas

1. Automação de processos e orquestração inteligente: Implementar ferramentas que reduzam a intervenção manual, acelerem fluxos de trabalho e garantam consistência na entrega de serviços.
2. Infraestrutura escalável e flexível: Adotar arquiteturas que permitam expansão rápida de recursos computacionais, armazenamento e rede, conforme as demandas do negócio evoluem.
3. Gerenciamento centralizado e simplificado: Consolidar a administração de ambientes físicos, virtuais e em nuvem em plataformas unificadas, facilitando o controle e a tomada de decisões.
4. Monitoramento proativo e análise preditiva: Utilizar soluções que antecipem falhas, otimizem desempenho e forneçam insights em tempo real para ações corretivas e preventivas.
5. Segurança integrada e adaptável: Incorporar mecanismos de proteção que acompanhem a evolução da infraestrutura, com políticas dinâmicas e resposta automatizada a ameaças.

6. Compatibilidade com ambientes híbridos e multicloud: Garantir interoperabilidade entre diferentes plataformas e provedores, permitindo mobilidade de cargas de trabalho e maior resiliência.
7. Capacidade de provisionamento sob demanda: Habilitar o fornecimento rápido de recursos para novos projetos, ambientes de teste ou expansão de serviços, com mínima complexidade.
8. Suporte à virtualização e containerização: Viabilizar o uso de tecnologias modernas que aumentem a densidade de recursos, melhorem a portabilidade e acelerem o ciclo de desenvolvimento.
9. Alta disponibilidade e recuperação rápida: Estruturar soluções que assegurem continuidade dos serviços críticos, com tolerância a falhas e planos de recuperação eficientes.

2.1.3. Consequências do Não Atendimento da Necessidade Identificada

O não atendimento da necessidade ora identificada comprometerá diretamente a capacidade operacional da PCMG e a continuidade de serviços essenciais de polícia judiciária em todo o Estado de Minas Gerais.

A manutenção do parque computacional atual, tecnologicamente defasado e operando sem suporte técnico ou garantias dos fabricantes, amplia significativamente o risco de falhas catastróficas e indisponibilidades prolongadas. Na ausência da modernização proposta, sistemas institucionais críticos estarão sujeitos a interrupções severas ou paralisações para mitigação de riscos, afetando diretamente:

- Comunicações Oficiais: O correio eletrônico institucional, canal vital de interlocução entre a PCMG e os órgãos do Poder Judiciário e Ministério Público;
- Capacitação Institucional: Ambientes de educação a distância (EaD), responsáveis pela formação e treinamento continuado de servidores em âmbito estadual, viabilizando ainda a capacitação de servidores de outros estados;
- Segurança de Dados Sensíveis: A nuvem privada corporativa da PCMG, utilizada para o armazenamento e compartilhamento de informações sob sigilo e dados investigativos;
- Atividade Finalística: Sistemas de investigação, bases de dados estruturantes de identificação e serviços de integração interinstitucional que alimentam a inteligência policial;
- Atendimento ao Cidadão: Portais e sistemas externos que servem à população mineira.

No tocante à evolução dos processos digitais, a inexistência de uma infraestrutura baseada em hiperconvergência e alta disponibilidade inviabilizará a sustentação dos sistemas corporativos relacionados às atividades finalísticas da PCMG, incluindo a integração com outras ferramentas do Sistema de Justiça Criminal.

Em síntese, a omissão nesta contratação implicará um risco institucional elevado, com potencial impacto direto na efetividade da persecução penal, na segurança jurídica dos atos investigativos e na continuidade de serviços públicos fundamentais, afetando a confiança da sociedade mineira nas instituições de segurança.

3. OBJETO DA CONTRATAÇÃO

Aquisição de solução integrada de infraestrutura tecnológica de missão crítica, baseada em arquitetura hiperconvergente, switches de alto desempenho e servidores de backup, com garantia, suporte especializado e implantação em regime turnkey, destinada à sustentação dos sistemas corporativos críticos da Polícia Civil de Minas Gerais, incluindo ambientes de produção principal e contingência geográfica.

A infraestrutura será composta, no mínimo, pelos seguintes grupos de equipamentos:

- a) Servidores de hiperconvergência (HCI): servidores enterprise com dois processadores de 24 núcleos, mínimo de 1 TB de RAM por nó, discos SSD NVMe/SATA para OSDs CEPH, redes 25GbE dedicadas para

storage e redes segregadas para gestão, dados e backup, utilizando camada de armazenamento distribuído CEPH com política de réplica mínima 3x, garantindo tolerância a falhas simultâneas de nós e discos, com capacidade dimensionada para 71 TB atuais + 50 TB de crescimento + overhead de replicação.

b) Equipamentos de backup, imutabilidade e arquivamento: servidores redundantes para backup, servidor de imutabilidade, storages redundantes com controladoras duplas, todos com redes 25GbE, discos de alta capacidade e integração ao Proxmox Backup Server, garantindo retenção, imutabilidade, arquivamento e recuperação rápida de desastres.

c) Infraestrutura de rede: switches ToR de 25GbE/100GbE para tráfego de dados e storage, switches de interconexão backbone 10GbE/100GbE para integração entre datacenter e backbone horizontal, switches de acesso backbone 1GbE/10GbE para conexão com clientes e backbone vertical.

A solução técnica foi desenhada para contemplar a arquitetura hiperconvergente definitiva e dimensionada para o crescimento necessário, incorporando novos equipamentos de processamento, armazenamento, rede e backup, garantindo alta disponibilidade, escalabilidade e conformidade com requisitos de missão crítica.

4. REQUISITOS DA CONTRATAÇÃO

A solução deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- Alta disponibilidade nativa (mínimo de N+1 por camada crítica);
- Suporte à virtualização de servidores, redes e armazenamento;
- Replicação síncrona ou assíncrona entre Data Center Principal e Secundário;
- Mecanismos automatizados de backup e recuperação de desastres (DR);
- Escalabilidade horizontal e vertical sem interrupção de serviço;
- Compatibilidade com cargas críticas de missão institucional;
- Garantia, suporte e atualização contínua por, no mínimo, 60 meses.
- Entrega em regime turnkey com transferência de conhecimentos hands on.

5. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Foram consideradas, em nível preliminar, as seguintes alternativas:

5.1. Manutenção do ambiente atual, com ampliações pontuais

Alternativa descartada por ser tecnicamente inviável e economicamente desvantajosa. A manutenção do modelo de infraestrutura legado (servidores e storages isolados com mais de 15 anos de uso) não atende aos requisitos de alta disponibilidade, segurança e escalabilidade exigidos pela Polícia Civil de Minas Gerais.

A simples ampliação pontual de um parque tecnológico obsoleto e fora de garantia não resolve os problemas estruturais de performance, além de:

- Incompatibilidade Tecnológica: Impedir a implementação de arquiteturas modernas de redundância geográfica e planos de recuperação de desastres (DR) entre a Sala de Servidores Principal e a Secundário;
- Gargalo de Crescimento: Limitar a capacidade de processamento necessária para a expansão de serviços críticos, como o correio institucional, a nuvem privada e sistemas de tramitação digital;

- Risco de Continuidade: Perpetuar a dependência de hardwares que apresentam falhas frequentes, elevando o custo de manutenção e o risco de interrupções severas nos serviços de polícia judiciária;
- Subutilização de Ativos: Deixar de aproveitar a capacidade técnica da nova Sala de Servidores (Container/Sala Segura) já adquirida, que foi projetada especificamente para abrigar uma solução moderna de Hiperconvergência (HCI).

Dessa forma, a manutenção do status quo é descartada por não oferecer a resiliência necessária à missão institucional e por representar um risco à integridade da custódia de dados e evidências digitais da PCMG.

5.2. Hospedagem em nuvem governamental da PRODEMGE

Considerando que a PCMG já realizou o investimento estratégico na aquisição e instalação de infraestrutura física de ponta (sala de servidores Tier III/Sala Segura), a análise de viabilidade para a camada de processamento e armazenamento (Hiperconvergência) considerou a alternativa de nuvem governamental da PRODEMGE, sendo esta descartada pelos seguintes fundamentos:

- Inviabilidade Técnica de Rede (Latência): A infraestrutura hiperconvergente local permite conexões de dados que podem superar em mais de 100 vezes a capacidade dos links externos disponíveis para a PRODEMGE. Serviços de alta volumetria, como a transferência de fichas datiloscópicas (IIMG) e o tráfego do banco de perfis genéticos (CODIS/ICMG), exigem a comunicação em altíssima velocidade que apenas o barramento interno da solução HCI própria, conectada via fibra óptica local, pode prover.
- Autonomia e Celeridade no Desenvolvimento: A natureza da atividade investigativa demanda a criação e restauração imediata de ambientes de teste e produção. A dependência de provisionamento externo via PRODEMGE impõe uma morosidade administrativa incompatível com a urgência das demandas da Coordenação de Tecnologia e Sistemas e das unidades policiais.
- Gestão de Segurança e Restrições de Acesso: Sistemas de inteligência geridos pela PCMG possuem requisitos de segurança e restrições de tráfego que, em ambiente externo, exigiriam configurações complexas e autorizações que ferem a autonomia operacional e a soberania sobre os dados sensíveis de polícia judiciária.

5.3. Justificativa para a Solução de Hiperconvergência

A aquisição da Solução de Hiperconvergência é o passo necessário para operacionalizar a Sala de Servidores recém-adquirida, substituindo um parque legado de 15 anos. As vantagens técnicas e econômicas desta arquitetura sobre modelos tradicionais ou externos são:

5.3.1 - Eficiência e Otimização de Recursos:

- Consolidação de Infraestrutura: A HCI integra processamento, armazenamento e rede em um único stack de software, eliminando a complexidade de gerenciar storages e servidores isolados, o que reduz o custo operacional e o gasto energético na sala de servidores já instalada;
- Escalabilidade Modular: Permite o crescimento da infraestrutura conforme a demanda real (investimento granular), evitando a ociosidade de recursos ou a necessidade de grandes expansões futuras de hardware físico;

5.3.2. - Sustentação das Atividades Finalísticas:

A solução HCI garantirá a performance necessária para ferramentas críticas que hoje sofrem com a obsolescência do hardware atual:

- Inteligência e Investigação: Interceptação telemática, análise criminal e sistemas de afastamento de sigilo.
- Identificação e Perícia: Banco de DNA, acervos digitais e o Plantão Digital.
- Serviços Essenciais: Correio institucional, Nuvem Privada e a expansão de sistemas de tramitação

eletrônica.

5.3.3. - Análise Econômico-Financeira (TCO):

- Eliminação de Custos de Nuvem: Ao utilizar o Data Center próprio, a PCMG evita taxas crescentes de consumo de recursos computacionais (vCPU, RAM, Storage) cobradas em modelos de serviço (cloud), que se tornariam proibitivas dada a alta volumetria de dados da Polícia Civil.
- Redução do Custo da Inoperância: A alta disponibilidade nativa da hiperconvergência reduz drasticamente o tempo de indisponibilidade dos sistemas, mitigando prejuízos financeiros e operacionais decorrentes de paralisações em unidades policiais.

5.3.4. Conclusão do Estudo de Alternativas

Diante da existência de infraestrutura física própria em padrão Tier III, a aquisição de uma Solução de Hiperconvergência é a alternativa que apresenta o melhor custo-benefício. Ela garante a soberania tecnológica, a baixa latência necessária para perícia e identificação, e a agilidade operacional indispensável para a Polícia Civil de Minas Gerais, superando as limitações técnicas e financeiras da hospedagem em nuvem externa ou da manutenção de servidores legados.

6. ANÁLISE ECONÔMICA, INDICADORES DE EFICIÊNCIA E MATRIZ DE CUSTOS DO PROCESSO

6.1. Fundamentação Normativa e Metodológica

A presente análise econômica foi estruturada em conformidade com:

- Art. 18 da Lei Federal nº 14.133/2021 (planejamento e demonstração de viabilidade);
- Princípios da economicidade, eficiência e motivação administrativa (art. 37 da CF/88);
- Resolução SEPLAG nº 102/2022 (formação e formalização da estimativa de preços).

A metodologia empregada contempla:

- I – memória de cálculo objetiva (Quantidade × Valor Unitário);
- II – consolidação do valor global;
- III – análise de proporcionalidade técnica;
- IV – indicadores de eficiência econômica;
- V – mensuração de risco evitado e retorno institucional.

6.2. Valor Global Estimado da Contratação (CAPEX)

A estimativa consolidada de investimento é a seguinte:

- SERVIDOR PARA HIPERCONVERGÊNCIA: 7 x R\$ 259.776,68 = R\$ 1.818.436,76
- SERVIDORES PARA BACKUP: 3 x R\$ 373.140,00 = R\$ 1.119.420,00
- STORAGE PARA ARQUIVAMENTO E DLP: 2 x R\$ 527.000,00 = R\$ 1.054.000,00
- SWITCHES DE REDE ToR: 2 x R\$ 147.657,60 = R\$ 295.315,20
- SWITCHES CORE 24 PORTAS: 3 x R\$ 46.937,10 = R\$ 140.811,30
- SWITCHES DE ACESSO 48 PORTAS: 18 x R\$ 4.650,00 = R\$ 83.700,00
- SWITCHES DE ACESSO 24 PORTAS: 24 x R\$ 3.227,10 = R\$ 77.448,00

Conforme matriz consolidada:

Valor Global Estimado: R\$ 4.589.131,26

Este montante contempla infraestrutura completa de:

- Hiperconvergência;
- Backup e imutabilidade;
- Storage de arquivamento;
- Camada de rede de alta disponibilidade.

6.3. Indicadores Econômicos Objetivos

6.3.1. Custo por Máquina Virtual (VM)

Capacidade projetada do cluster: ~120 VMs consolidadas.

Fórmula aplicada:

Custo por VM (5 anos) = Valor Global ÷ Número de VMs

R\$ 4.589.131,26 ÷ 120 = R\$ 38.242,76 por VM (5 anos)

Custo mensal por VM:

R\$ 38.242,76 ÷ 60 meses = R\$ 637,38 / mês

6.3.2. Custo por Terabyte Útil

Capacidade bruta estimada cluster HCI:

7 servidores × 10 discos × 7,68 TB
= 537,6 TB brutos

Com réplica 3x (CEPH):

Capacidade útil teórica: $537,6 \div 3 = 179$ TB

Capacidade útil operacional: $179,2 \times (1 - 0,15) = 152,32$ TB útil operacional (*para manter o cluster saudável durante rebalance, recovery, backfill e falha de nó/disco, reserva-se 15% de capacidade útil*)

Custo por TB útil (5 anos):

Teórica: R\$ 4.589.131,26 ÷ 179 = R\$ 25.637,60 por TB (5 anos)

Operacional: R\$ 4.589.131,26 ÷ 152,32 = R\$ 30.128,23 por TB (5 anos)

Custo mensal por TB:

Teórica: R\$ 25.637,60 ÷ 60 = R\$ 427,29 por TB/mês

Operacional: R\$ 30.128,23 ÷ 60 = R\$ 502,14 por TB/mês

Indicador demonstra eficiência comparativa frente a storage corporativo dedicado.

6.4. Indicadores de ROI Institucional

Embora não se trate de projeto com geração direta de receita, é possível mensurar Retorno Institucional sobre Investimento (ROI Público) sob três dimensões:

6.4.1. Redução de Custo Operacional

- Eliminação de manutenção emergencial de parque obsoleto;
- Redução de indisponibilidades;
- Diminuição de retrabalho administrativo.

Estimativa conservadora de economia indireta anual: 3% do custo operacional legado.

6.4.2. Redução de Risco Jurídico

Interrupção sistêmica de ambiente investigativo pode gerar:

- nulidades processuais;
- atrasos judiciais;
- responsabilização administrativa;
- danos à cadeia de custódia digital.

Valor potencial de um único incidente sistêmico estadual supera o investimento anual.

6.5. Custo de Risco Evitado (Análise Preventiva)

Infraestrutura legada apresenta riscos críticos:

Risco	Probabilidade	Impacto Potencial
Falha de storage	Alta	Paralisação estadual
Perda de dados	Média	Nulidade processual
Indisponibilidade prolongada	Alta	Comprometimento do PPJ-e
Vazamento de dados sensíveis	Média	Sanções LGPD

O investimento em arquitetura hiperconvergente com backup imutável reduz drasticamente tais vetores.

Sob ótica do TCE-MG, a contratação demonstra:

- prevenção de dano ao erário;
- mitigação de risco sistêmico;
- observância ao princípio da eficiência.

6.6. Análise de Economicidade Comparada

Mesmo quando comparada a alternativa de nuvem governamental:

- Diferença financeira marginal;

- Infraestrutura própria gera ativo patrimonial;
- Preserva autonomia institucional;
- Garante controle físico da cadeia de custódia digital.

Portanto, a solução não é apenas economicamente viável — é estrategicamente superior.

6.7. Conclusão Técnico-Econômica Ampliada

A análise demonstra que:

- I – O custo unitário por VM é competitivo;
- II – O custo por TB útil é eficiente;
- III – O investimento reduz risco jurídico e operacional;
- IV – Há aderência aos princípios da economicidade, eficiência e planejamento.

Conclui-se que a contratação atende plenamente:

- ao interesse público;
- à sustentabilidade financeira;
- à proporcionalidade do gasto;
- à mitigação de risco institucional.

Sob perspectiva técnico-contábil, econômica e jurídica, o investimento revela-se adequado, necessário e justificável.

6.8. MATRIZ DE RISCOS AMPLIADA

6.8.1. Metodologia

A análise adota matriz qualitativa com:

- Probabilidade (Baixa / Média / Alta)
- Impacto (Moderado / Alto / Crítico)
- Nível de Risco (Probabilidade × Impacto)
- Estratégia de Mitigação
- Indicador de Monitoramento

6.8.2. Riscos da Contratação

Risco	Descrição	Probabilidade	Impacto	Mitigação
R1	Atraso na entrega dos equipamentos	Média	Alto	Cláusulas contratuais de SLA, penalidades e acompanhamento do cronograma

R2	Incompatibilidade técnica entre componentes	Baixa	Alto	Especificações técnicas claras e homologação prévia
R3	Falhas de implantação	Baixa	Alto	Implantação assistida por equipe especializada e testes de aceitação
R4	Crescimento de demanda acima do previsto	Média	Médio	Arquitetura escalável horizontalmente
R5	Indisponibilidade prolongada por falha catastrófica	Baixa	Crítico	Replicação CEPH, backup dedicado e ambiente de contingência

6.8.3. Riscos Técnicos

ID	Risco	Prob.	Impacto	Nível	Mitigação	Indicador
R1	Falha simultânea de discos	Média	Alto	Elevado	CEPH réplica 3x + hot spare	SMART + Alertas
R2	Indisponibilidade de nó HCI	Média	Alto	Elevado	Cluster HA + migração automática	Monitoramento HA
R3	Corrupção de dados	Baixa	Crítico	Elevado	Backup imutável + verificação periódica	Teste de restore trimestral
R4	Falha de switch ToR	Baixa	Alto	Moderado	Redundância ativa	Monitoramento SNMP
R5	Saturação de storage	Média	Alto	Elevado	Monitoramento capacity threshold 70%	Relatório mensal

6.8.4. Riscos Operacionais

ID	Risco	Prob.	Impacto	Mitigação
R6	Falta de capacitação técnica	Média	Alto	Plano formal de treinamento

ID	Risco	Prob.	Impacto	Mitigação
R7	Erro humano em manutenção	Média	Alto	Runbooks padronizados
R8	Ausência de testes de DR	Média	Crítico	Simulação anual obrigatória
R9	Dependência de fornecedor	Baixa	Alto	Arquitetura open-source

6.8.5. Riscos Jurídicos e Institucionais

ID	Risco	Prob.	Impacto	Mitigação
R10	Perda de cadeia de custódia digital	Baixa	Crítico	Storage imutável + logs auditáveis
R11	Vazamento de dados (LGPD)	Média	Crítico	Segmentação de rede + criptografia
R12	Paralisação do PPJ-e	Baixa	Crítico	HA + DR geográfico

6.8.6 Risco Residual

Após implementação da arquitetura proposta:

- Redução estimada de risco crítico: > 60%
- Redução de risco operacional sistêmico: > 50%

Indicador estratégico: elevação do nível de maturidade tecnológica institucional.

6.9. PLANO DE CAPACITAÇÃO INSTITUCIONAL

6.9.1. Objetivos

- Garantir autonomia técnica da PCMG;
- Reduzir dependência externa;
- Assegurar operação segura da arquitetura HCI;
- Manter conformidade com boas práticas (ITIL / ISO 27001).

6.9.2. Público-Alvo

- Analistas de Infraestrutura (CTS)
- Equipe de Segurança da Informação
- Equipe de Operações
- Administradores de Sistemas

6.9.3. Estrutura do Programa

6.9.3.1. Treinamento Técnico Inicial (Implantação)

Carga horária mínima: 40 horas

Conteúdo:

- Arquitetura Proxmox VE
- CEPH distribuído
- Configuração de HA
- Gerenciamento de rede
- PBS (Proxmox Backup Server)
- Políticas de snapshot e retenção

6.9.3.2. Capacitação em Backup e DR

Carga horária mínima: 24 horas

- Estratégias de retenção
- Restore granular
- Testes de recuperação
- Procedimentos de desastre total

6.9.3.3. Capacitação em Segurança

Carga horária mínima: 16 horas

- Hardening Debian
- Segmentação VLAN
- Gestão de logs
- Resposta a incidentes

6.9.4. Cronograma

Fase	Período
Implantação	Mês 1
Treinamento inicial	Mês 1–2
Simulação DR	Mês 6

Fase	Período
Reciclagem anual	Anual

6.9.5. Indicadores de Capacitação

- % equipe treinada $\geq 80\%$
- 100% execução de simulação DR anual
- Tempo médio de resposta a incidente < 30 min

6.10. RUNBOOKS OPERACIONAIS

Runbooks são procedimentos padronizados para resposta rápida e previsível.

6.10.1. Runbook – Falha de Disco

1. Identificação via alerta SMART
2. Isolamento automático CEPH
3. Substituição física hot-swap
4. Rebalanceamento cluster
5. Registro em sistema de chamados

Tempo máximo esperado: 4 horas

6.10.2. Runbook – Indisponibilidade de Nó HCI

1. Identificação via cluster monitor
2. Migração automática VMs (HA)
3. Diagnóstico hardware
4. Acionamento garantia NBD
5. Reintegração ao cluster

RTO esperado: < 15 minutos

6.10.3. Runbook – Restore de VM

1. Seleção snapshot
2. Restore para ambiente isolado
3. Validação integridade
4. Liberação produção
5. Registro de auditoria

RTO estimado: 30–60 minutos

6.10.4. Runbook – Incidente de Segurança

1. Isolamento de VM afetada
2. Snapshot forense
3. Análise logs
4. Comunicação interna
5. Relatório técnico

6.10.5. Runbook – Disaster Recovery Total

1. Ativação site secundário
2. Restore cluster crítico
3. Validação serviços essenciais
4. Comunicação institucional
5. Relatório pós-incidente

RTO máximo institucional: 4 horas

RPO máximo: 24 horas

6.11. CONCLUSÃO DA GOVERNANÇA OPERACIONAL

A inclusão de Matriz de Riscos Ampliada, Plano de Capacitação e Runbooks formais demonstra maturidade de planejamento, mitigação de risco e aderência ao princípio da eficiência. Sob ótica de controle externo, não se trata apenas de aquisição de equipamentos, mas de implementação de modelo estruturado de governança tecnológica.

7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DETALHADAS

7.1. Servidores de hiperconvergência

7.1.1. *Quantidade exata necessária*

Quantidade: 7 nós (cluster Proxmox + Ceph hiperconvergente).

Motivo: com réplica 3 no Ceph e reserva operacional, 7 nós entregam capacidade, performance e tolerância a falhas com folga para crescimento futuro e implementação de DR em site secundário.

7.1.2 *Discos (tipos, quantidades e capacidades)*

Por nó:

- **Boot/OS:** 2 × **SSD 480 GB** (SATA/M.2/NVMe) em **espelhamento (RAID1)** (apenas para Proxmox, não para Ceph)
- **Ceph OSD:** 10 × **SSD NVMe 7,68 TB** hot-plug (cada SSD como OSD individual; **sem RAID**)

7.1.3 *Especificação para Termo de Referência (mínimos objetivos)*

Tabela (por servidor):

Item	Especificação mínima (por servidor)
Formato	Rack 19", 2U, trilhos e acessórios
CPU	2 × CPU x86_64, 24 cores/CPU (48 cores totais), suporte a multithreading (mín. 96 threads no servidor), geração ≥ 2023, PCIe Gen4/Gen5, DDR5
RAM	1.024 GB DDR5 ECC (RDIMM/LRDIMM), ≥ 4800 MT/s
Boot	2 × 480 GB (RAID1)
Ceph OSD	10 × 7,68 TB NVMe (OSD individual; sem RAID)
Rede 25GbE	4 × 25GbE SFP28, com transceivers/cabos homologados
Rede 1GbE	4 × 1GbE RJ45
Redundância	Fontes 1+1 hot-plug; fans N+1 hot-plug
OOB	BMC com KVM remoto sem licenciamento adicional

7.1.4 Cálculo de réplicas e overhead do Ceph (dimensionamento)

Dados de entrada:

- Armazenamento atual: 71 TB
- Crescimento previsto: +50 TB
- Necessidade “base”: 121 TB
- Política Ceph recomendada para missão crítica: size=3 (réplica 3)

Capacidade bruta do cluster (apenas OSD NVMe):

- Por nó: 10 × 7,68 TB = 76,8 TB bruto
- Cluster (7 nós): 7 × 76,8 = 537,6 TB bruto

Capacidade útil teórica com réplica 3:

- Útil_teórica = Bruto / 3 = 537,6 / 3 = 179,2 TB

Reserva operacional obrigatória (boa prática Ceph):

Para manter o cluster saudável durante rebalance, recovery, backfill e falha de nó/disco, reserva-se 15% de capacidade útil (cluster não deve operar “no talo”).

- Útil_operacional = 179,2 × (1 – 0,15) = 152,32 TB

Comparação com necessidade:

- Necessidade base: **121 TB**
- Útil operacional: **152,32 TB**
- **Folga operacional: 31,32 TB (~25,9%)**

Resultado: **7 nós atendem 71TB + 50TB com réplica 3 + reserva operacional**, sem gambiarra.

7.2. Servidores de Backup (Proxmox Backup Server - PBS)

Para uma implantação mínima inicial com segurança serão **2 servidores para backup e 1 para imutabilidade**, separados em :

- **2 servidores PBS “operacionais” (redundantes)**: backup do dia a dia, restore rápido, replicação entre si
- **1 servidor PBS “imutável” (vault)**: repositório com **append-only + retenção travada**, isolado em rede/ACL e com rotinas de cópia controladas.

7.2.1. Quantidade exata necessária

- **Servidor PBS Operacional A:** 1
 - **Servidor PBS Operacional B:** 1
 - **Servidor PBS Imutável (Vault):** 1
- Total: 3

7.2.2. Capacidade recomendada (com retenção) — escolha técnica objetiva

Premissas conservadoras (transparentes):

- Volume a proteger (lado produção): **121 TB** (base já com crescimento)
- Política de retenção (padrão corporativo plausível):
 - **30 diários**
 - **12 mensais**
 - **5 anuais**
- Eficiência média PBS (dedup+compress) depende muito do perfil; para não vender sonho:
 - **Fator de redução conservador = 1,3×** (ou seja, “economiza” ~23% só)
- Taxa média de mudança (dados de VM, logs, DB, arquivos): **3% ao dia**

Estimativa (conservadora) de capacidade lógica necessária:

- Full inicial: **121 TB**
- Incrementais 30 dias: $121 \times 0,03 \times 30 = \mathbf{108,9\ TB}$
- Mensais (11 incrementos “mensais grandes” aproximados): $121 \times 0,10 \times 11 = \mathbf{133,1\ TB}$
- Anuais (4 incrementos “anuais grandes” aproximados): $121 \times 0,25 \times 4 = \mathbf{121\ TB}$
- **Total lógico $\approx 121 + 108,9 + 133,1 + 121 = 484\ TB$**

Aplicando dedup/compress conservador (1,3×):

- **Total físico estimado $\approx 484 / 1,3 = 372$ TB**

Reserva operacional de 20%:

- **$372 \times 1,20 = 446$ TB úteis**

Portanto, dimensionando **~450 TB úteis** como alvo para o conjunto.
Como há 2 PBS operacionais + 1 vault imutável, a arquitetura de capacidade fica:

- PBS A: **~320 TB úteis**
- PBS B: **~320 TB úteis**
- Vault: **~320 TB úteis**
Isso permite: operação normal + replicação/reestratégia + retenções mais agressivas no vault.

7.2.3. Discos e especificações (por servidor PBS)

Formato recomendado: **4U / 24 baias 3,5"** (capacidade e manutenção), ZFS.

Configuração exata por servidor (idêntica nos 3 para padronização):

Item	Especificação mínima (por servidor PBS)
Formato	Rack 19", 4U, 24 baias 3,5" hot-swap, SAS 12Gb/s+
CPU	2 × CPU (Intel Xeon Scalable ou AMD EPYC), 12 cores/CPU (24 cores total)
RAM	256 GB DDR5 ECC (ZFS gosta de RAM; isso evita gargalo e melhora dedup/metadado)
Boot	2 × SSD 480 GB (RAID1)
Dados	22 × HDD 20 TB NL-SAS/SATA Enterprise 7200rpm + 2 baias reservadas para expansão/serviço
ZFS	2 vdevs RAIDZ2 de 10 discos cada (20 discos) + 2 hot spares (2 discos)
NVMe	2 × NVMe 3,84 TB (special device/metadado + aceleração de catálogo; melhora restore/listagens)
Rede	2 × 25GbE SFP28 + 2 × 1GbE (mgmt), fontes 1+1

Cálculo de capacidade por servidor PBS (ZFS):

- $2 \text{ vdevs} \times (10 \text{ discos} - 2 \text{ paridade}) \times 20 \text{ TB}$
 $= 2 \times 8 \times 20 = \mathbf{320 \text{ TB úteis (aprox.)}}$ (descontos ZFS/format ainda deixam “na casa” disso)

Assim:

- PBS A: **~320 TB**
- PBS B: **~320 TB**

- Vault: ~320 TB
Total útil bruto de backup (somando): **~960 TB** (com espaço para replicação/retention e crescimento real, sem apertos).

Para implementação de “DLP e imutabilidade” como servidor dedicado será utilizado um servidor de objetos S3 com Object Lock, 100% open-source, utilizando MinIO com Object Lock sobre ZFS, e integração por iSCSI/NFS/SMB quando necessário (via gateway), garantindo trilha de auditoria e políticas WORM para acervo e evidências.

7.4. Storages de arquivamento e DLP

Aqui estamos falando de storage corporativo (não servidor genérico ou NAS), com dupla controladora e portas 25GbE, para disponibilizar LUNs iSCSI a serviços de arquivamento/DLP e/ou integrações que não devem “morar” no Ceph, como repositórios da nuvem privada da PCMG.

7.4.1. Quantidade exata necessária

- **Quantidade: 2 storages** (par redundante)

Observação de arquitetura: “redundantes” pode significar **HA ativo-ativo** (com espelhamento/sincronia) ou **ativo-passivo** com failover. Como TR costuma evitar amarrar fabricante, específico por requisito funcional (HA + sem SPOF) e não por nome de feature proprietária.

7.4.2. Capacidade recomendada

Como esse storage é para arquivamento/DLP (fora do Ceph e fora do servidor S3), foi dimensionada a capacidade útil alvo do conjunto em 400 TB.

7.4.37 Discos e especificações (por storage)

Item	Especificação mínima (por unidade)
Controladoras	2 controladoras hot-swap, cache espelhado com bateria/supercap
Discos	24 × HDD 20 TB NL-SAS (line enterprise)
Cache	2 × SSD/NVMe enterprise para cache (leitura/escrita conforme arquitetura do fabricante)
Rede	4 × 25GbE SFP28 por controladora (mínimo)
Fontes/Fans	Redundantes hot-swap
Protocolos	iSCSI nativo; multipath (ALUA)
RAID	RAID6/DP ou equivalente com dupla paridade
Garantia	60 meses 24x7 com NBD ou superior

Capacidade útil típica (referencial):

- RAID6 em 24 discos (2 paridade): $(24-2) \times 22 = 484$ TB úteis (aprox.) por unidade.
Como há duas unidades e o modo HA pode consumir capacidade (espelhamento), o conjunto deve entregar ≥ 400 TB úteis efetivos em HA, independentemente da tecnologia do fabricante, evitando impugnação e garantindo o resultado.

7.5. Switches de Rede (ToR, Core, Acesso) + Topologia

7.5.1. Switch ToR 48x25GbE + 4x100GbE

Quantidade exata: 2 switches ToR 25GbE (redundantes, por rack/ilha)

Especificação:

- **48 × 25GbE SFP28**
- Uplinks: mín. 4 × 100GbE QSFP28 (para spine ou interligação de alta capacidade).
- L2/L3, MLAG/vPC-equivalente (sem amarrar marca), VXLAN/EVPN desejável (para SDN).

Portas necessárias (cálculo rápido e fechado):

- HCI: 7 servidores × 4 portas 25GbE = **28 portas**
- PBS: 3 servidores × 2 portas 25GbE = **6 portas**
- Servidor S3/WORM: 1 × 2 portas 25GbE = **2 portas**
- Storages iSCSI: 2 storages × 4 portas 25GbE = **8 portas**
- Reserva técnica 20%: $(28+6+2+8)=44 \rightarrow +20\% \approx 53$
Como cada ToR tem 48 portas, distribuímos em **dois ToR** com **dual-homing** (cada host liga metade das portas em cada ToR).
2×48 fecha com folga + redundância real.

7.5.2. Switch Core 24x10GbE + 3x100GbE

Quantidade exata: 3 switches core 10GbE SFP+

Serão utilizadas para interligação do backbone de fibra entre a Sala de Servidores antiga, a Sala de Servidores nova e a Sala de Servidores secundária.

Especificação:

- 24 × 10GbE SFP+
- 2 x 100GbE
- Fontes redundantes
- L3 (OSPF/BGP estático conforme padrão interno), VRRP/HSRP-equivalente

Portas necessárias (cálculo rápido e fechado):

- Fibras interligando sala de servidores principal e antigo: 12 fibras × 1 transceiver 10GbE = 12 portas
- Fibras interligando sala de servidores nova e sala de servidores secundária: 1 fibras × 1 transceiver 10GbE = 1 porta
- Cabo DAC interligando switch ToR e core para backbone: 2 conexões 100GbE x 2 cabos DAC 100GbE = 2 portas

- Conexões de rede legada: 8 conexões 1000BaseT × 1 transceiver 1000BaseT = 8 portas
- Reserva técnica 20%: $(12+1+8)=21 \rightarrow +20\% \approx 24$

2x24 atende ambos os ambientes.

7.5.3. Switch Acesso 48×1GbE + 2×10GbE SFP+ (12 sites)

Quantidade exata: 12 switches de acesso com backbone vertical de fibra (um por site) + 4 switches cascadeadas + 2 switches de acesso no datacenter (concentração interna/usuários locais)

Total: 18 switches de acesso

Especificação:

- 48 × 1000Base-T
- 4 × 10GbE SFP+ uplink (para core)
- VLAN, QoS, STP/RSTP/MSTP, ACL básica

7.5.4. Switch Acesso 24×1GbE + 2×10GbE SFP+ (cascadeamentos)

Quantidade exata: 24 switches de acesso destinadas a cascadeamentos em fibra ou par metalico conectando-se às switches de acesso de 48 portas (usuários locais).

Total: 24 switches de acesso

Especificação:

- 24 × 1000Base-T
- 2 × 10GbE SFP+ uplink (cascadeamento)
- VLAN, QoS, STP/RSTP/MSTP, ACL básica

8. JUSTIFICATIVA DA SOLUÇÃO ESCOLHIDA

Alternativa selecionada por apresentar melhor aderência técnica, econômica, jurídica e operacional às necessidades da PCMG, assegurando soberania sobre dados sensíveis, integração plena às Salas de Servidores institucionais existentes, alta disponibilidade nativa, escalabilidade incremental e menor custo total de propriedade (TCO) no médio e longo prazo.

A adoção de arquitetura hiperconvergente em ambiente próprio da PCMG permite consolidar computação, armazenamento e rede em plataforma única, simplificando a gestão, reduzindo pontos únicos de falha, aumentando a resiliência do ambiente e proporcionando escalabilidade incremental.

Essa abordagem viabiliza:

- Sustentação adequada aos sistemas corporativos relacionados às atividades finalísticas da PCMG, incluindo a integração com outras ferramentas do Sistema de Justiça Criminal, com garantia de disponibilidade contínua;
- Redução de riscos operacionais associados à obsolescência tecnológica;
- Padronização tecnológica e simplificação da administração do ambiente;
- Atendimento aos requisitos de soberania, segurança da informação e conformidade normativa;

- Melhoria da eficiência operacional e redução do custo total de propriedade (TCO) no médio e longo prazo.

9. RESULTADOS PRETENDIDOS

- Implantação plena e sustentada dos sistemas corporativos relacionados às atividades finalísticas da PCMG, incluindo a integração com outras ferramentas do Sistema de Justiça Criminal;
- Modernização da infraestrutura tecnológica crítica da PCMG;
- Elevação dos níveis de disponibilidade, desempenho, segurança e confiabilidade dos sistemas institucionais;
- Redução da dependência de fluxos físicos documentais e dos custos operacionais associados;
- Melhoria da integração interinstitucional no Sistema de Justiça Criminal;
- Fortalecimento da governança da informação e da cadeia de custódia da prova;
- Aumento da eficiência administrativa e da qualidade dos serviços prestados à sociedade.

10. ESTIMATIVA DE CUSTOS

Com base no Planejamento Técnico atualizado da PCMG para o projeto PPJ-e, a estimativa de custos foi revisada para refletir o dimensionamento definitivo da solução de hiperconvergência, observada a disponibilidade orçamentária global do projeto.

As pesquisas de preços encontram-se anexadas no processo SEI 1510.01.0246101/2024-39, realizadas em conformidade com a Lei nº 14.133/2021 (Lei de Licitações e Contratos Administrativos), Instrução Normativa SEGES/ME nº 65/2021 (Pesquisa de Preços), Decreto Federal nº 11.462/2023 (Regulamentação da Lei 14.133/2021), Resolução SEPLAG Nº 102/2022. As fontes consultadas são públicas, confiáveis e verificáveis, priorizando compras governamentais realizadas nos últimos 12 meses. Os preços refletem as condições de mercado no momento da pesquisa e foram obtidos através de metodologia transparente e auditável.

A estimativa consolidada de investimento é a seguinte:

- SERVIDOR PARA HIPERCONVERGÊNCIA: 7 x R\$ 259.776,68 = R\$ 1.818.436,76
- SERVIDORES PARA BACKUP: 3 x R\$ 373.140,00 = R\$ 1.119.420,00
- STORAGE PARA ARQUIVAMENTO E DLP: 2 x R\$ 527.000,00 = R\$ 1.054.000,00
- SWITCHES DE REDE ToR: 2 x R\$ 147.657,60 = R\$ 295.315,20
- SWITCHES CORE 24 PORTAS: 3 x R\$ 46.937,10 = R\$ 140.811,30
- SWITCHES DE ACESSO 48 PORTAS: 18 x R\$ 4.650,00 = R\$ 83.700,00
- SWITCHES DE ACESSO 24 PORTAS: 24 x R\$ 3.227,10 = R\$ 77.448,00

Total Geral R\$ 4.589.131,26

Não há previsão de custos com obras civis ou licenciamento de software, uma vez que a solução adotada é integralmente baseada em tecnologias open-source e será implantada em Sala de Servidores próprias da PCMG já existentes.

O valor estimado contempla aquisição, garantia, suporte técnico e implantação inicial, sendo compatível com o orçamento aprovado para o projeto PPJ-e e com os limites de investimento estabelecidos no planejamento estratégico institucional.

11. ADOÇÃO DE PAGAMENTO ESCALONADO VINCULADO A MARCOS DE EXECUÇÃO

11.1. Fundamentação Jurídica

A adoção de pagamento escalonado vinculado a marcos objetivos de execução encontra amparo nos arts. 140 e 141 da Lei nº 14.133/2021, que condicionam a liquidação da despesa ao recebimento do objeto e à verificação do cumprimento contratual.

Nos contratos de fornecimento com instalação e configuração técnica complexa, especialmente em ambientes de missão crítica, o recebimento não se limita à entrega física dos bens, devendo abranger a verificação de funcionamento integral da solução contratada.

O escalonamento do pagamento constitui mecanismo legítimo de mitigação de riscos e de garantia da boa execução contratual.

11.2. Natureza Técnica do Objeto

O objeto da contratação consiste em solução integrada de infraestrutura tecnológica de missão crítica, envolvendo:

- servidores de hiperconvergência;
- switches de alto desempenho;
- infraestrutura de backup e imutabilidade;
- configuração de ambiente de virtualização;
- implementação de armazenamento distribuído;
- testes de alta disponibilidade e failover.

Trata-se, portanto, de contratação que ultrapassa o simples fornecimento de equipamentos, configurando entrega de ambiente funcional completo.

Nesse contexto, a entrega física dos equipamentos representa apenas uma etapa intermediária da execução contratual.

11.3. Risco Técnico Mitigado pelo Escalonamento

A adoção de pagamento escalonado visa mitigar os seguintes riscos:

- I – Entrega física sem correta instalação ou configuração;
- II – Implementação parcial de funcionalidades críticas (cluster, replicação, backup, alta disponibilidade);
- III – Inexistência de validação prática de desempenho e failover;
- IV – Dependência excessiva da Administração para exigir correções após pagamento integral;

V – Risco de paralisação ou atraso na etapa de homologação final.

A retenção de parcela significativa até o recebimento definitivo garante incentivo contratual adequado para conclusão integral do objeto.

11.4. Proporcionalidade do Modelo 30% / 40% / 30%

O modelo adotado observa proporcionalidade técnica entre:

- valor agregado dos equipamentos entregues (primeira fase);
- complexidade da instalação e configuração (segunda fase);
- validação funcional e homologação definitiva (terceira fase).

A retenção de 30% do valor total até a emissão do Termo de Recebimento Definitivo assegura poder de correção à Administração sem caracterizar retenção excessiva ou desproporcional.

11.5. Compatibilidade com Princípios da Lei 14.133/2021

O pagamento escalonado atende aos princípios de:

- eficiência;
- economicidade;
- planejamento;
- gestão de riscos;
- resultado.

Além disso, promove maior controle da execução contratual e reduz probabilidade de glosas futuras ou litígios administrativos.

11.6. Conclusão

Diante da complexidade técnica da solução contratada, da criticidade institucional do ambiente a ser implantado e da necessidade de assegurar entrega funcional completa, conclui-se que a adoção de pagamento escalonado vinculado a marcos objetivos de execução constitui medida:

- tecnicamente necessária,
- juridicamente adequada,
- proporcional ao objeto,
- e alinhada às boas práticas de governança contratual.

12. DECLARAÇÃO DE ADEQUAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

A presente contratação encontra-se compatível com o planejamento estratégico institucional da PCMG, com as diretrizes do Plano Plurianual vigente e com a disponibilidade orçamentária prevista para investimentos estruturantes em tecnologia da informação e transformação digital da atividade de polícia judiciária.

13. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

A análise de viabilidade econômico-financeira considera o ciclo de vida da solução no horizonte mínimo de 5 anos, comparando o custo total de propriedade (TCO) da infraestrutura própria hiperconvergente com alternativas de terceirização.

A solução própria apresenta investimento inicial maior, porém elimina custos recorrentes elevados de serviços de nuvem, tráfego, armazenamento adicional e serviços gerenciados, resultando em menor custo acumulado ao longo do período analisado.

Adicionalmente, a infraestrutura própria potencializa ganhos intangíveis relevantes, como soberania sobre dados sensíveis, redução de riscos jurídicos, maior controle operacional e aproveitamento pleno dos investimentos já realizados em Sala de Servidores próprios.

14. CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que a aquisição da Solução de Hiperconvergência (HCI) ora proposta é medida imprescindível e urgente para a operacionalização da infraestrutura de missão crítica da Polícia Civil de Minas Gerais. Esta contratação não se limita a uma atualização de parque, mas configura-se como o elemento necessário para viabilizar o pleno uso da nova Sala de Servidores Principal (Tier III) e do ambiente de contingência já estabelecidos por esta instituição.

A adoção da arquitetura hiperconvergente própria justifica-se pela necessidade de soberania sobre dados sensíveis, garantindo a baixíssima latência exigida por serviços complexos de perícia criminal, identificação e inteligência, os quais seriam tecnicamente inviabilizados em modelos de hospedagem externa. Além de mitigar os riscos críticos associados à obsolescência de um parque tecnológico com mais de 15 anos de operação, a solução garante a sustentação de fluxos digitais estratégicos, incluindo, mas não se limitando, à expansão do Procedimento de Polícia Judiciária Eletrônico (PPJ-e).

Trata-se de um investimento estruturante de alto impacto, que assegura a continuidade ininterrupta dos serviços policiais, a integridade da custódia de provas digitais e a eficiência da persecução penal no Estado de Minas Gerais. Sob a ótica da economicidade, a solução apresenta o melhor custo-benefício ao consolidar recursos, reduzir gastos energéticos e otimizar a gestão administrativa.

Pelo profundo alinhamento com as diretrizes de transformação digital e segurança pública, recomenda-se a continuidade do processo de contratação em sua totalidade.



Documento assinado eletronicamente por **Claudio Soares Quintão, Investigador(a) de Polícia**, em 03/03/2026, às 18:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Isabella Franca Oliveira, Coordenadora de Tecnologia e Sistemas**, em 04/03/2026, às 11:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **133878488** e o código CRC **95084C76**.