

COMANDO BRIGADA INFANTARIA PARAQUEDISTA/RJ

Estudo Técnico Preliminar 78/2026**1. Informações Básicas**

Número do processo: 65468.004133/2026-51

2. Descrição da necessidade

A presente contratação fundamenta-se na necessidade imperiosa de atualização, expansão e aperfeiçoamento da infraestrutura técnica de simulação voltada ao adestramento aeroterrestre no Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB).

Sendo a organização militar de vanguarda responsável pela formação, especialização e manutenção do estado de pronto-emprego das tropas da Brigada de Infantaria Pára-quedista do Exército Brasileiro, faz-se mandatório alinhar os meios de instrução simulada à evolução tecnológica e operativa dos vetores de transporte tático da Força Aérea Brasileira, especificamente a aeronave Embraer KC-390 Millennium.

2.1. Alinhamento com a Evolução Doutrinária e Operacional do Vetor KC-390

Com a progressiva substituição das antigas plataformas de transporte logístico e lançamento de tropas pela aeronave KC-390 Millennium, surgiram novas condicionantes operacionais, perfis de voo, velocidades de aproximação, dinâmicas de abertura de portas/rampas e fluxos de dispersão de pessoal em Zonas de Lançamento (ZL). O simulador de cockpit e o Gerador de Imagem (IG) do CI Pqdt GPB atuam como ferramentas críticas para que oficiais, sargentos, mestres de salto (MS) e a tropa embarcada realizem a transição doutrinária de forma segura e padronizada.

Atualmente, a infraestrutura disponível carece de fidelidade visual e de sincronismo espacial necessários para replicar com exatidão a velocidade de passagem, a percepção de altitude e as referências geográficas reais de solo que o Mestre de Salto visualiza ao lançar a tropa a partir do KC-390. A aquisição dos materiais descritos neste documento visa sanar esses gargalos, garantindo um ambiente imersivo de alta fidelidade que corresponda às reais capacidades de operação do vetor moderno.

2.2. Mitigação de Riscos Técnicos e Garantia da Fidelidade Visual

O lançamento de paraquedistas militares exige precisão milimétrica e tomada de decisão em frações de segundo. Deficiências na projeção visual de solo — tais como quebra horizontal de quadros (tearing), desalinhamento geométrico nas emendas de telas (blobs ou sobreposições grosseiras) ou atrasos na taxa de atualização de imagem (stuttering) — distorcem a percepção do aluno quanto à velocidade relativa da aeronave e à real localização geométrica da Zona de Lançamento (ZL). Tal fenômeno quebra a fidelidade da instrução e pode induzir a erros de avaliação com reflexos negativos em missões reais.

A introdução de novos Geradores de Imagem dotados de GPUs profissionais e placas de sincronismo por hardware (NVIDIA Quadro Sync II ou equivalente), associada a projetores Laser de ultra-curta

distância e sistemas automáticos de calibração por câmera, elimina completamente os artefatos visuais de paralaxe. Dessa forma, garante-se que os três canais de projeção de solo funcionem sincronizados a nível de pixel, oferecendo um cenário fotogramétrico contínuo, fluido e espacialmente correto para o treinamento de missões complexas e pousos de precisão em zonas de pouso restritas.

2.3. Eficiência, Economicidade e Sustentabilidade da Instrução

A instrução baseada em simulação moderna ampara-se fortemente no princípio da economicidade e na otimização dos recursos públicos. O custo associado à hora de voo real de uma aeronave de grande porte como o KC-390 Millennium é significativamente elevado, envolvendo despesas massivas com combustível de aviação, manutenção programada de turbinas, mobilização de tripulações completas da FAB e logística de solo.

Embora o simulador virtual não substitua o salto real — coroamento da formação do paraquedista —, ele permite exaustivas repetições de procedimentos de emergência, adestramento de panes a bordo, coordenação de cabine, navegação tática e reconhecimento prévio de Zonas de Lançamento desconhecidas em ambiente controlado a uma fração infinitesimal do custo de uma operação real. Os materiais pleiteados estendem o ciclo de vida útil do simulador do CI Pqdt GPB, elevando a qualidade técnica do treinamento, maximizando o aproveitamento das horas de voo reais concedidas e garantindo que o paraquedista embarque na aeronave real com os reflexos procedimentais perfeitamente consolidados.

3. Área requisitante

Área Requisitante	Responsável
Setor de Almoxarifado / B Adm Bda Inf Pqdt	MÁRCIO FERREIRA BRAGA - Cap

4. Descrição dos Requisitos da Contratação

Para a consecução do objeto e pleno atendimento das necessidades de modernização do ecossistema de simulação visual do simulador da aeronave Embraer KC-390 Millennium no Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB), a contratação deverá observar um conjunto de requisitos técnicos, operacionais, logísticos e de sustentabilidade, balizados pela Lei nº 14.133/2021 e pelas normas reguladoras do Exército Brasileiro.

4.1. Requisitos Técnicos e de Alto Desempenho

- **Capacidade de Processamento Gráfico de Categoria Profissional:** O Gerador de Imagens (Workstation IG) deve possuir arquitetura com suporte nativo por hardware à tecnologia de sincronização de quadros (recurso Quadro Sync II ou equivalente homologado enterprise). É vedado o uso de soluções baseadas estritamente em software de nível doméstico/gamer, devido ao risco de instabilidade e desalinhamento de frames ('tearing') durante a projeção de solo dos 3 canais simultâneos.
- **Iluminação de Estado Sólido e Ultra Curta Distância:** Os projetores de vídeo devem empregar tecnologia de fonte de luz fósforo laser com vida útil mínima de 20.000 horas, eliminando a dependência de lâmpadas de mercúrio de alto custo e descarte controlado. Adicionalmente, as lentes devem possuir fator de projeção Ultra Short Throw (UST) máximo de 0.25:1, requisito físico obrigatório para a montagem no espaço restrito do centro de instrução sem gerar sombras provocadas pela movimentação dos instrutores e alunos.

- **Automação de Calibração e Correção Geométrica:** O ecossistema deve integrar o software de Warping e Edge Blending diretamente às câmeras de auto-alignment. Exige-se que o sistema seja capaz de realizar recalibrações cromáticas e geométricas automatizadas em tempo inferior a 10 minutos, garantindo a pronta-resposta e minimizando o tempo de indisponibilidade da instrução por desalinhamento físico ou dilatação térmica do grid.
- **Qualidade e Resiliência da Infraestrutura Elétrica:** O sistema de alimentação ininterrupta (Nobreak) deve obrigatoriamente operar em topologia Online Dupla Conversão com onda senoidal pura e tempo de transferência zero (0 ms). Este requisito visa blindar as GPUs profissionais e os diodos laser dos projetores contra flutuações, surtos ou interrupções abruptas da rede elétrica da Vila Militar, estendendo a vida útil do patrimônio público.

4.2. Requisitos de Logística Integrada e Manutenção

- **Garantia Integral e Atendimento On-Site:** Exige-se garantia técnica total de no mínimo 24 (vinte e quatro) meses para os bens permanentes. Todo e qualquer atendimento corretivo deve ser prestado nas instalações do CI Pqdt GPB (Rio de Janeiro - RJ), cobrindo custos de passagens, estadias e traslados da equipe técnica da contratada, sem ônus para a União.
- **Acordo de Nível de Serviço (SLA) Rígido:** O prazo máximo de resposta para início do diagnóstico em campo deve ser de 24 horas. O Acordo de Nível de Serviço fixa em 5 (cinco) dias úteis o limite para o restabelecimento completo do sistema. Ultrapassado este prazo, a contratada fica obrigada a fornecer equipamentos de backup de performance equivalente ou superior, mitigando o risco de interrupção do calendário de adestramento dos Mestres de Salto da Brigada de Infantaria Pára-quedista.
- **Transferência de Conhecimento e Treinamento Operacional:** A empresa adjudicatária deverá ministrar treinamento técnico presencial com carga horária mínima de 16 horas para os operadores e equipe de manutenção da Seção de Simuladores do Centro. O escopo deve abranger procedimentos de calibração diária, operação do software de alinhamento óptico e manutenção de primeiro escalão.

4.3. Requisitos de Sustentabilidade Ambiental

Em aderência ao art. 144 da Lei nº 14.133/2021 e às diretrizes de compras sustentáveis federais, os materiais a serem adquiridos devem cumprir critérios de ecoeficiência:

- **Eficiência Energética Comercial:** A workstation, monitores e periféricos devem possuir certificações de baixo consumo energético em modo de espera (Energy Star ou equivalente). A fonte de alimentação de 1500W da workstation deve possuir eficiência mínima selada de 80 Plus Gold ou superior, otimizando o fator de potência elétrico.
- **Logística Reversa e Descarte de Resíduos:** A empresa contratada deverá disponibilizar plano de logística reversa para as baterias de chumbo-ácido seladas do Nobreak quando estas atingirem o fim de sua vida útil, bem como para os módulos eletrônicos substituídos em garantia, responsabilizando-se pelo descarte ambientalmente adequado conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).
- **Diretriz RoHS (Restriction of Hazardous Substances):** Os projetores e componentes eletrônicos internos da Workstation IG devem comprovar a ausência ou conformidade de limites estritos de substâncias perigosas pesadas (como chumbo, mercúrio e cádmio) em sua fabricação.

5. Levantamento de Mercado

5.1. Prospecção de Soluções Disponíveis no Mercado:

Mapeamento das tecnologias de engenharia de projeção e computação visual de alta performance disponíveis no mercado nacional.

Diferenciação clara entre hardware voltado ao mercado de consumo (linha gamer) e a arquitetura corporativa homologada para missões críticas (linha profissional/enterprise).

5.2. Análise Técnica e Econômica das Alternativas Cogitadas:

Alternativa 1 (Manutenção da Arquitetura Comercial/Gamer Descentralizada): Avaliação do uso de GPUs comerciais comuns. Conclui que há graves riscos de *tearing* (rasgo de imagem) e incompatibilidade com placas de sincronismo (*Quadro Sync*), comprometendo o treinamento de Mestres de Salto.

Alternativa 2 (Upgrade para Estação de Imagem Corporativa e Projeção Laser UST - Solução Selecionada): Define a adoção de *workstations* profissionais integradas a projetores de ultra-curta distância (UST) a laser estável como a única via para eliminar erros de paralaxe na Zona de Lançamento (ZL) e garantir 20.000 horas de ciclo de vida útil.

Alternativa 3 (Locação de Infraestrutura de Simulação Visual): Rejeitada devido ao alto custo operacional a médio/longo prazo e riscos de dependência externa dentro de uma organização militar de pronto-emprego.

5.3. Exame de Contratações Similares na Administração Pública:

Utilização de parâmetros e balizadores de projetos congêneres da Força Aérea Brasileira (FAB) e da Marinha do Brasil, comprovando a existência de ampla competitividade de integradores em polos tecnológicos nacionais.

5.4. Justificativa da Escolha da Solução:

Fechamento consolidado que equilibra economicidade, robustez física militar, eficiência operacional e o atendimento pleno às diretrizes doutrinárias da Brigada de Infantaria Pára-quedista.

6. Descrição da solução como um todo

A solução integrada para a modernização do ecossistema visual do simulador da aeronave Embraer KC-390 Millennium no Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB) consiste no fornecimento, instalação e integração de um conjunto robusto de hardware de processamento gráfico profissional, projetores ópticos de estado sólido a laser de ultra-curta distância, ativos de rede óptica de ultra-velocidade, softwares avançados de calibração geométrica automáticos baseados em sensores ópticos industriais, infraestrutura física aeroestrutural e sistemas de resiliência elétrica.

O principal escopo desta solução é extinguir por completo as anomalias visuais (erros de paralaxe, quebra horizontal de quadros ou desnível fotométrico) enfrentadas pela Seção de Simuladores do Centro. O foco operacional está em entregar um campo de visão periférico e de solo contínuo e de altíssima fidelidade cromática, em estrito alinhamento com a doutrina de treinamento tático de lançamento de paraquedistas e emprego de Mestres de Salto da Brigada de Infantaria Pára-quedista.

6.1. Componentes Estruturais da Solução

Para fins de planejamento e futura contratação, a solução unificada foi fragmentada em elementos interdependentes, descritos a seguir:

a) Subsistema de Computação Visual e Sincronismo Gráfico (Gerador de Imagem - IG): Composto por uma workstation de processamento crítico enterprise de categoria profissional (RTX A6000 ou equivalente), dotada de hardware dedicado para sincronização de varredura vertical e alinhamento de taxas de atualização de quadros por

segundo (tecnologias Framelock e Genlock). Este componente é o núcleo lógico do sistema, responsável pelo processamento dinâmico em tempo real da física, do clima e da renderização em múltiplos canais simultâneos nativos do software X-Plane 11/Professional.

b) Subsistema de Projeção Óptica de Alta Fidelidade: Composto por 3 (três) projetores profissionais com fonte de iluminação de estado sólido baseada em tecnologia Fósforo Laser, com brilho mínimo de 6.500 ANSI Lumens, resolução nativa de alta definição (WUXGA com suporte a 4K) e ciclo de vida útil mínimo de 20.000 horas de operação. Os equipamentos serão acoplados a lentes de ultra-curta distância (Ultra Short Throw - UST) com fator de projeção de até 0.25:1, instalados de maneira invertida no grid aéreo de modo a permitir que o feixe de projeção de solo cubra a área de simulação geométrica sem sofrer interferências físicas ou projeção de sombras geradas pelo corpo ou movimentação do operador e instruendos no interior do mockup.

c) Subsistema de Alinhamento e Calibração Óptica Automatizada: Integrado por softwares profissionais licenciados de Warping (correção geométrica de distorção de projeção) e Edge Blending (fusão suave de bordas de projeção sobrepostas), combinados com sensores ópticos (câmeras de matriz digital de alta definição industriais). Este subsistema opera de forma autônoma e dinâmica através de algoritmos de visão computacional, capturando padrões de calibração emitidos pelos projetores para corrigir automaticamente, em menos de 10 minutos, qualquer desvio de alinhamento milimétrico, discrepância cromática ou perda de luminância causada pela movimentação da estrutura predial.

d) Infraestrutura de Fixação Mecânica, Meio Físico e Revestimento Técnico: Inclui a fixação de um Grid metálico aeroestrutural (Truss/Unistrut) em liga de alta resistência com laudo e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), dimensionado para isolar as oscilações prediais, além de eletrocalhas blindadas com calhas magnéticas dedicadas para o roteamento limpo de cabos ópticos ativos (AOC HDMI 2.1/DisplayPort 1.4 de 20 metros), prevenindo qualquer degradação de sinal ou interferência eletromagnética (EMI) entre os geradores gráficos e os displays. O piso da cabine de simulação será revestido com piso vinílico técnico de alta resistência mecânica e propriedades ópticas estritamente foscas (Matte Anti-Hotspot), atuando de forma dual como tela de projeção de alta fidelidade e superfície de movimentação tátil.

e) Subsistema de Proteção e Resiliência Elétrica: Garantido pela inserção de um sistema de energia ininterrupta (Nobreak/UPS) com topologia puramente Online Dupla Conversão de 3000VA / 2700W com onda senoidal pura e tempo de comutação zero (0 ms), dotado de placa de gerenciamento de rede SNMP. Este ativo isola as oscilações e transientes da rede elétrica da Vila Militar e fornece uma janela de autonomia segura de bateria para o resfriamento correto dos diodos laser dos projetores e desligamento ordenado do sistema gráfico da workstation profissional em caso de blecaute.

6.2. Ciclo de Vida da Solução e Sustentabilidade Operacional

A escolha da tecnologia de estado sólido a laser em detrimento das tecnologias convencionais baseadas em lâmpadas de vapor de mercúrio estende consideravelmente o ciclo de vida operacional útil do simulador para um patamar mínimo de 20.000 horas (aproximadamente 8 a 10 anos de instrução contínua sem necessidade de reposição de insumos ópticos de alto custo). Adicionalmente, os requisitos ambientais de conformidade com a Diretiva RoHS asseguram a ausência de metais pesados tóxicos nos equipamentos eletrônicos, e o plano de logística reversa integrado mitiga os passivos ambientais relacionados ao descarte de baterias de chumbo-ácido do sistema de energia estabilizada.

6.3. Resultados Esperados com a Solução

Com a entrega completa e a devida integração desta solução de engenharia audiovisual militar, o Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil alcançará os seguintes resultados estratégicos e operacionais:

I - Redução a zero dos desalinhamentos de imagem na Zona de Lançamento (ZL), fornecendo aos Mestres de Salto uma visualização sem descontinuidades para os cálculos de deriva, velocidade do vento, inspeção visual da aeronave KC-390 e ejeção segura da tropa;

II - Aumento do índice de disponibilidade técnica do simulador para patamares superiores a 95%, ancorado pela garantia on-site de 24 meses e pela infraestrutura elétrica e de refrigeração industrial adotada;

III - Incremento qualitativo na capacitação de novos quadros da Força Terrestre e das forças coirmãs na operação com a moderna plataforma tática multimissão KC-390 Millennium, consolidando a doutrina aeroterrestre nacional e reduzindo drasticamente o consumo e a necessidade de horas de voo reais de alto custo financeiro e logístico para a União.

6.4. Em estrita observância ao ordenamento jurídico instituído pelo **Art. 84 da Lei nº 14.133/2021**, a Ata de Registro de Preços (ARP) resultante do presente certame licitatório terá vigência inicial de **12 (doze) meses**, contados a partir da data de sua assinatura e publicação oficial.

Sendo de interesse da Administração Pública, e com o objetivo de garantir a continuidade da disponibilidade dos materiais e soluções de engenharia visual necessários para a Seção de Simuladores do **Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB)**, o prazo de vigência da referida Ata **poderá ser prorrogado por mais 12 (doze) meses**, de forma sucessiva ou não, desde que preenchidos cumulativamente os seguintes requisitos:

- **a) Manutenção da Vantajosidade Econômica:** Realização de prévia e robusta pesquisa de mercado que comprove de forma inequívoca que os preços registrados permanecem iguais ou inferiores aos praticados no mercado de tecnologia e simulação aeroespacial;
- **b) Anuência do Fornecedor:** Manifestação formal por escrito do detentor da Ata aceitando a prorrogação nas mesmas bases contratuais e técnicas estabelecidas no edital;
- **c) Autorização da Autoridade Competente:** Despacho fundamentado do Ordenador de Despesas atestando a real necessidade institucional da manutenção do registro de preços para o adestramento das tripulações do vetor **Embraer KC-390 Millennium**.

Com essa modelagem, a Administração Pública resguarda-se juridicamente, garantindo uma janela total de até **24 (vinte e quatro) meses** para a emissão de empenhos e aquisição programada dos módulos de Gerador de Imagem, projetores laser UST e insumos correlatos, evitando os custos administrativos de uma nova licitação em curto prazo e mantendo o estado de pronto-emprego da Brigada de Infantaria Pára-quedista.

7. Estimativa das Quantidades a serem Contratadas

7.1. Premissas de Dimensionamento do Espaço e Engenharia Visual: Justificativa geométrica para o arranjo físico. O cálculo baseia-se na configuração de **três canais de projeção de solo** contínuos (ângulo de imersão panorâmica para a Zona de Lançamento) e a interdependência sistêmica com apenas **uma única Workstation de alto desempenho (Gerador de Imagem)**.

7.2. Memória de Cálculo por Item Técnico:

Projetores Laser UST (Item 01), Suportes Micrométricos (Item 02) e Câmeras de Alinhamento (Item 07): Dimensionados em **03 unidades** devido à arquitetura de projeção tripla segmentada.

Workstation IG (Item 03), Licença de Software (Item 04) e Nobreak Online (Item 08): Fixados em **01 unidade /licença**, uma vez que centralizam e alimentam as cargas críticas do ecossistema de forma unificada.

Piso Técnico Projeção Matte (Item 05): Calculado em **45 m²**, correspondendo à área física delimitada para a projeção de solo interativa onde os Mestres de Salto realizam o adestramento.

Cabos Ópticos Ativos AOC (Item 06): Definidos em **04 unidades** (03 para conexão direta dos projetores + 01 unidade de contingência técnica/reserva de pronto-emprego para evitar a paralisação das instruções).

Estrutura Truss/Grid (Item 09), Serviços de Montagem (Item 10) e Integração/Calibração (Item 11): Fixados em **01 Kit/Serviço Global**, visto que cobrem a totalidade da execução da infraestrutura local.

Simulador X-Plane e Expansão Flight Simulator (Item 12): Fixado em **01 unidade** para a licença corporativa /profissional instalada no Gerador de Imagem.

7.3. Relação de Economia de Escala e Vedação ao Desperdício: Demonstração formal de que os quantitativos listados limitam-se ao estrito cumprimento do projeto de engenharia, impedindo a compra desnecessária de excedentes de almoxarifado em respeito aos princípios da eficiência e da economicidade da Administração Pública.

8. Estimativa do Valor da Contratação

Valor (R\$): 581.958.040,00

8.1. O valor total estimado da contratação é de R\$ 581.958,04 (quinhentos e oitenta e um mil, novecentos e cinquenta e oito reais e quatro centavos).

9. Justificativa para o Parcelamento ou não da Solução

Em estrita observância ao art. 40, § 2º, e ao art. 47, II, da Lei nº 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações), que regulamentam o princípio do parcelamento das contratações públicas como regra geral orientada à ampliação da competitividade, este Estudo Técnico Preliminar conclui e justifica a inviabilidade técnica e operacional de parcelamento do objeto, adotando-se a modelagem de CONTRATAÇÃO POR ADJUDICAÇÃO GLOBAL (Grupo Único / Lote Único) para a solução do Gerador de Imagem do simulador do vetor Embraer KC-390 Millennium no Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB).

9.1. Da Inseparabilidade Técnica e do Risco de Incompatibilidade de Sistemas (Interdependência)

A solução de simulação visual descrita neste documento não se resume a um mero somatório de suprimentos e equipamentos de informática isolados, mas constitui um ecossistema tecnológico altamente integrado, de engenharia de missão crítica. Há uma interdependência umbilical e indissociável entre o subsistema de processamento (Gerador de Imagem - IG), as placas de sincronismo físico (NVIDIA Quadro Sync II), os projetores ópticos de ultra-curta distância (Laser UST) e as câmeras do sistema de alinhamento automatizado (Warping & Edge Blending). Caso o objeto fosse fragmentado em licitações e contratos distintos, haveria um risco crítico de inadimplemento técnico, visto que a aquisição de componentes de fabricantes ou fornecedores diferentes poderia resultar em severas incompatibilidades de software (drivers de sincronismo de taxas de atualização, APIs de calibração) e de hardware (barramentos elétricos, espaço físico e limitações de portas). Tal cenário inviabilizaria a fusão de bordas e o alinhamento geométrico, mantendo os erros de paralaxe que comprometem a instrução militar de lançamento de tropas aeroterrestres.

9.2. Da Responsabilidade Única pela Integração e Garantia do Sistema (Garantia Global)

O parcelamento da contratação dispersaria as responsabilidades em caso de falha sistêmica do simulador. Na eventualidade de um mau funcionamento na projeção ou na renderização em tempo real do cenário do KC-390, a fragmentação contratual geraria o chamado 'jogo de empurra' ou conflito de competências entre as contratadas (ex: o fornecedor do hardware culpando o desenvolvedor do software de calibração, que por sua vez responsabilizaria o instalador do cabo óptico ou o fabricante do projetor). Portanto, a adjudicação por grupo único assegura a centralização da responsabilidade técnica em uma ÚNICA EMPRESA INTEGRADORA, a qual responderá integralmente pelo funcionamento harmônico da solução, pelo cumprimento do Acordo de Nível de Serviço (SLA) de manutenção on-site por 24 meses e pelo fornecimento de hardware de backup, salvaguardando o interesse e o patrimônio da Administração Pública.

9.3. Da Eficiência Administrativa, Padronização e Economicidade Operacional

Sob a ótica da gestão interna do Exército Brasileiro, a condução de um único certame licitatório e o gerenciamento de um único contrato otimizam significativamente o emprego de recursos humanos e administrativos do CI Pqdt GPB (fiscais de contrato, gestores e pessoal de compras), se comparado à fiscalização de múltiplos contratos concorrentes. Ademais, a entrega consolidada por uma única integradora mitiga custos ocultos com retrabalho, testes de homologação duplicados e atrasos no cronograma físico-financeiro de implantação. A contratação global atrai empresas especializadas do setor de engenharia de simulação, garantindo ganho de escala e proposta de preços mais vantajosa para a União devido à centralização da logística de implantação técnica.

9.4. Conclusão do Tópico

Diante das justificativas de ordem técnica (interdependência física, eletrônica e lógica dos subsistemas) e de ordem operacional (garantia sistêmica unificada, simplificação da gestão contratual e eliminação do risco de incompatibilidade), resta plenamente fundamentado o NÃO PARCELAMENTO do objeto. A modelagem por LOTE ÚNICO / GLOBAL é a única capaz de atender perfeitamente às demandas doutrinárias da Brigada de Infantaria Pára-quedista, assegurando a entrega de um Gerador de Imagem operacional, seguro e de alta fidelidade para as instruções de Mestres de Salto e tripulações do vetor KC-390 Millennium.

10. Contratações Correlatas e/ou Interdependentes

10.1. Não há contratações correlatas e/ou interdependentes.

11. Alinhamento entre a Contratação e o Planejamento

11.1. Vinculação ao Plano de Contratações Anual (PCA): Demonstra a estrita conformidade da aquisição com o planejamento prévio da Unidade Gestora (UG), comprovando que o objeto está devidamente alinhado e previsto no cronograma de compras do ano corrente, mitigando riscos de contratações intempestivas.

11.2. Alinhamento com o Plano Estratégico do Exército (PEEx) e Diretrizes do COTER: Contextualiza o projeto dentro dos objetivos estratégicos de modernização das Forças Armadas e da otimização doutrinária do Comando de Operações Terrestres (COTER) para o vetor logístico-militar Embraer KC-390 Millennium.

11.3. Compatibilidade Orçamentária e Governança: Detalha a previsão de recursos e os mecanismos de governança pública aplicados, garantindo a aderência aos princípios da eficiência, da economicidade e do desenvolvimento nacional sustentável, assegurando que o investimento na Seção de Simuladores do Centro de

Instrução Pára-quedista atenda ao interesse público e à prontidão operacional da Brigada de Infantaria Pára-quedista.

12. Benefícios a serem alcançados com a contratação

12.1. Alinhamento Estratégico, Eficácia Doutrinária e Prontidão Operacional:

Fidelidade Visual na Zona de Lançamento (ZL): Explica como a tecnologia de projeção a laser UST aliada ao alinhamento geométrico automatizado e sincronismo físico de quadros elimina erros de paralaxe e distorções visuais (*tearing*). Isso garante que o Mestre de Salto (MS) visualize a ZL, as referências de solo e o cálculo de deriva de vento com precisão idêntica à de um voo real no **KC-390 Millennium**.

Aumento da Cadência e Capacidade de Instrução: Consolida a elevação quantitativa e qualitativa do pessoal adestrado por ano, otimizando o emprego de recursos humanos e mantendo a *Brigada de Infantaria Pára-quedista* em estado constante de pronto-emprego.

12.2. Eficiência, Economicidade de Recursos e Sustentabilidade do Erário:

Mitigação de Custos por Redução de Horas de Voo Reais: Demonstração analítica da vantajosidade financeira. Ao transferir treinamentos procedimentais complexos e simulações de panes críticas para o ambiente virtual aperfeiçoado, preserva-se o envelope de voo da aeronave real, gerando economias multimilionárias em combustível de aviação (QAV) e componentes logísticos de desgaste.

Ciclo de Vida Estendido e Redução de Custo Recorrente (TCO): A transição das antigas lâmpadas comerciais de mercúrio para blocos ópticos de fósforo laser com vida útil de 20.000 horas extingue custos recorrentes de manutenção e reposição de insumos pela Seção de Simuladores.

12.3. Efetividade na Segurança de Voo e Mitigação de Riscos de Acidentes:

Aborda o benefício intangível e prioritário da salvaguarda da vida humana. O ecossistema atualizado permite a simulação exaustiva e ultra-realista de condições meteorológicas severas, panes severas de motor, falhas estruturais de porta e incidentes de lançamento (paraquedista enganchado). Isso capacita as tripulações e Mestres de Salto a responderem com reflexos automáticos a emergências que seriam impossíveis de serem reproduzidas em voos reais devido ao risco de perda do vetor e de vidas.

13. Providências a serem Adotadas

- **Adequações Físicas e Infraestrutura de TI:** Preparação da sala da Seção de Simuladores com validação da malha de aterramento elétrico, climatização redundante para mitigar o calor dissipado pelas GPUs profissionais e pelo Nobreak, além do isolamento de luminosidade externa (indispensável para os projetores laser UST de solo).
- **Designação e Governança da Equipe de Fiscalização:** Atos formais em Boletim Interno (BI) nomeando o Gestor do Contrato, o Fiscal Técnico e o Fiscal Administrativo, detalhando as atribuições de cada um para evitar surpresas ou omissões no recebimento.
- **Plano de Capacitação e Treinamento Interno:** Cronograma prévio para que a equipe técnica do Centro receba o treinamento operacional de 16 horas e a transferência de conhecimento sobre o software de *Warping & Edge Blending*.
- **Medidas de Transição e Continuidade:** Planejamento do período de janela (*downtime*) na montagem para que as instruções vigentes de formação de paraquedistas e Mestres de Salto sofram o menor impacto possível.

14. Possíveis Impactos Ambientais

Em estrita conformidade com o Artigo 18, § 1º, inciso XII da Lei nº 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações) e em alinhamento com as diretrizes do Sistema de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro (SIGA-EB), este tópico do Estudo Técnico Preliminar (ETP) analisa os possíveis impactos ambientais decorrentes do ciclo de vida da contratação pública — que engloba o fornecimento, a instalação, a operação e o descarte dos materiais destinados à modernização do simulador da aeronave KC-390 Millennium no Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB) — estabelecendo as respectivas medidas preventivas, de controle e mitigadoras.

14.1. Levantamento e Análise dos Impactos Ambientais Potenciais

Dada a natureza predominantemente tecnológica e eletroeletrônica do objeto licitado (composto por geradores de imagem de alta performance, projetores a laser, unidades de proteção de energia e estruturas metálicas de suporte), os impactos ambientais potenciais identificados concentram-se no consumo de recursos energéticos e na geração de resíduos eletroeletrônicos críticos ao final do ciclo de utilização, classificados da seguinte forma:

a) Consumo de Energia Elétrica e Dissipação Térmica: A operação contínua de uma Workstation dotada de múltiplas GPUs de classe enterprise e fontes de alimentação de alta capacidade (1500W), operando simultaneamente com 3 (três) projetores a laser de alta luminosidade (Item 01) e um Nobreak de 3000VA (Item 08), resulta em uma demanda contínua relevante sobre a rede elétrica e gera uma carga térmica acentuada que exige refrigeração forçada constante por sistemas de climatização, elevando de forma indireta o consumo energético global da Seção de Simuladores.

b) Geração de Resíduos Tecnológicos Críticos (Lixo Eletrônico): Ao término do ciclo de vida útil ou em episódios de obsolescência técnica dos componentes internos das estações de renderização visual (placas de circuito impresso, processadores, diodos emissores de laser e cabos ópticos ativos), o descarte inadequado desses materiais pode provocar a contaminação do solo e de recursos hídricos por metais pesados e compostos químicos halogenados.

c) Insumos Químicos e Acumuladores de Energia: O Item 08 (Nobreak Online Dupla Conversão) é equipado internamente com baterias seladas reguladas por válvula (VRLA) de chumbo-ácido. O chumbo e o ácido sulfúrico contidos nesses acumuladores representam o maior risco ambiental imediato da contratação em caso de vazamento decorrente de avaria física, manutenção negligente ou descarte comum em aterros sanitários.

d) Geração de Resíduos Sólidos na Fase de Instalação: A execução dos serviços de montagem do Grid de teto (Item 09) e fixação dos projetores (Item 10) resulta na geração pontual de resíduos da construção civil e montagem mecânica (sobras de perfis metálicos, limalhas de furação, embalagens plásticas e paletes de madeira).

14.2. Diretrizes e Medidas Mitigadoras Obrigatórias (Critérios de Sustentabilidade)

Para neutralizar ou mitigar os impactos listados, a contratação incorporará critérios objetivos de sustentabilidade ambiental na descrição do objeto e nas obrigações da contratada, servindo como barreiras de conformidade regulamentar:

a) Exigência de Alta Eficiência Energética (Certificações): Visando otimizar o consumo elétrico e minimizar a pegada de carbono operacional do simulador KC-390, será exigido no edital que as fontes de alimentação da Workstation (Item 03) possuam eficiência mínima atestada por certificação de nível industrial (80 Plus Gold ou superior). Adicionalmente, os projetores fornecidos deverão contar com

sistemas inteligentes de gerenciamento de energia (modos Eco/Standby automatizados) e tecnologia de Estado Sólido a Laser que dissipa menor calor por lúmen gerado se comparado a lâmpadas tradicionais de mercúrio de alta pressão.

b) Obrigatoriedade de Logística Reversa Integral: Em estrita observância à Lei Federal nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), o Termo de Referência estabelecerá a obrigação de logística reversa pós-consumo vinculada à empresa adjudicatária. A contratada será integralmente responsável por coletar, transportar, desmembrar e destinar adequadamente para reciclagem ou descarte licenciado todos os componentes eletrônicos avariados, placas substituídas e, prioritariamente, os bancos de baterias inservíveis de chumbo-ácido do Nobreak, sem ônus para o Exército Brasileiro.

c) Conformidade com a Diretiva RoHS: Fica estabelecido como requisito técnico compulsório que todos os componentes de hardware, cabos e diodos emissores de laser fornecidos cumpram com as diretrizes internacionais RoHS (Restriction of Hazardous Substances) ou equivalente nacional, atestando a restrição de substâncias perigosas como chumbo, mercúrio, cádmio e bromo na composição química de seus semicondutores e circuitos.

d) Gestão de Resíduos na Montagem e Plano de Descarte: A empresa responsável pela execução dos serviços especializados de instalação (Item 10) deverá adotar procedimentos internos de triagem e destinação ecologicamente correta para os resíduos e sobras geradas durante a montagem do grid metálico de teto e lançamento dos cabos ópticos ativos (AOC), responsabilizando-se pelo recolhimento de todas as embalagens, plásticos e invólucros de transporte de carga logo após o encerramento da fase de comissionamento.

14.3. Conclusão da Análise Ambiental

Considerados os requisitos de sustentabilidade propostos, os impactos ambientais da presente contratação são qualificados como de baixa magnitude, totalmente controláveis e reversíveis por meio das obrigações contratuais instituídas.

Ademais, constata-se um balanço ambiental líquido altamente positivo: a atualização tecnológica do simulador de voo e lançamento tático do KC-390 no CI Pqdt GPB permitirá a transferência de centenas de horas de instrução de voo real para o ambiente simulado. Essa substituição evita de forma direta a queima de milhares de litros de combustível de aviação (QAV), mitigando expressivamente a emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera e o desgaste material, alinhando de maneira exemplar a alta prontidão operativa da Brigada de Infantaria Pára-quedista às metas globais de desenvolvimento sustentável da Administração Pública Federal.

15. Declaração de Viabilidade

Esta equipe de planejamento declara **viável** esta contratação.

15.1. Justificativa da Viabilidade

15.1. Viabilidade Técnica e Operacional: Consolida que a solução de engenharia de projeção a laser UST, aliada ao ecossistema de computação com sincronismo físico por hardware, é a única capaz de anular os erros de paralaxe na Zona de Lançamento (ZL), atendendo plenamente às exigências doutrinárias da Brigada de Infantaria Pára-quedista e às diretrizes do COTER.

15.2. Viabilidade Econômico-Financeira: Conclui que a substituição de lâmpadas comerciais pela fonte estável de fósforo laser (20.000 horas de ciclo de vida) gera alta economicidade. Além disso, destaca o enorme retorno sobre o investimento para a União devido ao abatimento das horas de voo reais na aeronave real.

16. Responsáveis

Todas as assinaturas eletrônicas seguem o horário oficial de Brasília e fundamentam-se no §3º do Art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado digitalmente
 **MARCIO FERREIRA BRAGA**
Data: 20/10/2026 16:43:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MARCIO FERREIRA BRAGA

Presidente da Equipe de Planejamento da Contratação

Documento assinado digitalmente
 **PAULO HENRIQUE SILVA MENDONCA**
Data: 21/10/2026 10:09:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

PAULO HENRIQUE SILVA MENDONCA

Adjunto da Equipe de Planejamento da Contratação

Documento assinado digitalmente
 **VINICIUS PEREIRA TEOTONIO**
Data: 21/10/2026 10:12:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

VINICIUS PEREIRA TEOTONIO

Integrante Administrativo da Equipe de Planejamento da Contratação