

Inspeção sustentável de auxílios visuais de pouso com uso de drones: software e know-how transferidos à indústria para redução de custos, tempo operacional e emissões diretas na infraestrutura aeroportuária

Joel Belo

Crivum EA70 · DOI 10.67665/crivum.12t06qhj · publicada em 27/08/2026

COORDENADORIA DE GESTÃO DA INOVAÇÃO — CGI/DCTA

Inspeção sustentável de auxílios visuais de pouso com uso de drones Software e know-how transferidos à indústria para redução de custos, tempo operacional e emissões diretas na infraestrutura aeroportuária

1. Síntese executiva do caso

O presente caso de sucesso descreve o desenvolvimento, a proteção e a transferência de uma tecnologia voltada à inspeção de sistemas PAPI — Precision Approach Path Indicator — por meio de drones, tecnicamente classificados como Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), combinando software registrado, know-how operacional, metodologia de inspeção e aplicação em ambiente aeroportuário real.

A solução foi desenvolvida no âmbito do Instituto de Estudos Avançados (IEAv), do Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) e do Grupo Especial de Inspeção em Voo (GEIV), com gestão de propriedade intelectual e transferência de tecnologia apoiada pela Coordenadoria de Gestão da Inovação do DCTA (CGI/DCTA), Núcleo de Inovação Tecnológica do Sistema de Inovação da Aeronáutica (SINAER).

O ativo de propriedade intelectual central é o programa de computador “Inspeção de PAPI usando Aeronave Remotamente Pilotada”, registrado no INPI sob o nº BR512023002743-0, de titularidade do IEAv, criado em 05/03/2019 e expedido em 03/10/2023.

A inovação foi transferida ao setor produtivo por meio de uma arquitetura contratual composta por quatro instrumentos complementares, envolvendo duas empresas nacionais — Araújo Santos Tecnologias Críticas Ltda. (ASTC) e ATSD BR Comércio e Indústria Startup Ltda. (ADTECH). Para cada empresa, foram formalizados contratos de licenciamento do software e contratos de transferência de know-how para emprego de SARP na inspeção de PAPI.

O caso possui relevância ambiental, econômica e institucional porque demonstra a substituição ou complementação de uma atividade tradicionalmente dependente de aeronaves tripuladas por inspeção baseada em SARP elétrico. Essa mudança reduz a necessidade de horas de voo de aeronave-laboratório, consumo de combustível aeronáutico, mobilização logística e emissões diretas de CO₂ associadas à missão de inspeção, configurando uma inovação aplicada à sustentabilidade operacional da infraestrutura aeroportuária. Além do ganho ambiental, a transferência cria condições para que uma atividade historicamente dependente de meios estatais especializados seja convertida em solução comercialmente viável, passível de exploração por empresas nacionais no mercado brasileiro e, potencialmente, latino-americano.

2. Problema técnico, operacional e ambiental

O PAPI é um auxílio visual à navegação aérea que orienta pilotos quanto à rampa ideal de aproximação para pouso. Tradicionalmente, sua verificação de conformidade é realizada por aeronave tripulada, com emprego de aeronave-laboratório e equipe especializada do GEIV.

Esse modelo convencional é tecnicamente robusto, mas envolve custos elevados, mobilização de pessoal qualificado, horas de voo, consumo de combustível aeronáutico e impacto operacional sobre o aeródromo inspecionado. A dissertação de mestrado “Inspeção em voo de PAPI a partir de aeronave não tripulada: resultados práticos”, defendida no ITA em 2024, registra que a inspeção em voo é custosa em termos de tempo, pessoal, equipamentos, horas de voo e impacto operacional,

apresentando o uso de SARP como alternativa com potencial de reduzir significativamente custos associados à inspeção de auxílios à navegação.

O projeto também responde a uma necessidade ambiental concreta. Ao permitir que determinadas inspeções sejam realizadas ou complementadas por SARP elétrico, a tecnologia reduz a dependência de aeronaves tripuladas movidas a combustível aeronáutico, mitigando emissões diretas de CO₂, ruído, consumo de recursos operacionais e mobilização logística associada às missões de inspeção. Nesse sentido, a inovação contribui para a sustentabilidade operacional da infraestrutura aeroportuária, ao associar segurança da navegação aérea, eficiência pública e redução da pegada ambiental de atividades técnicas recorrentes.

3. Desenvolvimento tecnológico e maturidade da solução

O projeto teve origem em grupo de trabalho estabelecido pela Portaria DECEA nº 11, de março de 2019, reunindo especialistas do ICEA, IEAv e GEIV para analisar a viabilidade do uso de drones em atividades de inspeção do PAPI. Como resultado, foram produzidos relatório final ao DECEA comprovando a viabilidade da atividade, protótipo de sistema de coleta, tratamento e emissão de relatório, metodologia de execução e posterior registro do programa de computador junto ao INPI.

A solução utiliza drone com precisão de posicionamento superior a 2 cm, sistema óptico para visualização do PAPI e estação de solo — como tablet — na qual o software calcula os ângulos verticais das caixas do PAPI e o recobrimento lateral do sistema. A maturidade técnica é reforçada por resultados práticos de mais de uma dezena de campanhas em campo, comparadas com inspeções convencionais realizadas pelo GEIV. A dissertação do ITA indica forte similaridade entre a metodologia baseada em drone e a inspeção convencional, com potencial para substituir, complementar ou racionalizar inspeções convencionais, conforme os requisitos técnicos e regulatórios aplicáveis.

A inovação envolve sistema aplicado composto por software, metodologia de inspeção, know-how operacional, parâmetros de voo, treinamento, caderno de encargos e integração com requisitos técnicos da navegação aérea.

4. Ativo de propriedade intelectual e estratégia de proteção

A base de propriedade intelectual do caso é o programa de computador “Inspeção de PAPI usando Aeronave Remotamente Pilotada”, registrado no INPI sob o nº BR512023002743-0. O certificado comprova a titularidade do IEAv, a data de criação em 05/03/2019, a expedição em 03/10/2023 e a proteção pelo prazo legal de 50 anos, conforme a Lei nº 9.609/1998.

Além do software, a estratégia de proteção abrangeu o know-how associado ao emprego de SARP na inspeção de PAPI. Os contratos de transferência de tecnologia definem a tecnologia como know-how para emprego de SARP para inspeção de PAPI, incorporando direitos de uso, desenvolvimento, produção, exploração comercial, prestação de serviços ou obtenção de vantagem econômica, sem transferência da titularidade pública.

Essa arquitetura híbrida — software registrado + know-how + informações técnicas protegidas por confidencialidade — foi essencial para estruturar a transferência ao setor produtivo, preservando a propriedade pública, protegendo informações sensíveis e permitindo a exploração comercial por empresas nacionais.

5. Transferência de tecnologia ao setor produtivo

A transferência foi formalizada por meio de quatro instrumentos contratuais complementares, envolvendo duas empresas nacionais:

ASTC

Licenciamento de software nº 002/IEAv/2025 Software BR512023002743-0 Royalties de 1% 10 anos

ASTC

TT nº 001/IEAv-ICEA/2025 Know-how para emprego de SARP na inspeção de PAPI Royalties de 2% + treinamento 5 anos, prorrogáveis

ADTECH

Licenciamento de software nº 001/IEAv/2025 Software BR512023002743-0 Royalties de 1% 10 anos, prorrogáveis

ADTECH

TT nº 002/IEAv-ICEA/2025 Know-how para emprego de SARP na inspeção de PAPI Royalties de 2% + treinamento 5 anos, prorrogáveis

Os contratos de licenciamento do software preveem exploração onerosa, sem exclusividade, em âmbito nacional e/ou internacional, com preservação da titularidade pública e royalties de 1% sobre o valor líquido de produtos, partes ou sistemas decorrentes do programa de computador. Os contratos de transferência de know-how com ASTC e ADTECH preveem royalties de 2% sobre o valor líquido da exploração comercial da tecnologia e pagamento único de R\$ 15.210,00 por contrato referente aos treinamentos, além de cláusulas de sigilo, disciplina de melhoramentos e possibilidade de exploração nacional e/ou internacional. A arquitetura contratual permite que as empresas licenciadas transformem o software, o know-how e a metodologia em solução comercial para prestação de serviços, tornando economicamente viável uma atividade que, no modelo convencional, dependia de aeronaves-laboratório e estrutura estatal especializada.

6. Atuação da CGI/DCTA como NIT

A CGI/DCTA teve papel central na estruturação do processo de transferência de tecnologia, compreendendo a orientação aos institutos envolvidos, a análise de aderência às políticas de inovação, a estruturação dos instrumentos jurídicos, o assessoramento técnico e a articulação entre ICTs e empresas interessadas.

O Parecer Técnico de Inovação nº 03-IEAv/ICEA/273-01-TT/2024 orientou IEAv e ICEA na execução do projeto de fomento à inovação na indústria brasileira, por meio de licenciamento de programa de computador e transferência de know-how para inspeção de PAPI usando aeronave remotamente pilotada. A atuação da CGI/DCTA também foi formalmente demandada pelo Vice-Diretor do IEAv, que solicitou à Coordenadoria as coordenações necessárias para viabilizar a transferência da tecnologia às empresas interessadas.

Além disso, ata de reunião entre IEAv, ICEA, CGI/DCTA e empresas registra a participação da CGI/DCTA na discussão de condições técnicas, requisitos de habilitação, royalties, não exclusividade, território, forma de pagamento, treinamentos, caderno de encargos e etapas do processo. A CGI/DCTA apoiou a arquitetura contratual que separou e protegeu software, know-how e informações técnicas sensíveis, permitindo transferência sem exclusividade a mais de uma empresa nacional, com preservação da titularidade pública e retorno econômico à ICT.

7. Resultados alcançados

O principal resultado alcançado foi a transformação de uma solução desenvolvida em ambiente público de CT&I em tecnologia protegida, validada e efetivamente transferida ao setor produtivo nacional.

Os resultados documentados incluem:

Resultado- Evidência Ativo de PI protegido- Registro INPI BR512023002743-0 Tecnologia validada Protótipo, metodologia e relatório final de viabilidade ao DECEA Base técnico-científica. - Dissertação no ITA com campanhas práticas no GEIV Oferta tecnológica- Inclusão do software nas Ofertas Tecnológicas do IEAv 2025 Empresas beneficiárias- ASTC e ADTECH Contratos firmados- Dois contratos de software e dois contratos de know-how Remuneração econômica- Royalties de 1% no software e 2% no know-how Receita imediata- Pagamento efetivo de R\$ 15.210,00 por contrato de know-how Escopo territorial- Exploração nacional e/ou internacional Preservação pública- Titularidade mantida com IEAv/ICEA

Além da previsão de royalties sobre a exploração comercial futura, o caso já gerou receita imediata à ICT por meio dos pagamentos referentes aos treinamentos vinculados aos contratos de transferência de know-how.

Do ponto de vista operacional, a solução permite reduzir o tempo de inspeção em relação ao método tradicional. Os documentos do projeto indicam que a inspeção com SARP pode ser realizada em aproximadamente 40 minutos, enquanto inspeções convencionais podem demandar até 4 horas, além de envolverem aeronave-laboratório, combustível, tripulação e infraestrutura associada. Em termos

relativos, essa diferença representa redução aproximada de 83% no tempo de inspeção, ou execução cerca de seis vezes mais rápida.

Do ponto de vista econômico, o projeto aponta que o custo de operação da aeronave-laboratório pode alcançar valores elevados por hora de voo, enquanto a inspeção com SARP tende a reduzir substancialmente os custos diretos da missão, especialmente pela diminuição do uso de aeronave tripulada, combustível e mobilização operacional.

Do ponto de vista ambiental, a inovação contribui para a redução de emissões diretas de CO₂ associadas à missão de inspeção, ao substituir ou complementar o uso de aeronaves movidas a combustível aeronáutico por SARP elétrico em atividades específicas de verificação de sistemas PAPI.

8. Impacto social, ambiental e institucional

O impacto ambiental decorre da redução do uso de aeronaves tripuladas em atividades específicas de inspeção de auxílios visuais de pouso, com consequente diminuição do consumo de combustível aeronáutico, das emissões diretas de CO₂, do ruído operacional e da mobilização logística associada às missões de inspeção. Trata-se de inovação aplicada à descarbonização operacional da infraestrutura aeroportuária, ao substituir ou complementar uma atividade intensiva em horas de voo por solução baseada em drone elétrico, software dedicado e know-how nacional transferido ao setor produtivo.

O impacto econômico está relacionado à redução de custos operacionais, ao aumento da eficiência das inspeções e à possibilidade de maior cadência de verificações, com menor mobilização de aeronaves, tripulações e recursos logísticos. Além disso, após a transferência, espera-se que as empresas licenciadas convertam a tecnologia em solução comercial para inspeção de auxílios visuais de pouso, explorando inicialmente o mercado brasileiro e, potencialmente, a América Latina. Segundo informações técnicas e mercadológicas disponíveis no processo, não foram identificadas empresas atuando com solução equivalente no Brasil, na América Latina ou nos Estados Unidos, havendo conhecimento apenas de concorrentes com tecnologias semelhantes na Europa.

A sustentabilidade do caso também se expressa na racionalização do uso de recursos públicos. Ao reduzir a necessidade de acionamento de aeronaves-laboratório para determinadas verificações, a solução pode liberar meios aéreos, equipes especializadas e recursos orçamentários para missões de maior complexidade, preservando a segurança operacional e ampliando a eficiência ambiental e econômica do sistema de inspeção.

O impacto social e institucional decorre da manutenção da segurança operacional da aviação com uso de tecnologia nacional, validada em ambiente real e transferida a empresas brasileiras. A inovação contribui para fortalecer a Base Industrial Brasileira e ampliar a capacidade nacional de prover soluções tecnológicas para infraestrutura aeronáutica.

O caso também possui elevado potencial de replicabilidade. Embora o foco inicial seja a inspeção de sistemas PAPI — auxílios visuais de pouso —, o DECEA já estrutura novo projeto voltado à aplicação da metodologia em outros tipos de auxílios à navegação aérea. Isso demonstra que a solução não se limita a um caso isolado, mas pode constituir plataforma tecnológica para modernização progressiva das atividades de inspeção, com potencial de ampliar ganhos ambientais, econômicos e operacionais.

9. Originalidade e grau de inovação

A originalidade do caso está na aplicação de SARP, software dedicado e metodologia de inspeção para uma atividade tradicionalmente realizada por aeronave tripulada. A solução desloca parte da lógica da inspeção em voo para um modelo automatizado, de menor custo, menor impacto operacional e menor emissão direta de carbono.

A inovação combina elementos técnicos e institucionais: precisão centimétrica, processamento embarcado ou em estação de solo, cálculo automatizado dos ângulos do PAPI, metodologia validada em campanhas reais, proteção por software e know-how, além de transferência a empresas nacionais por contratos onerosos.

O caso demonstra que ICTs públicas podem transformar resultados de pesquisa aplicada em ativos de propriedade intelectual e modelos de transferência capazes de gerar impacto ambiental, econômico e institucional, sem descaracterizar a titularidade pública ou comprometer a segurança operacional.

10. Considerações finais

O caso da inspeção de auxílios visuais de pouso por drones evidencia o papel estratégico dos NITs na conversão de conhecimento técnico-científico em inovação ambiental transferida ao setor produtivo. A partir da atuação integrada de IEAv, ICEA, GEIV e CGI/DCTA, uma solução desenvolvida no ambiente da Força Aérea Brasileira foi protegida, validada, ofertada e transferida a duas empresas nacionais.

A proposta demonstra que ativos de propriedade intelectual baseados em software e know-how podem gerar transferência de tecnologia, retorno econômico à ICT, fortalecimento da indústria nacional e contribuição ambiental verificável pela redução de emissões diretas associadas à operação. Ao conectar segurança operacional, sustentabilidade, propriedade intelectual e mercado, o caso representa exemplo relevante de inovação ambiental com base em PI, alinhado à modernização da infraestrutura aeroportuária e à missão pública das ICTs do SINAER.

São José dos Campos/SP, 27 de agosto de 2026

Joel Eloi Belo Junior Coordenadoria de Gestão da Inovação (CGI/DCTA)