

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ETEC VASCO ANTONIO VENCHIARUTTI

TÉCNICO EM AGRIMENSURA

NOME: BEATRIZ PEREIRA QUEIROZ

NOME: HENRY CAMARGO

NOME: TIAGO BISPO

NOME: NELSON BUSATTO FILHO

NOME: RICARDO GUILHERME DA SILVA CAMPOS ARANHA

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO NO AEROPORTO DE JUNDIAÍ

JUNDIAÍ

2025

1 SUMÁRIO

2	OBJETIVO	4
3	INTRODUÇÃO	5
4	CONDIÇÕES DE INFRAESTRUTURA	6
4.1	SOBRE O AEROPORTO.	6
4.2	LIMITAÇÕES FÍSICAS DA PISTA	8
4.3	CARACTERÍSTICAS FÍSICA DO AEROPORTO	10
4.4	NORMATIVAS TÉCNICAS APLICÁVEIS À INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA	11
4.5	CLASSIFICAÇÃO OPERACIONAL E CÓDIGO DE REFERÊNCIA DO AEROPORTO DE JUNDIAÍ.	12
4.6	DECLIVIDADES TRANSVERSAIS E LONGITUDINAL DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM	14
4.7	FAIXA PREPARADA	15
5	CONCEITOS GERAIS DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	16
6	IMPORTANCIA DO LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO EM PROJETOS AEROPORTUARIOS.	21
7	METODOLOGIA E EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO APLICADO AO AEROPORTO ESTADUAL DE JUNDIAÍ CONCLUSÃO	22
7.1	CONCEITOS UTILIZADOS	22
7.2	MARCO TOPOGRAFICO EXISTENTE	23
7.3	MARCO TOPOGRAFICO EXECUTADO	27
7.4	MARCO TOPOGRAFICO EXECUTADO DADOS	29

7.5	DADOS DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM	31
8	DADOS COLETADOS NA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM	33
9	CONCLUSÃO	34
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO NO AEROPORTO DE JUNDIAÍ

Beatriz Pereira Queiroz
Henry Camargo
Ricardo Guilherme da Silva Campos Aranha
Nelson Busatto Filho
Tiago Bispo

Professora Orientadora: Luciana

RESUMO- O presente trabalho tem como finalidade realizar o levantamento topográfico planialtimétrico da pista de pouso e decolagem do Aeroporto Estadual de Jundiaí, a fim de avaliar sua geometria, as condições da superfície do pavimento e a eficiência do sistema de drenagem. A pesquisa contempla a implantação ou checagem de marco topográfico, a utilização de tecnologias GNSS para coleta, processamento e ajuste dos dados, bem como a organização dos resultados em produtos técnicos apropriados. Busca-se identificar deformações, inclinações, abaulamentos, irregularidades superficiais e parâmetros geométricos da pista, além de verificar se o desempenho da drenagem atende às exigências da ANAC (RBAC nº 154 – Emenda 08) e às diretrizes OACI/DECEA. A realização deste estudo se justifica pela relevância operacional do aeródromo, importante polo da aviação executiva no estado de São Paulo, e pela necessidade de garantir segurança, regularidade e eficiência das operações aéreas. Os resultados obtidos deverão subsidiar um diagnóstico preciso da infraestrutura e orientar ações de manutenção, correção e gestão operacional.

PALAVRAS-CHAVE: Levantamento Topográfico. Aeroporto de Jundiaí.

ABSTRACT- The present work aims to carry out a planialtimetric topographic survey of the runway at Jundiaí State Airport in order to evaluate its geometry, pavement surface conditions, and drainage performance. The study includes the implementation or verification of a topographic benchmark, the use of GNSS technologies for data collection, processing, and adjustment, as well as the organization of the results into appropriate technical products. It seeks to identify deformations, slopes, crowning, surface irregularities, and geometric parameters of the runway, in addition to verifying whether the drainage system complies with ANAC regulations (RBAC No. 154 – Amendment 08) and ICAO/DECEA guidelines. This study is justified by the airport's operational relevance as a major hub for executive aviation in the state of São Paulo and by the need to ensure safety, regularity, and efficiency of air operations. The results are expected to support an accurate diagnosis of the infrastructure and to guide maintenance, corrective interventions, and operational management.

KEYWORD: Topographic Survey. Jundiaí Airport.

2 OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo realizar e documentar o levantamento topográfico planialtimétrico da pista de pouso e decolagem do Aeroporto Estadual de Jundiaí, incluindo a implantação ou checagem de marco topográfico e da rede de apoio GNSS, a fim de avaliar as coordenadas existentes do aeródromo e a condição superficial do pavimento da pista. A execução contemplará a coleta com GNSS, o processamento e o ajuste dos dados, bem como a organização dos resultados em produtos técnicos apropriados.

Por meio desse levantamento, pretende-se identificar eventuais deformações na superfície do pavimento e validar as inclinações e os abaulamentos, com atenção especial aos trechos de maior impacto decorrentes da frenagem do trem de pouso das aeronaves e aos efeitos do desgaste natural pelo uso contínuo. Essa verificação incluirá a regularidade superficial, segundo ensaio de regularidade (régua de 3 m), de modo a aferir desvios admissíveis para operação segura.

Adicionalmente, o estudo buscará obter o perfil longitudinal e os perfis transversais da pista, possibilitando uma análise precisa da geometria e da integridade estrutural do pavimento. A partir desses perfis e de modelos digitais do terreno (MDT), serão avaliados os parâmetros geométricos (declividades, cotas e tolerâncias), com vistas a detectar irregularidades que possam comprometer a segurança e o desempenho das operações aéreas.

Outro aspecto central do trabalho é a verificação da eficiência do sistema de drenagem superficial, assegurando que inclinações e quedas d'água estejam em conformidade com as normas da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), notadamente o RBAC nº 154 – Emenda 08, e com as boas práticas OACI/DECEA, de modo a evitar acúmulo de água e danos ao pavimento. Ao final, serão elaborados plantas e perfis, contendo os resultados da análise da superfície do pavimento e a validação das inclinações, contribuindo para um diagnóstico preciso da situação atual e para a segurança e eficiência operacional do Aeroporto Estadual de Jundiaí.

3 INTRODUÇÃO

A aviação civil no Brasil constitui setor de elevada importância estratégica para o transporte de passageiros e cargas, contribuindo diretamente para o desenvolvimento econômico, a integração nacional e o fortalecimento de cadeias logísticas regionais. Nesse contexto, a infraestrutura aeroportuária desempenha papel decisivo na garantia da segurança operacional, na eficiência do tráfego aéreo e na oferta de serviços compatíveis com as demandas contemporâneas da aviação.

Entre os diversos componentes que integram a infraestrutura aeroportuária, destaca-se a necessidade de manutenção contínua e monitoramento sistemático das pistas de pouso e decolagem, das áreas de movimento e dos sistemas de apoio à operação. O levantamento topográfico aplicado a aeródromos configura-se, assim, como ferramenta essencial para verificar a conformidade dessas características com os parâmetros técnicos definidos pelas autoridades competentes — no âmbito nacional, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e o Comando da Aeronáutica, por meio do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA); e, no plano internacional, a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), notadamente por meio do Anexo 14.

O Aeroporto Estadual Comandante Rolim Adolfo Amaro, localizado em Jundiaí, São Paulo, desempenha papel expressivo na aviação executiva do estado. Ao longo das últimas décadas, consolidou-se como um dos principais polos de aviação executiva, manutenção aeronáutica e formação de pilotos, apresentando elevado volume de movimentos e relevância estratégica para o entorno metropolitano.

Diante desse perfil operacional, torna-se imprescindível o acompanhamento das condições estruturais de sua infraestrutura física. O levantamento topográfico proposto neste estudo tem por finalidade coletar dados geométricos e altimétricos da pista de pouso e decolagem, possibilitando verificar dimensões e parâmetros geométricos, detectar deformações na superfície do pavimento e avaliar a drenagem, à luz dos critérios aplicáveis.

Para a execução do levantamento, serão empregadas tecnologias de GNSS (Global Navigation Satellite System) para a obtenção de coordenadas georreferenciadas de alta precisão. A integração do método GNSS assegura rastreabilidade, consistência e qualidade metrológica dos resultados.

A aplicação do sistema GNSS visa garantir elevado grau de confiabilidade dos dados produzidos, fundamentais para subsidiar o diagnóstico atual das condições da pista e orientar intervenções corretivas e preventivas ou ações de readequação, em conformidade com os padrões técnicos estabelecidos pelo RBAC nº 154 – Emenda 08 (ANAC) e pelas diretrizes do DECEA.

Além da relevância técnica, este estudo se justifica pela necessidade de manter o Aeroporto de Jundiaí alinhado às exigências normativas nacionais e internacionais, contribuindo para a segurança, a regularidade e a eficiência das operações aéreas. Se necessário, os resultados servirão de base para planejamento de manutenção, gestão de risco e aprimoramento dos processos operacionais do aeródromo.

4 CONDIÇÕES DE INFRAESTRUTURA

4.1 SOBRE O AEROPORTO.

O Aeroporto Estadual Comandante Rolim Adolfo Amaro, conhecido como Aeroporto de Jundiaí, está localizado no município de Jundiaí, no interior do estado de São Paulo, a aproximadamente 60 km da capital paulista, o que corresponde a cerca de 58 minutos de carro. A distância entre Jundiaí e São Paulo é de aproximadamente 60 km, e o aeroporto também fica a cerca de 40 km de Campinas, com um tempo médio de deslocamento de 32 minutos.

Inaugurado em 1942, o aeroporto se consolidou como um dos mais importantes para a aviação geral no Brasil, desempenhando papel fundamental na região.

FIGURA 1 - COORDENADAS DO AEROPORTO DE JUNDIAÍ



FONTE: GOOGLE EARTH)

Com uma localização estratégica, o aeroporto está situado entre as principais rodovias do Estado de São Paulo – como a Anhanguera (SP-330), Bandeirantes (SP-348) e Dom Gabriel Paulino Bueno Couto (SP-300) – o que facilita o acesso terrestre e favorece operações logísticas e corporativas. Sua proximidade com a Região Metropolitana de Campinas e São Paulo amplia ainda mais sua relevância.

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DO AEROPORTO



FONTE: GOOGLE EARTH

Desde 2017, a gestão do aeroporto foi concedida à Rede VOA (Voa São Paulo), no âmbito do programa estadual de concessões aeroportuárias. Antes da concessão, o Aeroporto de Jundiaí era administrado pelo DAESP (Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo). Desde então, a infraestrutura vem passando por modernizações na pista, áreas administrativas, hangares e serviços de apoio.

Atualmente, o Aeroporto de Jundiaí figura entre os principais aeroportos de aviação geral da América Latina, registrando média de ~130 operações diárias (pousos e decolagens). Aviação geral compreende operações não regulares, como táxi-aéreo, aeronaves particulares e instrução de voo, entre outras. (CGNA – Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea).

O foco predominante do sítio aeroportuário é o atendimento à aviação executiva, à manutenção aeronáutica e à formação de pilotos. O complexo abriga escolas de aviação, oficinas de manutenção, empresas de táxi-aéreo e serviços de hangaragem, configurando-se como centro especializado para a aviação privada e atividades correlatas.

Não obstante sua relevância e movimentação, o Aeroporto de Jundiaí enfrenta limitações de segurança operacional e geográficas que condicionam a capacidade de expansão, especialmente no tocante à pista e à operação de aeronaves de maior porte. Tais condicionantes decorrem de fatores como entorno urbano consolidado, restrições de faixa e requisitos de segurança e ruído, demandando planejamento técnico e avaliações regulatórias rigorosas para qualquer projeto de ampliação.

4.2 LIMITAÇÕES FÍSICAS DA PISTA

A pista principal 18/36 possui aproximadamente 1.400 m de comprimento por 30 m de largura, com pavimento flexível em revestimento asfáltico, adequada, em termos gerais, a operações de aeronaves de pequeno e médio porte.

A cabeceira 18 encontra-se inserida em entorno urbano consolidado e nas proximidades da SP-300 (Dom Gabriel), o que restringe eventuais alongamentos de pista e demandaria impactos relevantes no Plano Diretor do aeroporto e no planejamento urbano municipal.

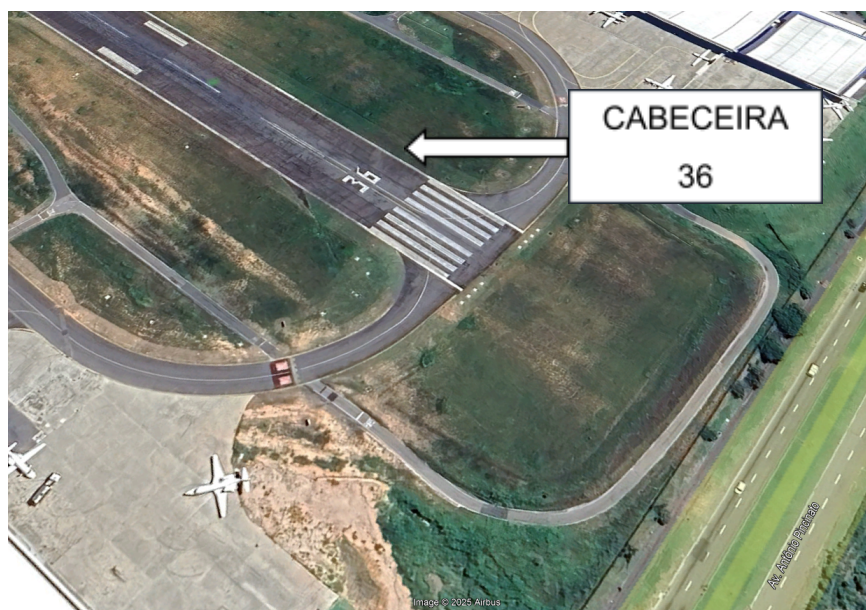
FIGURA 3 - CAB 18 / LIGADO A SP-300



Fonte: Google Earth

A cabeceira 36 dispõe de maior disponibilidade territorial, porém com elevação inferior em relação ao cabeceira 18; ainda assim, qualquer extensão de pista ou ganho de área útil demanda readequações viárias, eventuais desapropriações e compatibilização com o zoneamento urbano e o PEZR (Plano Específico do Zoneamento de Ruído).

FIGURA 4 - CABECEIRA 36 - PRÓXIMO AV. PINCINATO



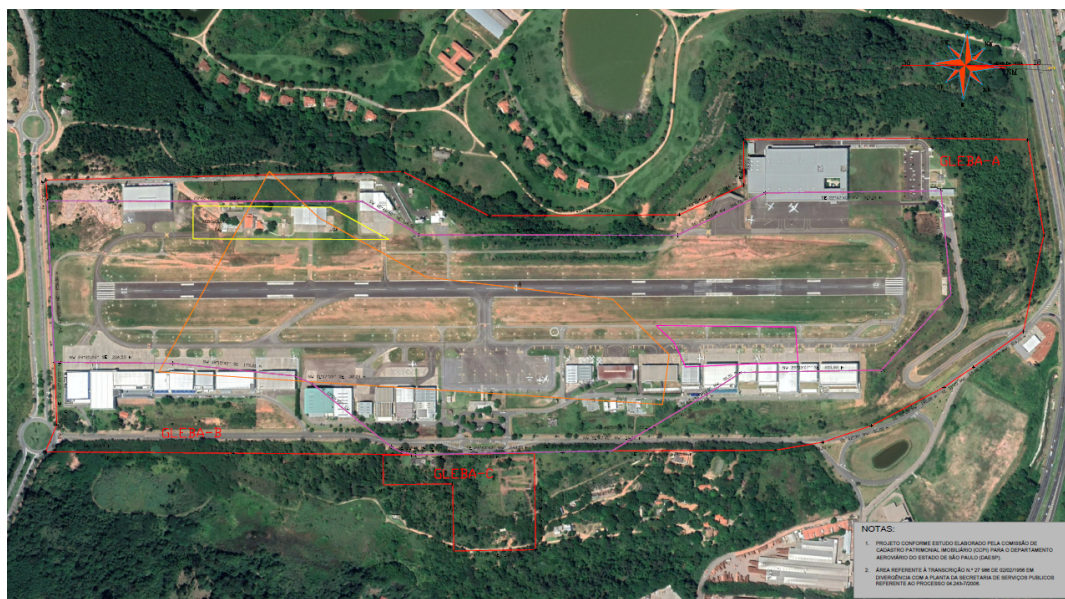
Fonte: Google Earth

4.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICA DO AEROPORTO

ITEM	INFORMAÇÕES
Nome Oficial	Aeroporto Estadual Comandante Rolim Adolfo Amaro
Código ICAO	SBJD
Código IATA	QDV
Localização	Jundiaí, SP - Brasil
Coordenadas	Latitude 23°10'54" S / Longitude 46°56'37" W
Altitude	757 metros (2.484 pés)
Distância do Centro de Jundiaí	7 km
Distância de São Paulo (capital)	67 km por rodovia
Área Total	47,87 hectares
Operação	24 horas por dia (H24O/R)
Tipo de Operação	VFR (Regras de Voo Visual) diurno/noturno
Categoria de Combate a Incêndio	Categoria 3
Operadora	Rede VOA (desde 2017)

Fonte: AISWEB

FIGURA 5 - AEROPORTO ÁREAS PATRIMONIAL



Fonte: Google Earth

4.4 NORMATIVAS TÉCNICAS APLICÁVEIS À INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA

O Aeroporto Estadual de Jundiaí, assim como os demais aeródromos civis no Brasil, está sujeito ao cumprimento de normas e regulamentos de aviação nacionais e internacionais. No âmbito nacional, destacam-se os regulamentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), que disciplinam requisitos técnicos e operacionais da infraestrutura aeroportuária. No âmbito do espaço aéreo e da navegação aérea, a competência é do Comando da Aeronáutica (COMAER), por intermédio do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), responsável por regulamentar, coordenar e fiscalizar o uso do espaço aéreo brasileiro em consonância com padrões internacionais. (DECEA, 2024)

No plano internacional, o Brasil é signatário da Convenção de Chicago (1944), instrumento que fundamenta a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) e estabelece Padrões e Práticas Recomendadas (SARPs), notadamente os constantes

do Anexo 14 — Aeródromos. As normas brasileiras são elaboradas de forma harmonizada com esses padrões, assegurando padronização, interoperabilidade e segurança nas operações aeroportuárias. (Anexo 14 – Aeródromos. Volume I – Projeto e Operações. Montreal, 2020).

Para o levantamento topográfico proposto neste trabalho, a referência central é o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 154, Emenda 08 (ANAC), que dispõe sobre os requisitos de infraestrutura física de aeródromos. No escopo deste estudo, destacam-se:

- Geometria de pistas: dimensões, declividades longitudinal e transversal, abaulamentos e critérios de regularidade superficial;
- Faixa e áreas adjacentes: faixa preparada, acostamentos e requisitos de segurança (incluindo zonas livres e, quando aplicável, áreas de segurança de fim de pista — RESA);
- Sinalização e marcações: sinalização horizontal e dispositivos auxiliares correlatos, coerentes com o tipo de operação (VFR/IFR);
- Drenagem: parâmetros de escoamento superficial e conformidade das inclinações/quedas d'água para mitigar lâmina d'água e degradação do pavimento.

Dessa forma, o levantamento topográfico no Aeroporto de Jundiaí é concebido para atender às exigências da ANAC (RBAC nº 154 – Emenda 08). O objetivo é comprovar conformidade com os critérios normativos vigentes, identificar não conformidades que possam afetar a segurança operacional e fundamentar decisões de manutenção preventiva e corretiva, bem como de investimentos em melhoria da infraestrutura.

4.5 CLASSIFICAÇÃO OPERACIONAL E CÓDIGO DE REFERÊNCIA DO AEROPORTO DE JUNDIAÍ.

Conforme a Portaria ICA nº 917/SAGA, de 17 de dezembro de 2020 (Protocolo COMAER nº 67609.006659/2020-53), e de acordo com os critérios do Regulamento

Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 154 da ANAC, o Aeroporto Estadual de Jundiaí é classificado com código de referência 2C.

Importa esclarecer, sob a ótica OACI/ANAC, o significado técnico do código de referência:

Número “2” — refere-se ao comprimento de campo de referência da aeronave crítica para o aeródromo (runway reference field length), e não ao comprimento físico da pista. O intervalo associado ao número 2 é ≥ 800 m e < 1.200 m.

Letra “C” — refere-se às características dimensionais da aeronave, em especial envergadura (entre 24 m e 36 m) e distância externa entre rodas do trem de pouso principal dentro dos limites especificados para a letra C.

A codificação, o aeródromo foram projetados e avaliados para atender, com níveis adequados de segurança, aeronaves de categoria “C” e com exigências do aeródromo com o número “2”. Essa classificação orienta requisitos de geometria de pistas e faixas, acostamentos, distâncias de separação, marcação e sinalização, bem como os parâmetros de regularidade e drenagem previstos no RBAC nº 154.

No que tange à classificação operacional, a portaria citada e as publicações técnicas pertinentes indicam habilitação para operações por instrumentos (IFR), abrangendo operações diurnas e noturnas, desde que atendidos os requisitos de infraestrutura, auxílios à navegação e iluminação e procedimentos publicados. Em termos práticos, a disponibilidade efetiva de operações IFR está condicionada à vigência e ao escopo dos procedimentos e à manutenção dos níveis de serviço dos sistemas associados.

4.6 DECLIVIDADES TRANSVERSAIS E LONGITUDINAL DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

A eficiência da drenagem superficial da pista de pouso e decolagem depende da inclinação transversal adequada. O arranjo predominante é o abaulamento (coroamento), no qual o ponto mais alto situa-se no eixo longitudinal e a superfície “cai” para as duas bordas, conduzindo a água para fora da faixa pavimentada. Alternativamente, admite-se declive transversal único quando demonstrada drenagem

eficiente, usualmente orientada por condicionantes locais como regime de ventos associados à chuva, geometria do sítio e sistema de drenagem. (IS 154-002B – Parâmetros Geométricos de Pistas e Faixas. Brasília, 2023.)

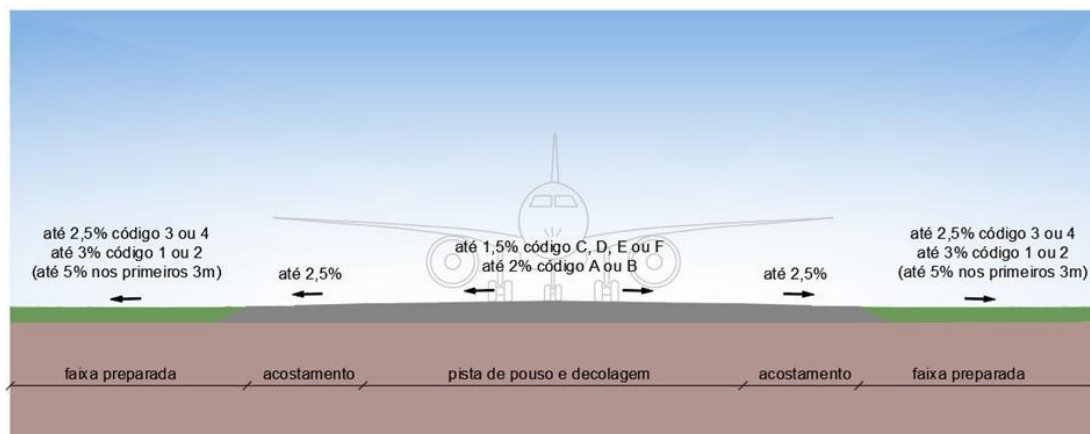
Conforme o RBAC nº 154 – Emenda 08, para pistas cuja letra de código seja C, D, E ou F, a declividade transversal máxima recomendada é de 1,5%, e a mínima é de 1,0%. Em interseções com outras pistas de pouso e decolagem ou com pistas de táxi, admitem-se declividades suavizadas por razões operacionais, desde que se preserve a capacidade de escoamento e não se comprometa a segurança.

A regularidade superficial deve atender a critérios que assegurem operação segura. Pelo ensaio com régua de 3 m, estabelece-se que, para qualquer direção e qualquer ponto da superfície, exceto sobre o coroamento, não pode haver desvio superior a 3 mm entre a face inferior da régua e o pavimento. Esse requisito objetiva limitar ondulações e descontinuidades capazes de afetar frenagem, conforto, spray e risco de hidroplanagem.

Em conformidade com o RBAC nº 154 – Emenda 08, a declividade transversal máxima recomendada é de 1,5% para letras de código C, D, E e F e de 2,0% para letras A e B, sendo o mínimo de 1,0% ao longo da pista, com flexibilização apenas em interseções com outra pista ou com pista de táxi para transições suavizadas sem prejuízo hidráulico; adicionalmente, a declividade transversal descendente do acostamento da pista de pouso e decolagem não deve exceder 2,5%, de modo a garantir escoamento eficiente e evitar instabilidades de borda e geração de detritos.

“Para curtas distâncias de 3 metros — exceto sobre a superfície mais alta do abaulamento da pista — a superfície da pista deve ter uma regularidade tal que, ao ser testada com uma régua de 3 metros, colocada em qualquer ponto e em qualquer direção da superfície, não haja desvio superior a 3 mm entre a parte inferior da régua e a superfície do pavimento.” (RBAC nº 154 – Emenda 08)

FIGURA 6 - DECLIVIDADES TRANSVERSAIS – IS 154.002B



FONTE: RBAC 154, EMENDA 08

4.7 FAIXA PREPARADA

A faixa preparada é a porção da faixa de pista devidamente nivelada e com capacidade de suporte compatível, destinada a mitigar riscos operacionais em caso de excursão lateral durante pousos ou decolagens. Seu propósito é reduzir danos à aeronave e elevar a segurança dos ocupantes, preservando a operacionalidade do aeródromo. (RBAC nº 154 – Emenda 08)

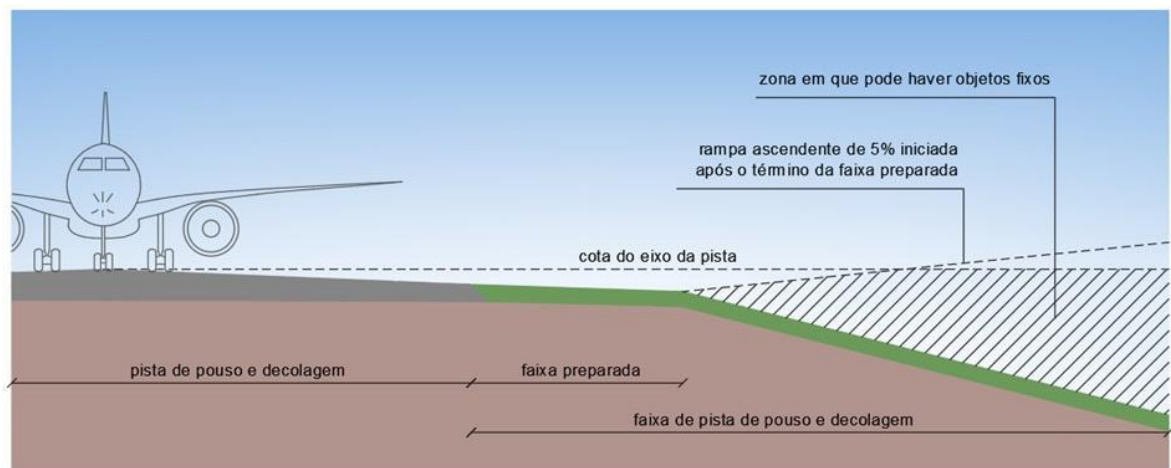
Para pistas com número de código 1 ou 2, a largura mínima da faixa preparada deve ser de 40 m, medida a partir da borda da pista. Além da largura, aplicar os seguintes critérios de projeto e manutenção:

- Superfície e transições: manter regularidade, transições suaves e ausência de degraus, de modo a não agravar consequências de eventuais excursões.
- Acesso e importância: garantir rolamento de viaturas de combate a incêndio e salvamento, com acessibilidade e capacidade de suporte adequadas.
- Área livre: eliminar obstáculos e manter a faixa desobstruída, evitando elementos que comprometam a segurança.
- Drenagem: assegurar escoamento contínuo, sem formação de lâmina d'água, com declividades compatíveis.

- Interferências: impedir impactos em auxílios à navegação (visuais e eletromagnéticos), preservando qualidade de sinais, marcação e sinalização.

Em conjunto com os demais elementos da faixa de pista e, quando aplicável, com a RESA (Runway End Safety Area), a faixa preparada é essencial para mitigar danos em saídas acidentais, tanto antes da cabeceira quanto após a zona de parada, contribuindo para a segurança operacional e para a resiliência da infraestrutura aeroportuária. (RBAC nº 154 – Emenda 08 - ANAC).

FIGURA 7 - ZONA DA FAIXA DE PISTA DE POUSO E DECOLAGEM EM QUE PODE HAVER OBJETOS FIXOS



FONTE: RBAC 154, EMENDA 08

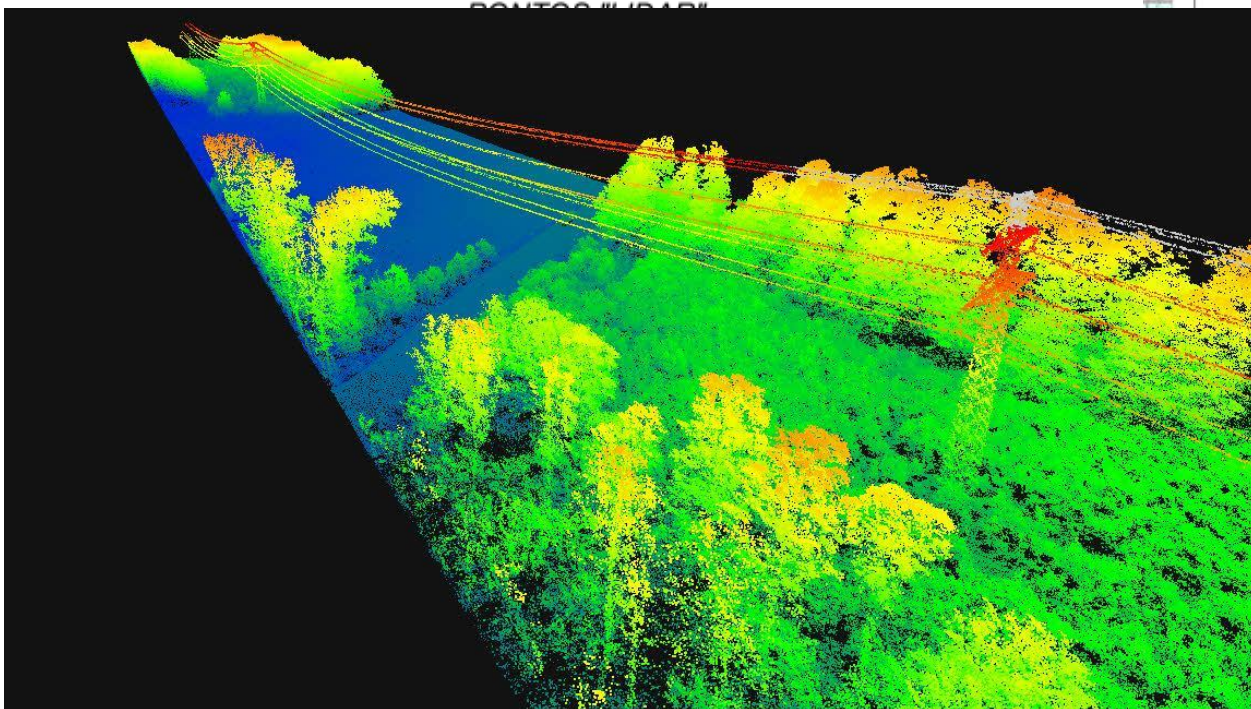
5 CONCEITOS GERAIS DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O levantamento topográfico constitui um conjunto estruturado de procedimentos observacionais, computacionais e de controle de qualidade destinado à representação métrica e geométrica da superfície terrestre e de seus objetos associados. Historicamente, a prática evoluiu da geometria e trigonometria clássicas para um corpo disciplinar fortemente sustentado pela geodésia moderna, incorporando modelagem de referenciais, ajuste estocástico de observações e rastreabilidade metrológica. Se no período das civilizações antigas (Egito, Grécia, Roma) dominavam instrumentos rudimentares voltados à medição de distâncias e ângulos para demarcações e obras, a

etapa contemporânea é marcada pelo uso combinado de sistemas GNSS, Estações Totais de alta resolução angular e distanciométrica, sensoriamento remoto com fotogrametria e varredura a laser (LiDAR), em integração com sistemas de informação geográfica e ambientes de modelagem digital. (GEMAEL, C.)

Do ponto de vista conceitual, a topografia busca traduzir o terreno em planta (planimetria) e perfil (altimetria), compondo o levantamento planialtimétrico que fundamenta representações como plantas cadastrais e de implantação, perfis longitudinal e transversais, curvas de nível, Modelos Digitais do Terreno (MDT) e Modelos Digitais de Superfície (MDS), além de mapas temáticos de declividade, hipsometria e drenagem. Em ambientes regulados, como a infraestrutura aeroportuária, esses produtos deixam de ser meramente descritivos para se tornarem instrumentos de verificação normativa: suportam o controle geométrico de pistas, taxiways e pátios, a verificação de declividades transversal e longitudinal (com ênfase no abaulamento e em transições), a avaliação da regularidade superficial por meio do ensaio com régua de 3 m, e a análise de drenagem superficial com identificação de inversões de queda e bolsões d'água. Complementarmente, subsidiam a análise de obstáculos frente a superfícies limitadoras e à linha de visão em função de mudanças de greide, aspectos diretamente conectados à segurança operacional. (LIMA, J. P.)

FIGURA SEQ FIGURA * ARABIC 8 - LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO DE UM TERRENO



A aplicabilidade em aeródromos — a exemplo do Aeroporto de Jundiaí — abrange o ciclo completo do empreendimento: estudos de sítio, projetos de implantação e ampliação, comissionamento geométrico “as built”, programas de manutenção e requalificações. No plano normativo, o levantamento precisa dialogar com os requisitos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), em especial o RBAC nº 154 – Emenda 08 e suas Instruções Suplementares (entre elas, as séries IS 154-002 dedicadas a parâmetros geométricos de pistas e faixas), com as publicações do DECEA que condicionam a adequação operacional do aeródromo e com as Práticas Recomendadas da OACI consolidadas no Anexo 14. Esse arcabouço define faixas de declividade transversal por letra de código, critérios de regularidade, exigências de faixa preparada e acostamentos, condições de drenagem e requisitos de visibilidade longitudinal, de modo que os produtos planialtimétricos do levantamento não apenas descrevam o

estado atual, mas também comprovem conformidade, evidenciem não conformidades e orientem intervenções.

No eixo metrológico e de qualidade, a robustez do levantamento decorre de três pilares: amarração geodésica, estratégia observacional e ajuste com controle estatístico. Adota-se SIRGAS2000 como referencial planimétrico, com epoch explicitada e coerente com as bases oficiais, enquanto as altitudes ortométricas derivam da conversão da altitude elipsoidal mediante modelo geoidal oficial do IBGE, assegurando compatibilidade com projetos civis e documentação técnica. A rede de apoio é materializada por marcos estáveis (em concreto ou pinos metálicos), cada qual documentado com croqui, fotos, descrição de acesso e altura de antena. As observações GNSS combinam técnicas estáticas e rápido-estáticas para amarração e cinemáticas (RTK, PPK) para detalhamento do eixo da pista, bordas, cabeceiras e pontos singulares; onde houver sombreamento, multipercurso ou exigência de densificação local, integram-se leituras de Estação Total. O planejamento de missão considera geometria de satélites (PDOP), máscara de elevação, duração de sessões, comprimento de linhas de base, além de redundância e reiterações para viabilizar detecção de discrepâncias. (IBGE, 2020; INCRA, 2013; GEMAEL, 1999)

O processamento adota observáveis de código e fase em múltiplas frequências, com aplicação de efemérides precisas quando disponíveis, modelos ionosféricos e troposféricos, correções de relógio e órbita, e fixação de ambiguidades sob critérios de confiabilidade explícitos. As soluções são compensadas por mínimos quadrados, com modelo funcional coerente com o referencial e modelo estocástico que pondere a qualidade das observações por elevação e ruído, avaliando resíduos normalizados, elipses de erro, precisões horizontais e verticais, fechamentos e testes estatísticos para outliers e influentes. Como metas típicas para aplicação em pista, busca-se precisão horizontal centimétrica e vertical em centímetro alto, documentadas por incertezas e intervalos de confiança no relatório técnico, assegurando comparabilidade temporal entre campanhas. (IBGE, 2020; WOLF; GHILANI, 2012; SEEGER, 2003)

No encadeamento analítico, os resultados alimentam o MDT, os perfis longitudinal e transversais e os mapas de declividade, a partir dos quais se executam as verificações que interessam diretamente à operação: declividade transversal dentro das faixas normativas por letra de código, declividade longitudinal sem “zonas cegas” para a distância visual mínima, regularidade superficial conforme régua de 3 m e drenagem com quedas positivas até sarjetas e dispositivos laterais. As não conformidades — como inversões de queda, ondulações superiores a 3 mm na régua, recalques ou coroamento inconsistente — devem ser georreferenciadas, quantificadas e classificadas por severidade e extensão, compondo matriz de priorização para manutenção corretiva ou reperfilagens localizadas. Em interseções pista com pista ou pista com taxiway, as transições suavizadas devem comprovar escoamento positivo e controle direcional, em conformidade com o RBAC nº 154 – Emenda 08, a IS 154-002B e o Anexo 14 da OACI (ANAC, 2023; OACI, 2020; GEMAEL, 1999; WOLF; GHILANI, 2012).

Por fim, a documentação técnica é parte indissociável do rigor do levantamento. O dossiê deve conter memorial descritivo dos marcos e pontos de apoio, metadados completos de coleta e processamento, coordenadas ajustadas com epoch e incertezas, plantas, perfis, mapas temáticos, relatórios de QA e QC com critérios de aceitação e rastreabilidade de softwares e versões empregadas. Em contexto aeroportuário, essa documentação prova conformidade, evidencia riscos, orienta decisões de manutenção e investimento e ancora a governança de dados geométricos do aeródromo. Em síntese, o levantamento topográfico, quando conduzido sob referencial geodésico explícito, procedimentos observacionais robustos e ajuste estatístico transparente, constitui a base objetiva para diagnóstico, projeto, manutenção e conformidade regulatória de pistas, taxiways e pátios, conforme exigido pelas normas da ANAC e DECEA e respaldado pela literatura técnica de geodésia (ANAC, 2023; DECEA, 2024; IBGE, 2020; GEMAEL, 1999; WOLF; GHILANI, 2012).

6 IMPORTANCIA DO LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO EM PROJETOS AEROPORTUARIOS.

O levantamento topográfico é ferramenta essencial para a compreensão e a organização do espaço desde a Antiguidade. Inicialmente utilizado como mecanismo de segurança jurídica e técnica — para verificar a conformidade de áreas com suas delimitações físicas —, foi decisivo na organização de territórios e na definição de propriedades. Com o avanço do conhecimento, consolidou-se como instrumento estratégico de planejamento, apoiando decisões relativas à construção, à urbanização e ao uso do solo. (LIMA, 2008)

Na realidade contemporânea, não é possível conceber projetos de planejamento territorial e de infraestrutura sem um levantamento topográfico preciso e rastreável. Ele é fundamental para a conferência de áreas, o ajuste de terrenos e a definição de direitos de uso e ocupação, fornecendo a base geométrica que dá legalidade, confiabilidade e padronização às intervenções no espaço físico — seja na construção civil, na implantação de redes e vias, no gerenciamento de áreas rurais e urbanas ou na regularização fundiária. (LIMA, 2008)

Nos projetos aeroportuários, essa importância se intensifica por razões operacionais e regulatórias. O levantamento topográfico:

- suporta a geometria de pistas, taxiways e pátios, permitindo verificar declividades, abaulamentos e regularidade superficial com o nível de precisão que a segurança operacional exige;
- fundamenta a drenagem, garantindo que inclinações e quedas d'água evitem lâmina d'água, spray e hidroplanagem, preservando o desempenho do pavimento;
- embasa a análise de obstáculos e a compatibilidade com superfícies de proteção e procedimentos operacionais, em conformidade com normas nacionais (ANAC/DECEA) e padrões internacionais (OACI/Anexo 14);
- viabiliza o controle geométrico em obras de ampliação/readequação e apoia programas de manutenção preventiva e corretiva, reduzindo custos de ciclo de vida e indisponibilidades operacionais;

- integra geotecnologias e softwares especializados (modelagem 3D, MDT/MDS, ortomosaicos, BIM), elevando a eficiência, a abrangência e o controle de qualidade (QA/QC) dos dados.

7 METODOLOGIA E EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO APLICADO AO AEROPORTO ESTADUAL DE JUNDIAÍ CONCLUSÃO

7.1 CONCEITOS UTILIZADOS

Este trabalho foi desenvolvido por meio de levantamento topográfico planialtimétrico na área do Aeroporto de Jundiaí, com planejamento de campo, seleção de equipamentos e procedimentos operacionais orientados à obtenção de dados precisos, consistentes e rastreáveis. Adotou-se SIRGAS2000 como sistema de referência e modelo geoidal oficial para derivação de altitudes ortométricas, com rede de apoio materializada em marcos estáveis. As observações foram executadas com GNSS (para amarração e controle) e Estação Total (para detalhamento geométrico), seguidas de processamento, ajuste por mínimos quadrados e validação de qualidade por critérios de tolerância, fechamentos e análise de resíduos, assegurando rastreabilidade metrológica. Todo o ciclo foi conduzido conforme normas técnicas vigentes e requisitos regulatórios aplicáveis ao ambiente aeroportuário — RBAC nº 154, Emenda 08 (ANAC), Instruções suplementares pertinentes

7.2 MARCO TOPOGRAFICO EXISTENTE

Em 13/09/2025, às 9h, realizou-se visita técnica ao Aeroporto de Jundiaí, com acompanhamento de auxiliar de operações designado pelo operador. A inspeção contemplou as áreas das birutas e as cabeceiras da pista 18/36. Na ocasião, confirmou-se a existência de marco topográfico homologado pelo Instituto de Cartografia Aeronáutica (ICA), órgão do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). As coordenadas e as características técnicas desse marco têm acesso

controlado, em observância a protocolos de segurança e restrições de divulgação próprias do ambiente aeroportuário.

Atendendo a solicitação formal do operador, em 03/10/2025 foi programada vistoria para aferição de auxílios à navegação aérea, a cargo do Grupo Especial de Inspeção em Voo (GEIV), unidade especializada do DECEA. Compete ao GEIV inspecionar em voo e calibrar auxílios e procedimentos instrumentais, garantindo que parâmetros, tolerâncias e níveis de serviço observem os padrões nacionais e as práticas recomendadas internacionais.

A intervenção visa preservar a confiabilidade operacional e a segurança das operações, por meio da verificação e, quando necessário, da calibração de sistemas como ILS, VOR e DME, PAPI e o ALS (sistema de iluminação de aproximação), além dos procedimentos de navegação por instrumentos e rotas associadas. A integração entre referências geodésicas confiáveis (marcos topográficos) e auxílios operacionais inspecionados e calibrados é condição essencial para o alinhamento geométrico, a precisão dos procedimentos e a regularidade das operações no Aeroporto de Jundiaí.

FIGURA 110 - MARCO TOPOGRÁFICO ICA (AP-1580)



FONTE: OBTIDOS PELO GRUPO DE TCC

FIGURA 12 - EQUIPAMENTO UTILIZADO PELA DECEA (GEIV)



FONTE: OBTIDOS PELO GRUPO DE TCC

FIGURA 132 - EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA VERIFICAÇÃO DAS COORDENADAS (DECEA)



FONTE: OBTIDOS PELO GRUPO DE TCC

Com base na visita realizada, foi possível verificar e validar as informações referentes ao marco topográfico existente no aeródromo, conforme registros disponíveis na base de dados do Instituto de Cartografia Aeronáutica (ICA). O referido marco, identificado como AP-1580, apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude 23°10'47.2272" S, longitude 46°56'37.2639" W e altitude de 742,83 m em relação ao nível médio do mar.

Esses dados foram confirmados com base em informações fornecidas pela equipe técnica do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), composta por profissionais da Força Aérea Brasileira, durante a visita de inspeção e aferição de auxílios à navegação aérea. A validação desse marco topográfico é essencial para garantir a precisão dos levantamentos geodésicos e a compatibilidade dos referenciais empregados em medições e projetos no sítio aeroportuário, assegurando consistência entre as diferentes campanhas de medição e confiabilidade nos produtos técnicos.

O levantamento empregou o receptor GNSS Leica Viva GS10, classe geodésica, destinado à amarração e ao controle planialtimétrico em levantamentos de alta precisão. O GS10 é modular (receptor separado da antena), multiconstelação e multifrequência, apto a operar em estático, rápido-estático e cinemático (RTK e PPK). Com esse equipamento, as coordenadas observadas para o marco do ICA apresentaram elevada precisão e consistência, com diferenças residuais restritas às últimas casas decimais (ordem de poucos milímetros), plenamente compatíveis com levantamentos geodésicos de alta exatidão.

Após a coleta dos dados da pista, os registros foram processados no serviço on-line de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do IBGE, utilizando o arquivo RINEX gerado pelo Leica Viva GS10 no marco executado, em modo estático, com modelo de antena e altura da antena devidamente declarados. O PPP é um método de posicionamento absoluto que emprega órbitas e relógios precisos dos satélites, além de modelos de correção, para estimar diretamente as coordenadas do ponto sem necessidade de estação base próxima. Como resultado, o serviço retornou coordenadas ajustadas no SIRGAS2000, acompanhadas de incertezas e de um relatório de qualidade (estatísticas e indicadores de precisão), que fundamentam a amarração planialtimétrica adotada neste trabalho.

FIGURA 14 - DADOS DO PPP DO MARCO DO ICA

Sumário do Processamento do marco: SBJD-REF

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/10/25 01:58:38,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/10/25 05:47:47,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	LEIAS10 NONE
Órbitas dos satélites: ¹	FINAL
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,740
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,60 GPS 0,64 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,80 GPS 0,65 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-23° 10' 47,2268"	-46° 56' 37,2631"	742,93	7435249.182	301046.540	-45
Na data do levantamento ⁵	-23° 10' 47,2172"	-46° 56' 37,2655"	742,93	7435249.476	301046.467	-45
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,002	0,005			

FONTE: IBGE PPP

7.3 MARCO TOPOGRAFICO EXECUTADO

Com base nos dados previamente validados, confirmou-se a viabilidade de implantação de novo marco topográfico, em conformidade com as normas e especificações técnicas do INCRA aplicáveis à materialização de pontos de controle geodésico. O marco foi projetado e executado segundo critérios de aplicabilidade, estabilidade estrutural, confiabilidade e precisão geodésica, compatíveis com seu uso como referência de apoio a levantamentos planimétricos e altimétricos.

A visita técnica de implantação ocorreu em 11 de outubro de 2025, ocasião em que foi definido e materializado o novo ponto de referência topográfica, localizado a aproximadamente 11,35 m do marco cadastrado pelo INCRA. Essa proximidade viabiliza correlação e validação cruzada das coordenadas geodésicas, reforçando a compatibilidade entre referenciais e a rastreabilidade dos dados produzidos em campanhas distintas.

A etapa de conferência consistiu na verificação das coordenadas obtidas em campo por meio de pontos de controle de coordenadas conhecidas, permitindo confirmar a exatidão posicional, a consistência interna e a confiabilidade do novo marco implantado. Essa checagem contemplou a análise de fechamentos, resíduos e tolerâncias compatíveis com o emprego pretendido do marco.

O marco topográfico foi confeccionado pela empresa Ponto Fixo e disponibilizado para implantação no Aeroporto de Jundiaí, em conformidade com as normas aplicáveis a este estudo. O elemento é de concreto estrutural com resistência característica de 20 MPa, assegurando durabilidade e estabilidade ao longo do tempo. A base mede 70 cm × 70 cm, com espessura aproximada de 15 cm, e ponto do marco foi instalado a 15 cm de profundidade em relação ao terreno natural, sobre lastro devidamente compactado, de modo a garantir a rigidez do sistema e mitigar esforços de torção ou deslocamentos. Essa configuração preserva a integridade física do marco e a validade metrológica dos dados geodésicos dele derivados, qualificando-o como referência operacional para medições e projetos no sítio aeroportuário.

FIGURA 15 - MARCAÇÃO DO LOCAL DO MARCO



FONTE: OBTIDOS PELO GRUPO DE TCC

FIGURA 16 - EXECUÇÃO DO MARCO TOPOGRÁFICO



FONTE: OBTIDOS PELO GRUPO DE TCC

7.4 MARCO TOPOGRAFICO EXECUTADO DADOS

Em 24/10/2025 foi realizada a campanha de campo no Aeroporto de Jundiaí, com o objetivo de determinar e verificar as coordenadas do marco topográfico executado. O levantamento empregou o receptor GNSS Leica Viva GS10, classe geodésica, destinado à amarração e ao controle planialtimétrico em levantamentos de alta precisão. Trata-se de equipamento modular (receptor separado da antena), multiconstelação e multifrequência, apto a operar em estático, rápido-estático e cinemático (RTK e PPK), com registro de dados brutos e exportação RINEX para pós-processamento.

O processamento dos arquivos do levantamento foi concluído em 17/11/2025, a partir do formato RINEX gerado em campo, tomando por base as efemérides e

parâmetros vigentes na data de fechamento. Na sessão analisada, registrou-se total de 55 satélites observados, com emprego da constelação GLONASS na solução de posicionamento, assegurando cobertura, redundância e condicionamento geométrico adequados ao ajuste planialtimétrico e à rastreabilidade dos resultados.

FIGURA 17 - DADOS OBTIDOS DO PROCESSAMENTO DE DADOS - RINEX

2.11	OBSERVATION DATA	M (MIXED)	RINEX VERSION / TYPE
BLANK OR G = GPS,	R = GLONASS, E = GALILEO, M = MIXED		COMMENT
CHC Navigation	CHC Navigation	17-11-25 20:17	PGM / RUN BY / DATE
3637174			MARKER NAME
3637174			MARKER NUMBER
1s7	1s7		OBSERVER / AGENCY
3637174	CHC I73+	2.4.5.4	REC # / TYPE / VERS
3637174	CHCI73+		ANT # / TYPE
4005499.1608	-4286899.2728	-2495332.7488	APPROX POSITION XYZ
1.5591	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N

FONTE: RINEX DO EQUIPAMENTO

Os dados coletados no marco topográfico executado indicam, em coordenadas projetadas, E = 301.056,9634 m e N = 7.435.244,6822 m, com elevação de 746,837 m. Em latitude e longitude, os valores correspondem a S 23°10'47,38" e W 46°56'36,90" (equivalente a aproximadamente -23,179828° e -46,943583°). Esses parâmetros passam a compor a referência geométrica utilizada nas análises e produtos planialtimétricos deste trabalho.

FIGURA 18 - IMPLANTAÇÃO DO EIXO DA PLACA PARA PORCIONAMENTO DO MARCO

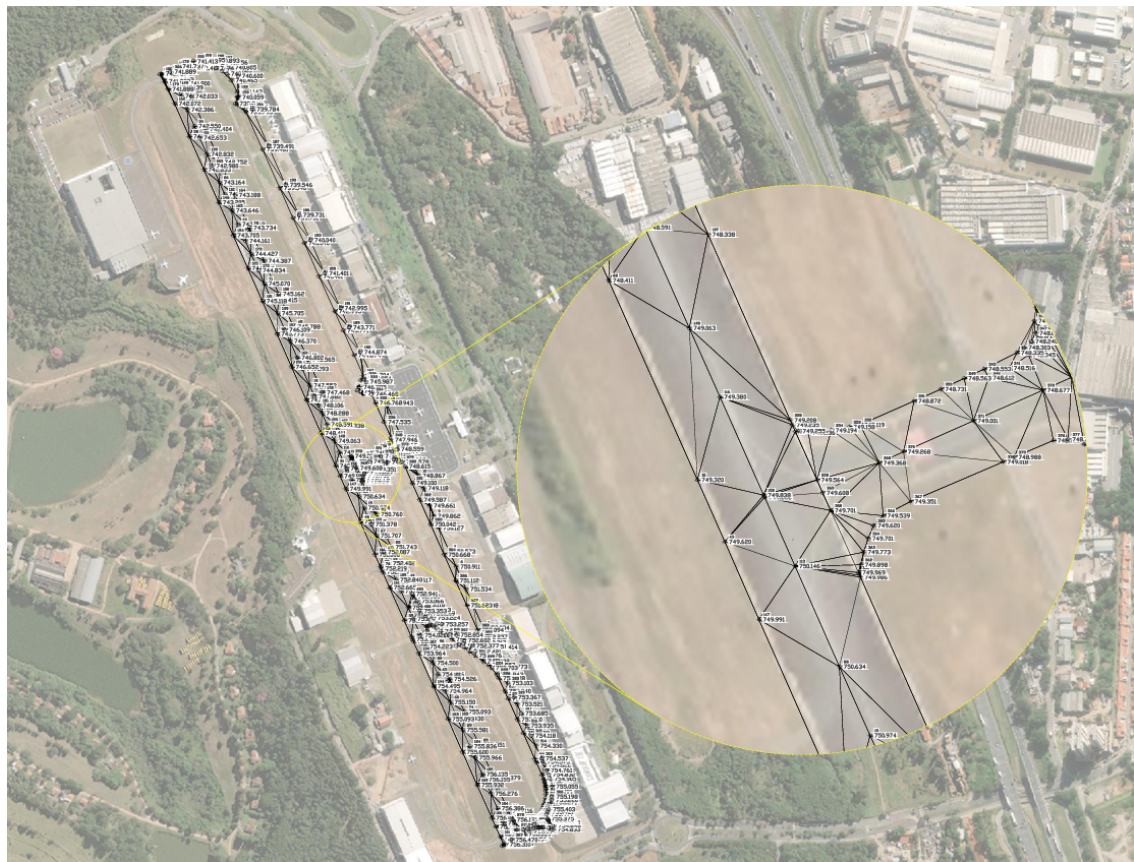


FONTE: OBTIDOS PELO GRUPO DE TCC

7.5 DADOS DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

Em 24/10/2025, às 21h, no Aeroporto de Jundiaí, deu-se início ao levantamento das coordenadas do marco topográfico executado e à conferência do marco existente do ICA. Na mesma ocasião, executou-se o levantamento do eixo da pista de pouso e decolagem (PPD), seguindo malhas de amostragem previamente definidas para garantir representatividade geométrica e controle de qualidade.

FIGURA 19 - PROJETO DE TRIANGULAÇÃO



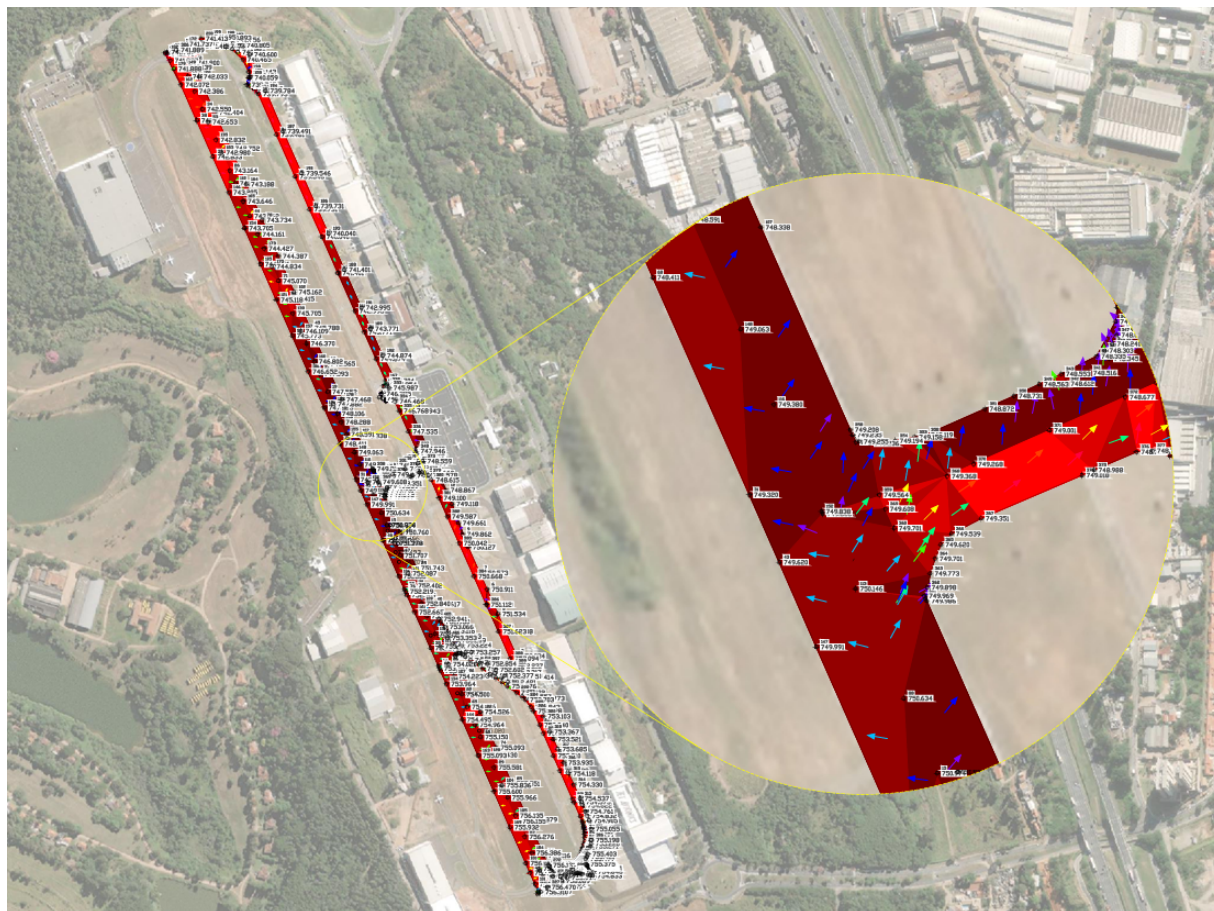
FONTE: DADOS DE LEVANTAMENTO EM CAMPO

FIGURA 20 - TABELA DE ELEVAÇÕES DO PAVIMENTO

TABELA DE ELEVAÇÃO			
Number	Minimum Elevation	Maximum Elevation	Color
1	739.481	745.070	■
2	745.070	749.380	■
3	749.380	753.224	■
4	753.224	755.323	■
5	755.323	756.497	■

FONTE: DADOS DE LEVANTAMENTO EM CAMPO

FIGURA 21 - PROJETO DE ELEVAÇÕES



FONTE: DADOS DE LEVANTAMENTO EM CAMPO

Equipamentos e configurações:

Receptor GNSS geodésico Leica Viva GS10 (base e rover): receptor modular, multiconstelação e multifrequência, operando em modo estático para a base no marco do ICA e em modo cinemático para o detalhamento (com correções em tempo real quando disponíveis e registro bruto para pós-processamento).

- Antena geodésica externa compatível com o GS10, com altura de antena medida e registrada em campo.
- Controlador de coleta acoplado ao rover para codificação dos pontos e verificação on-line de qualidade (PDOP, número de satélites, status de solução).

- Acessórios de estabilização: tripé rígido, prisma/haste graduada, níveis de bolha, proteções contra vibração e vento.
- Registro de metadados: identificação do equipamento, série, firmware, intervalos de amostragem, horários de início e fim, altura de antena e condições ambientais.
- Procedimento de campo (síntese operacional)
- Estabelecimento de referência: posicionamento e orientação dos equipamentos no marco homologado pelo ICA, adotando-o como ponto de controle para amarração do sistema de coordenadas e para transmissão/registro de correções ao rover.
- Eixo (centerline): levantamento ao longo do centerline com estações a cada 30 m e 20 m (trechos alternados conforme necessidade local), visando caracterizar declividade longitudinal, regularidade e eventuais variações de traçado.
- Bordas da pista: aquisição de pontos nas bordas, utilizando o balizamento luminoso como referência operacional, com intervalos de 60 m, de modo a compor perfis transversais suficientes para avaliar declividade transversal (abaulamento), drenagem superficial e regularidade.
- Checagens e redundâncias: leituras de retorno/fechamento e pontos de checagem para verificação de consistência das observações, com registros para processamento e ajuste subsequentes.

Esse arranjo de coleta, ancorado em referência GNSS estável e malha de medições sistemática, permite derivar perfil longitudinal, perfis transversais, MDT, mapas de declividade e indicadores de regularidade, atendendo às exigências de análise para a PPD e assegurando rastreabilidade entre o marco ICA e os conjuntos de pontos obtidos em campo.

8 DADOS COLETADOS NA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

Em campo foi executada com receptor GNSS Leica Viva GS10 em configuração geodésica, operando em modo estático para referência e cinemático para

detalhamento. Foram registrados dados brutos com exportação em RINEX e posterior processamento, assegurando rastreabilidade dos resultados.

A amarração do levantamento foi feita sobre o marco homologado pelo ICA (marco AP-1580), adotado como ponto de controle para orientação do sistema de coordenadas e checagem independente. O marco topográfico executado foi ocupado e ajustado contra essa referência, garantindo consistência interna e comparabilidade entre campanhas.

O eixo da pista foi levantado por estações sucessivas, com passos de 30 m e 20 m conforme a necessidade local, visando caracterizar o greide longitudinal e a regularidade. As bordas foram amostradas a cada 60 m, tomando o balizamento como referência operacional, para compor perfis transversais destinados à verificação de declividade transversal e drenagem superficial.

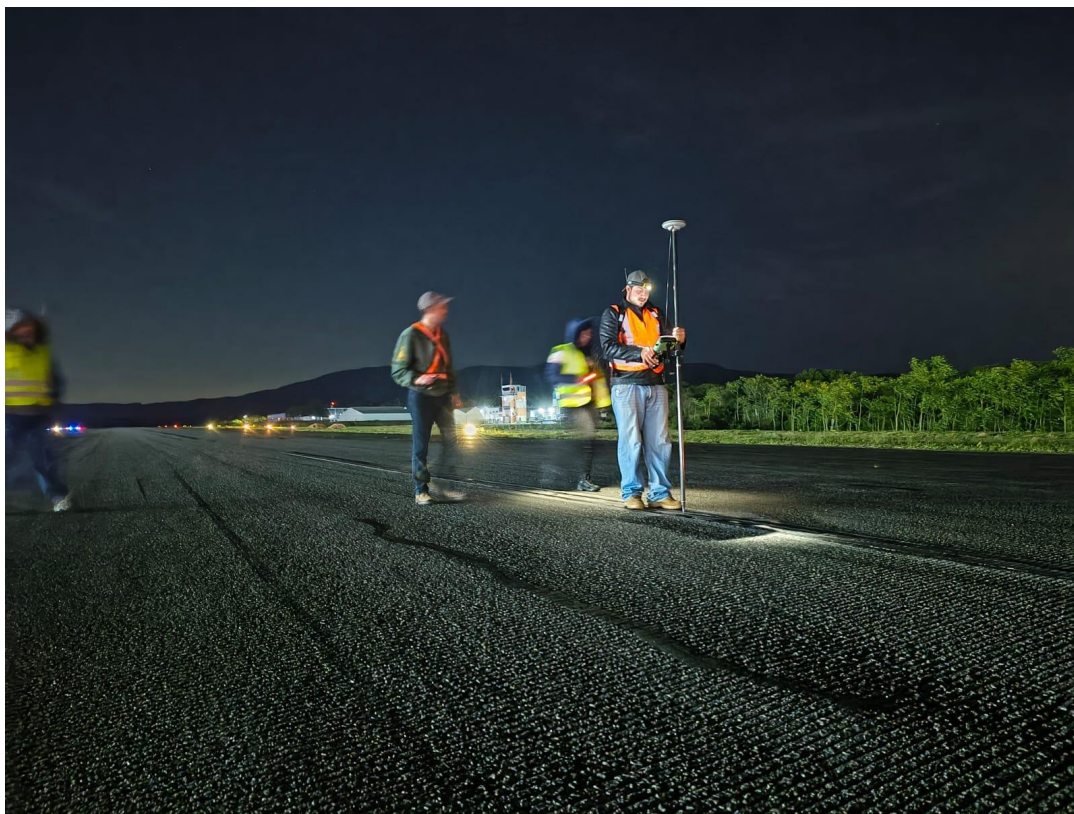
Resultados de cota por cabeceira e declive longitudinal:

- Cabeceira 18: 741,874 m
- Cabeceira 36: 756,470 m

A diferença altimétrica é de 14,596 m, o que resulta em inclinação longitudinal média $\approx 1,043\%$ no sentido 36 $\rightarrow$ 18. Esse valor atende aos critérios usuais de projeto e operação para a classe da pista, contribuindo para escoamento ao longo do eixo sem prejuízo à distância visual mínima exigida para pistas código C (verificação apresentada nos perfis e quadros de greide).

As seções transversais indicam declividades dentro da faixa de referência para código C (1,0% a 1,5%), com abaulamento predominante e quedas positivas para ambas as bordas. Pontos singulares foram inspecionados para evitar inversões de queda e bolsões d'água, mantendo a conformidade com os requisitos de regularidade superficial e drenagem previstos na regulamentação aplicável.

FIGURA 22 - LEVATAMENTO DA PÍSTA DE POUSO E DECOLAGEM



FONTE: OBTIDOS PELO GRUPO DE TCC

9 CONCLUSÃO

O levantamento topográfico teve por objetivo coletar, organizar e interpretar dados geométricos da pista e de seus elementos operacionais, a fim de compreender o funcionamento do aeródromo e os fatores geométricos que impactam segurança, drenagem e desempenho do pavimento. Em razão da movimentação operacional, a campanha foi executada em janela noturna autorizada, com tempo restrito em pista, acesso controlado e uso de uma única referência em campo, o marco homologado pelo Instituto de Cartografia Aeronáutica. Informações contextuais foram obtidas de forma não oficial durante a presença do Grupo Especial de Inspeção em Voo em atividade de calibração do sistema de auxílio visual de trajetória, situação pontual que costuma

ocorrer em casos de atualização cadastral, homologação ou recuperação após eventos que provoquem alteração significativa.

No plano geométrico, o estudo permitiu verificar as inclinações da pista nas direções longitudinal e transversal, confirmando a lógica normativa por categoria do aeródromo, na qual faixas de declividade específicas atendem simultaneamente às exigências de escoamento, regularidade superficial e linha de visão. Os resultados obtidos indicaram aderência aos parâmetros aplicáveis ao contexto analisado e sustentaram conclusões favoráveis quanto à eficiência de drenagem ao longo do eixo, ao conforto de rolamento e à segurança operacional.

Mesmo com a coleta baseada em pontos GNSS pontuais, a distribuição e a consistência geométrica dos dados permitiram identificar de forma clara as inclinações que orientam o escoamento hídrico: inicialmente conduzindo a água em direção ao eixo da pista e, na sequência, promovendo o deslocamento lateral do fluxo para as bordas. Tal comportamento mostrou-se constante e uniforme ao longo dos trechos avaliados, o que reforça a coerência do sistema de drenagem superficial e sua aderência aos critérios normativos de geometria e desempenho.

O posicionamento com receptor de classe geodésica garantiu amarração rastreável do marco e do conjunto de pontos, com precisão compatível ao escopo desta etapa. Ainda assim, para validar com alta precisão as inclinações ao longo de toda a pista, especialmente as transversais por seção e as longitudinais em trechos críticos, faz-se necessária uma densificação planialtimétrica com malha mais fechada e a integração de métodos complementares, como nuvem de pontos, acompanhados de controle de qualidade sistemático. Em termos práticos, um único equipamento, ainda que de alta precisão, não esgota a verificação no nível de detalhe exigido para decisões de projeto, mas é adequado para referenciar e qualificar parâmetros essenciais, orientar diagnósticos e priorizar verificações subsequentes.

Conclui-se que o trabalho cumpriu seu objetivo ao estabelecer base geométrica rastreável, documentar as condicionantes operacionais inerentes à janela noturna e ao

uso de referência única, avaliar as inclinações dos critérios normativos pertinentes e apontar limitações e necessidades para etapas futuras. Como próximos passos, recomenda-se fazer um levantamento com mais pontos para melhorar o detalhamento, verificar com mais atenção os trechos da pista que sofrem maior desgaste e juntar esses resultados aos planos de manutenção e segurança do aeródromo. Assim, será possível comparar este levantamento com os futuros e apoiar melhor as decisões operacionais.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AEROIN – Notícias de Aviação.** Aeroporto de Jundiaí se destaca como 2º aeroporto mais movimentado do Brasil em setembro. Disponível em: <https://aeroin.net/aeroporto-de-jundiai-se-destaca-como-segundo-aeroporto-mais-movimentado-do-brasil-em-setembro/>
2. **ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil.** Portarias e normativos sobre infraestrutura aeroportuária. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao>
3. **ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil.** Publicações Regulamentadoras: RBAC, IS, Portarias e normativos. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/publicacoes-regulamentadoras>
4. **ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil.** RBAC nº 154 – Projeto de Aeródromos. Emenda nº 08. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/>
5. **CGNA – Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea.** Relatório Comparativo de Tráfego Aéreo – 50AD. Brasília, 2024. Disponível em: https://portal.cgna.decea.mil.br/files/uploads/relatorios_trafego_aereo/50ad/Relatorio_Comparativo_Trafego_Aereo_50AD.pdf
6. **DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo.** AIP Brasil – Publicações de Informação Aeronáutica. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/>

7. **DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo.**
AISWEB – Informações do Aeródromo SBJD (ROTAER).
Disponível em: <https://aisweb.decea.mil.br/?i=aerodromos&codigo=SBJD>
FIORI, S. R.; CAMPOS, S. Topografia Aplicada. São Paulo: Atlas, 2012.
8. **GEMAEL, C.** Introdução à Geodésia. Curitiba: Ed. UFPR, 1999.
9. **IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.**
Manual Técnico de Cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
10. **IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.**
Manual Técnico de Posicionamento GNSS. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
11. **LIMA, J. P. de.** Topografia. São Paulo: Érica, 2008.
12. **OACI – Organização da Aviação Civil Internacional.** Anexo 14 – Aeródromos.
Volume I: Projeto e Operações. Montreal, 2020.
13. **Prefeitura de Jundiaí.** Aeroporto Estadual Comandante Rolim Adolfo Amaro.
Disponível em: <https://turismo.jundiai.sp.gov.br/servicos/aeroporto/>
14. **Rede VOA.** Aeroporto Estadual Comandante Rolim Adolfo Amaro – Informações Gerais. Disponível em:
<https://redevoa.com.br/nossos-aeroportos/aeroporto-estadual-comandante-rolim-adolfo-amaro/>
15. **Rede VOA.** Aeroporto de Jundiaí projeta aumento do fluxo em 24% até o fim do ano. Disponível em:
<https://redevoa.com.br/aeroporto-de-jundiai-projeta-aumento-do-fluxo-em-24-ate-o-fim-deste-ano/>
16. **Rede VOA.** Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR) – Aeroporto Estadual de Jundiaí. Disponível em:
<https://redevoa.com.br/peZR-atualizados-2025/>
17. **SEEBER, G.** Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications. 2. ed. Berlin: Walter de Gruyter, 2003.
18. **WOLF, P. R.; GHILANI, C. D.** Ajustamento de Observações: Fundamentos e Aplicações. 4. ed. São Paulo: LTC, 2012.

