

REQUISITOS TÉCNICOS E FUNCIONAIS DOS EQUIPAMENTOS – D-TWR-RP

Sistemas de Vigilância Visual, de Captura e
Reprodução do Som Ambiente do Aeródromo, e
Consoles Operacionais, para Torre de Controle
Digital da DNB de Ribeirão Preto

Rio de Janeiro – RJ

2025

1



SDMMO202600482



Histórico de Revisões

Data	Versão	Descrição	Fase*	Autor
06/06/2023	1.0	Finalização da primeira versão do documento.	PC	Renan Buosi Ferreira
08/10/2025	1.1	Revisão de inteiro teor	PC	Adarclêr Durange Oliveira

*Fase: Registro da fase do processo de contratação da solução relacionada à criação/alteração da Matriz de Riscos:

PC – Planejamento da Contratação;

SF – Seleção de Fornecedores;

GC – Gestão do Contrato.



1. Siglas e definições

Objetivando a padronização na tramitação de informações e a simplificação das referências citadas neste apêndice, serão adotados as seguintes siglas, definições e termos técnicos:

AAL	Administração Aeroportuária Local.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações.
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica.
ATC	Air Traffic Control.
ATCO	Air Traffic Controller.
ATS	Air Traffic Services.
CAI	Certificado de Aceitação Inicial.
COMAER	Comando da Aeronáutica.
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo.
DNB	Dependência NAV Brasil.
EUROCAE	European Organisation for Civil Aviation Equipment.
FAT	Factory Acceptance Test.
HMI	Human Machine Interface.
Indicador de rastreio	Símbolo digital inserido em uma imagem capturada, indicando a posição ou os limites de um objeto rastreado.
IPsec	IP Security.
LOS	Sigla do termo em inglês Line of Sight (LOS) angle of incidence, devendo ser adotado o método de cálculo definido na ORDER 6480.4B Airport Traffic Control Tower Siting Process.
OITUR	Object Indication Tracking Update Rate.
OoI	Object-of-interest.
OSP	Optical Sensor Presentation.
OTW	Sigla do termo em inglês Out of Window, que representa a visualização disponível em uma cabine convencional de uma TWR.



QDE	Quadro elétrico.
RWY	Acrônimo do termo em inglês Runway, que indica a pista de pouso e decolagem.
RTM	Remote Tower Module.
D-TWR-RP	Torre de Controle Digital de Ribeirão Preto.
ToIREQ	Tracking-of-interest Requiriments
TWR	Acrônimo do termo em inglês Control Tower, que indica a Torre de Controle de um aeródromo.
TWY	Acrônimo do termo em inglês Taxiway, que indica a pista de taxi.
SAT	Site Acceptance Test
SLG	Signal Light Gun.
SNMP	Simple Network Management Protocol.
SVV	Sistema de Vigilância Visual, cuja definição é “Sistema ótico-elétrico que provê uma apresentação visual eletrônica do tráfego e qualquer outra informação necessária para manter a consciência situacional em um aeródromo e suas vizinhanças” (1).
WAN	Wide Area Network.

2. Considerações gerais

No texto que se segue, são apresentadas as especificações técnicas e funcionais relacionadas ao Sistema de Vigilância Visual (SVV) e seus subsistemas, ao Sistema de Captura e Reprodução do Som Ambiente do Aeródromo e Consoles Operacionais, além dos componentes auxiliares necessários ao pleno funcionamento do objeto contratado, atendendo além das especificações elencadas abaixo à CIRCEA 100-119 e a BRAC-IOP do DECEA

De forma geral, a função de um SVV é recriar a visualização OTW de uma cabine de controle convencional, em que se disponibiliza por meio de telas digitais as imagens dos objetos de interesse (aeronaves, veículos, pessoas, etc.) nas áreas de interesse (RWY, TWY, circuito de tráfego, dentre outras), devendo ser possível detectar ou reconhecer cada um dos alvos conforme o caso.

Para a presente contratação, a referida visualização deverá ser provida para duas posições operacionais de controle, quais sejam, a TWR e o GND, sendo a primeira dotada de um assistente. Ademais, é obrigatória a provisão de uma terceira posição de trabalho capaz de servir qualquer uma dessas duas funções (TWR e GND), com funcionamento concomitante, culminando, assim, no fornecimento de 3 (três) CWP ao todo.

O licenciamento da solução deve permitir a expansão das CWP em no mínimo mais 2 (duas), isto é, a solução fornecida deverá permitir a ativação de no mínimo 5 (cinco) CWP.



3. Requisitos funcionais

A fim de melhor caracterizar os requisitos funcionais a seguir, torna-se necessário definir algumas capacidades cognitivas relacionadas com a visão, em que se utilizou de definições presentes na literatura (2) e (3), cuja aplicação deve ser restrita ao escopo dessa seção, quais sejam:

- Detectar: se refere à habilidade de um operador notar a presença de um objeto particular;
- Reconhecer: se refere à habilidade de um operador associar a um objeto determinada categoria dentre uma classe geral, por exemplo, uma aeronave de asa baixa ou uma aeronave de asa alta;
- Identificar: se refere à habilidade de um operador determinar o tipo específico de um objeto;
- Verificar: se refere à habilidade de um operador de corroborar a informação visual com um dado externo sabido (por exemplo, o reporte de um piloto);
- Observar: se refere à habilidade de um operador discernir o estado de um objeto e qualquer mudança desse estado dentro do contexto do ambiente. O estado de um objeto inclui sua altitude, orientação, velocidade, atitude, posição e/ou condição.

O SVV deve ser capaz de permitir o cumprimento dos procedimentos previstos nas ICA 100-37, ICA 100-4, e demais publicações do DECEA inerentes à prestação dos ATS, principalmente do ATC. Dessa forma, o SVV possibilitará, no mínimo, que os ATCO:

1. Reconheçam e identifiquem visualmente as aeronaves nas RWY, área de movimento, faixa de pista e qualquer outra área do aeródromo especificada na Tabela 2;
2. Observem visualmente a direção do deslocamento de uma aeronave se locomovendo nas RWY, área de movimento, faixa de pista e qualquer outra área do aeródromo especificada na Tabela 2;
3. Observem visualmente a velocidade relativa de uma aeronave evoluindo nas RWY, área de movimento, faixa de pista e qualquer outra área do aeródromo especificada na Tabela 2;
4. Observem visualmente a posição relativa entre uma aeronave e outra localizada nas RWY e área de movimento;
5. Observem visualmente a posição relativa entre uma aeronave e um objeto conhecido localizado nas RWY, área de movimento, faixa de pista e qualquer outra área do aeródromo especificada na Tabela 2;
6. Observem visualmente toda a corrida de rolagem na RWY durante um pouso;
7. Verifiquem e observem visualmente a posição relativa entre uma aeronave e as marcas de parada;
8. Observem visualmente a posição relativa entre uma aeronave e as cabeceiras;
9. Observem visualmente quando uma aeronave partindo realize a decolagem;



10. Verifiquem e observem visualmente o início da corrida de decolagem das aeronaves;
11. Observem visualmente quando uma aeronave partindo iniciou a primeira curva após a decolagem, ou cruzando 1500 (mil e quinhentos) pés de altitude;
12. Verifiquem visualmente que a RWY está livre de objetos com tamanho igual ou maior do que o menor item da Tabela 1;
13. Observem visualmente a localização de uma aeronave na RWY em referência às intersecções ou outros marcos;
14. Observem visualmente quando uma aeronave partindo cruze a trajetória projetada de outra aeronave;
15. Observem visualmente quando uma aeronave partindo cruze qualquer uma das intersecções da RWY;
16. Observem visualmente quando uma aeronave chegando cruze a trajetória projetada de outra aeronave;
17. Observem visualmente quando uma aeronave chegando cruze qualquer uma das intersecções da RWY;
18. Observem visualmente quando uma aeronave mantém a posição antes de uma intersecção da RWY;
19. Observem visualmente a posição relativa entre um helicóptero realizando taxiamento, deslocamento aéreo ou taxiamento aéreo e outra aeronave;
20. Verifiquem e observem visualmente uma decolagem rejeitada;
21. Observem visualmente a execução de uma arremetida;
22. Reconheçam visualmente veículos nas RWY, área de movimento, faixa de pista e qualquer outra área do aeródromo especificada na Tabela 2;
23. Detectem visualmente pessoas nas RWY, área de movimento, faixa de pista e qualquer outra área do aeródromo especificada na Tabela 2;
24. Observem visualmente a direção de deslocamento de um veículo quando operando na área de movimento;
25. Observem visualmente a velocidade relativa de um veículo quando operando na área de movimento;
26. Observem visualmente uma aeronave em todas as pernas do circuito de tráfego e na reta final, bem como a realização das curvas de transição entre cada uma delas;
27. Observem visualmente a posição aparente do trem de pouso das aeronaves;
28. Reconheçam visualmente pássaros, balões e outros objetos no espaço aéreo circunvizinho ao aeródromo;
29. Verifiquem visualmente o *status* das luzes da lateral da pista e das taxiways;
30. Detectem visualmente áreas de construção localizadas na área de movimento ou em suas adjacências imediatas;
31. Observem visualmente, durante o nascer e pôr do sol, uma aeronave de asa fixa balançando as asas quando em voo ou movendo os ailerons ou o leme de direção quando no solo, em resposta à sinais emitidos pela pistola de sinalização;
32. Observem visualmente, durante o pôr e nascer do sol, uma aeronave de asa fixa piscando os faróis de pouso ou as luzes de navegação em resposta à sinais emitidos pela pistola de sinalização;
33. Avaliem a quantidade, altura e tipo de nuvens;



34. Avaliem a visibilidade dos arredores do aeródromo por meio da identificação de referências visuais;
35. Detectem a existência de tempo presente; e
36. Se comuniquem com as aeronaves por meio de sinais luminosos.

A lista acima não pretende ser exaustiva, mas busca, de forma combinada com os requisitos técnicos, garantir que o SVV provenha plenamente todas as condições de visualização necessárias à prestação dos ATS.

4. Requisitos técnicos

Todos os materiais, equipamentos, componentes e acessórios serão novos, de alto grau de qualidade, em conformidade com os padrões normativos nacionais e internacionais aplicáveis e deverão estar, após a colocação em operação, em plenas condições de funcionamento.

Todos os componentes constantes no escopo deste Projeto Básico, produzidos por fabricantes que não a CONTRATADA, devem ter seu fornecedor ainda em operação, e serem de modelo em linha de produção, e sem previsão de suspensão de suporte por prazo menor do que 10 anos quando da publicação do edital.

Todos os componentes de *hardware* utilizados na solução devem ser do tipo COTS, com vida útil maior ou igual a 5 anos, sendo o SVV projetado de forma a garantir a substituição de qualquer um desses, por outro de mesmas características técnicas e disponível no mercado, mantidas as funcionalidades.

Todos os equipamentos a serem abrigados em uma sala técnica deverão ser capazes de operar em ambiente com temperatura do ar variando entre 5 e 40 graus centígrados, e umidade relativa do ar de até 90 por cento. Já aqueles componentes a serem instalados em campo, deverão ser capazes de operar com a temperatura do ar entre -30° 0 e 60° graus centígrados, recebendo radiação solar diretamente, e de suportar chuvas torrenciais, além de terem tratamento ou serem compostos de materiais resistentes à ambientes com alta salinidade.

Todas as licenças de *software*, necessário ao pleno funcionamento do sistema, deverão ser fornecidas pela CONTRATADA, quando da implantação dos sistemas.

Todos os *softwares* devem ser fornecidos já instalados, sendo entregues também os arquivos necessários à reinstalação, devendo constar da documentação técnica a descrição, “part number”, versão, número de licença, “checksum”, chaves de validação e nome do fabricante.

Todos os componentes ou subsistemas críticos ao funcionamento do SVV ou do Sistema de Captura e Reprodução do Som Ambiente do Aeródromo, devem ser disponibilizados de forma redundante, quer seja pelo provimento de outro componente ou subsistema idêntico e funcionando de forma paralela, ou ainda, pela existência de outro componente ou subsistema capaz de executar as mesmas tarefas. Independentemente da solução adotada, essa deve garantir a redundância quente, isto é, quando da falha do ativo principal, o reserva deverá assumir a funcionalidade prontamente, de forma que não ocorra indisponibilidade do sistema.

Não está prevista ou é requerida a integração do SVV a nenhum outro Sistema de Vigilância, como aqueles baseados em RADAR ou ADS-B, dessa forma, todas as funcionalidades aqui especificadas deverão ser providas em sua integralidade pelos equipamentos e *softwares* fornecidos.



4.1. Sistema de Vigilância Visual

O SVV previsto no presente Projeto Básico, o qual é denominado RTOS na EUROCAE ED-240B, pode ser subdividido em três grandes subsistemas físicos, responsáveis pela captura, transmissão e visualização das imagens. Além disso, há diversos outros componentes auxiliares, os quais seguem descritos nas próximas seções.

No caso do processo em tela, o SVV se destinará à prestação dos ATS somente para o SBRP, dessa forma, teremos um sistema trabalhando no chamado *single mode*, isto é, um RTM dedicado à somente um único aeródromo. Dessa forma, todos os componentes do sistema estarão localizados no mesmo sítio aeroportuário, qualificando-o como *on-site*, eliminando a necessidade de transmissão de dados por meio de uma WAN.

O tempo decorrido entre a ocorrência de um evento no mundo real e a sua disponibilização no subsistema de visualização de imagens não deve ser superior à 1 segundo.

A taxa de atualização de vídeo, considerando duas imagens distintas capturadas em sequência, deverá ser maior ou igual à 25 quadros por segundo. Salienta-se que esse requisito contempla todo o processo de captura e geração da imagem, e não se refere somente à taxa de atualização dos monitores.

Todos os subsistemas, que utilizarem funcionalidades referenciadas temporalmente, devem estar sincronizados a uma única referência, não sendo permitida assincronias superiores a 100 ms.

Deve haver um *buffer* de vídeo capaz de compensar o *jitter* existente entre a captura e a visualização das imagens. O tempo de *buffering* deve ser tal que minimize os efeitos do *jitter*, mas, ao mesmo tempo, sem introduzir uma latência tal que viole outros requisitos técnicos.

O HMI do SVV deve ser projetado de forma a garantir o pleno controle de todas as funcionalidades operacionais pelos ATCO, além de disponibilizar todos os alertas, conforme definidos na seção 4.1.5. Adicionalmente, toda a interface deve utilizar a língua portuguesa brasileira, sendo admitido o emprego de termos inglês usuais, como, por exemplo, *zoom*.

Devem ser disponibilizadas as funções de *video tracking* e *PTZ object following*, conforme definidas na EUROCAE ED-240B (4), garantindo todos os requisitos estabelecidos para cada uma dessas funções em seu apêndice C.

Quando da configuração do SVV, todos aqueles parâmetros relativos à sensibilidade de detecção de um objeto a ser rastreado, como por exemplo, quantidade mínima de *pixels*, ou aqueles respectivos à interpolação das trajetórias de um OoI, devem ser definidos em conjunto com a equipe de fiscalização, que irá avaliar *in loco* se determinado parâmetro está adequado ao cenário local.

A OITUR deve ser maior ou igual a 1 Hz, e se caso nenhum movimento seja detectado durante o respectivo período de atualização, o indicador de rastreamento do objeto deve ser removido.

As taxas de atualização das imagens na OSP e das indicações visuais dos objetos a serem rastreados devem estar sincronizadas, de forma a garantir que ambas as informações sejam apresentadas coincidentemente.

Para definição dos requisitos de performance relacionados com as capacidades de detecção e reconhecimento de objetos pelos operadores da D-TWR-RP, utilizou-se a metodologia descrita na EUROCAE ED-240B (4). Para tal, devem ser considerados os OoI dispostos na Tabela 1, a qual faz paralelo com a Tabela 3.1 da referida publicação.



Apêndice I – Requisitos técnicos e funcionais dos equipamentos

Tabela 1 - Objetos de Interesse (Ooi).

Objeto (e respectiva classe de Objeto)	Dimensões (m)
A321 NEO (aeronave grande)	35,8x44,5x11,8
ATR-76 (aeronave média)	27,1x27,2x7,7
PA34 (aeronave pequena)	11,9x8,7x3
R22 (helicóptero)	7,7x8,7x2,7
C152 (aeronave pequena)	10,2x7,3x2,6
Balão de ar quente	20x15
Pessoa/animal	2x0,5x0,5
Follow me (veículo)	2x2x5
Obstáculo	1x1x1

Além disso, segue definida na Tabela 2 a listagem dos AOREQ para a D-TWR-RP, cujas premissas para preenchimento são as constantes na seção 3.2 da supracitada publicação e Tabela 3.3 lá disposta.

Tabela 2 - Definição dos AOREQ para o SBRP.

ID	Área de Interesse (Aoi)	Objeto ou Classe do Objeto (Ooi)	Panorama	PTZ	Caso de uso
Em voo					
AOREQ-A1	Aproximação final a 5 NM da cabeceira	Aeronave média	D		Detectar a 5 NM passando o FAF
AOREQ-A2	Aproximação final a 2NM	Aeronave média	R		Reconhecer a 2NM da cabeceira
AOREQ-A3	Circuito de tráfego	Aeronave pequena	R		Reconhecer aeronave de pequeno porte quando reportado pelo piloto estar na final (1NM)
AOREQ-A4	Circuito de tráfego	Aeronave pequena	D		Detectar a posição de uma aeronave a fim de comparar com a posição reportada pelo piloto
AOREQ-A5	Circuito de tráfego	Helicóptero		R	Reconhecer helicópteros em um raio de 2NM das câmeras
AOREQ-A6	Circuito de tráfego - círculos de 3 NM a partir de todas as cabeceiras	Aeronave pequena		R	Reconhecer uma aeronave de asa fixa a 3 NM de qualquer uma das cabeceiras
AOREQ-A7	ATZ (5 NM)	Balão de ar quente	D		Detectar balão na Zona de tráfego de Aeródromo (5NM)
AOREQ-A8	Área da subida inicial	Aeronave pequena	D		Detectar uma aeronave até 4NM da cabeceira de decolagem
Superfície					
AOREQ-S1	Pista	Aeronave pequena	R		Reconhecer fumaça dos pneus quando do toque de uma aeronave durante o pouso
AOREQ-S2	Pista	Veículo	R		Reconhecer veículo transitando na RWY.
AOREQ-S3	Pista	Pessoa/animal/obstrução	D	R	Detectar na visão panorâmica que há algo na RWY, e ser capaz de confirmar e reconhecer o objeto utilizando a PTZ.
AOREQ-S4	Taxiway	Aeronave pequena	R		Reconhecer o fabricante/tipo de uma aeronave



Apêndice I – Requisitos técnicos e funcionais dos equipamentos

AOREQ-S5	Taxiway	Veículo	R		Reconhecer um veículo, identificando a posição, tipo, marcas e seu status
AOREQ-S6	Taxiway	Pessoa/animal	D	R	Detectar na visão panorâmica que há algo na TWY e ser capaz de confirmar e reconhecer o objeto utilizando a PTZ
AOREQ-S7	Taxiway	Obstrução	D	R	Detectar na visão panorâmica que há algo na TWY e ser capaz de confirmar e reconhecer o objeto utilizando a PTZ
AOREQ-S8	Pátio	Aeronave	R		Reconhecer uma aeronave no pátio, identificando seu status de prontidão, se está pronta para o pushback, e se as luzes anticollisão estão acesas.
AOREQ-S9	Pátio	Veículo	R		Reconhecer veículo transitando nos pátios.
AOREQ-S10	Pátio	Pessoa	D		Detectar pessoas transitando nos pátios.
AOREQ-S11	Pátio	Obstrução	D		Detectar obstáculo localizada nos pátios.

Dessa forma, ao compor esses dados, ficam definidos os requisitos de DRRP detalhados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, os quais devem ser garantidos pela combinação das características técnicas dos subsistemas de captura e visualização de imagens. Isto é, as câmeras, *displays* e demais componentes do SVV, devem garantir a detecção e reconhecimento dos itens dispostos na referida tabela.

Para referência, esta tabela é a versão preenchida da Tabela 5.1 da EUROCAE ED-240B (4) para o caso específico da presente contratação.

Tabela 3 - Definição dos DRRP para a D-TWR-RP.

DRRP REQ	AOREQ ID	Aol	Ool	Dimensões dos objetos críticos (m)	Tarefa crítica e distância entre o sensor e o Ool			
					Visão panorâmica/OTW		PTZ	
					Tarefa	Distância (m)	Tarefa	Distância (m)
DRRP REQ 01	AOREQ-A01	Aproximação final	Aeronave média	27,1x27,2x7,7	D	9200		
DRRP REQ 02	AOREQ-A01	Aproximação final	Aeronave média	27,1x27,2x7,7			D	15000
DRRP REQ 03	AOREQ-A02	Aproximação final	Aeronave média	27,1x27,2x7,7	R	3200		
DRRP REQ 04	AOREQ-A02	Aproximação final	Aeronave média	27,1x27,2x7,7			R	6400
DRRP REQ 05	AOREQ-A03	Circuito de Tráfego	Aeronave pequena	10,2x7,3x2,6	D	6000		
DRRP REQ 06	AOREQ-A03	Circuito de Tráfego	Aeronave pequena	10,2x7,3x2,6			D	15000
DRRP REQ 07	AOREQ-A04	Circuito de Tráfego	Aeronave pequena	10,2x7,3x2,6	R	2000		
DRRP REQ 08	AOREQ-A04	Circuito de Tráfego	Aeronave pequena	10,2x7,3x2,6			R	1000
DRRP REQ 09	AOREQ-S01	Área de manobras	Aeronave pequena	10,2x7,3x2,6	D	2000		
DRRP REQ 10	AOREQ-S01	Área de manobras	Aeronave pequena	10,2x7,3x2,6			R	1500
DRRP REQ 11	AOREQ-S02	Área de manobras	Animais/pessoas	2x0,5x0,5	D	500		



DRRP REQ 12	AOREQ-S02	Área de manobras	Animais/ pessoas	2x0,5x0,5			R	1500
DRRP REQ 13	AOREQ-S03	Área de manobras	Veículos	2x2x5	D	1500		
DRRP REQ 14	AOREQ-S03	Área de manobras	Veículos	2x2x5			R	2000
DRRP REQ 15	AOREQ-S04	Pátio	Obstruções	1x1x1			D	1600
DRRP REQ 16	AOREQ-S05	Pátio	Matrícula Aeronaves	1x1	R	200		
DRRP REQ 17	AOREQ-S05	Pátio	Matrícula Aeronaves	1x1			R	1000

De forma semelhante, foram definidos os ToIREQ, culminando com o preenchimento da Tabela 3.5 da EUROCAE ED-240B (4), estando os requisitos dispostos na Tabela 4, devendo o SVV ser capaz de rastrear objetos nas condições ali definidas.

Tabela 4 - Definição dos ToIREQ para a D-TWR-RP.

ID	Área de Interesse (Aoi)	Classe de Objeto ou Objeto a ser rastreado	Caso de uso específico
Em voo			
ToIREQ-A1	Aproximação final	Tudo	Rastrear tudo na aproximação final (incluindo drones, bando de pássaros etc.), pelo menos todas as aeronaves maiores do que um C150 em distâncias de pelo menos 2 NM da cabeceira.
ToIREQ-A2	Área de subida	Tudo	Rastrear tudo na área de subida (incluindo drones, bando de pássaros etc.), pelo menos todas as aeronaves maiores do que um C150 evoluindo até uma altitude mínima de 800 pés.
ToIREQ-A3	Circuito de tráfego	Todas as aeronaves > C150	Rastrear tudo no circuito de tráfego, pelo menos todas as aeronaves maiores do que um C150 em uma altitude mínima de 400 pés até 1500 pés, em uma distância mínima de 2NM.
ToIREQ-A4	Acima da Pista	Tudo	Rastrear tudo na zona de proteção da pista até 600 pés de altitude.
Superfície			
ToIREQ-S1	Pista	Tudo	Rastrear tudo ingressando na zona de proteção de pista com tamanho de no mínimo um veículo.
ToIREQ-S2	Taxiways	Tudo	Rastrear tudo ingressando em alguma das TWY com tamanho de no mínimo um veículo.
ToIREQ-S3	Pátio	Aeronave	Rastrear todo o movimento de aeronave com tamanho de no mínimo um C150.

4.1.1. Subsistema de Captura de Imagens

O subsistema de captura de imagens é composto por todos aqueles componentes necessários à aquisição dos dados de visualização, cujos elementos fundamentais são as câmeras, que deverão ser fornecidas pela CONTRATADA junto com todos os outros insumos necessários ao seu funcionamento, como os invólucros, os *decoders*, suportes, dentre outros.

Todos os conjuntos de câmeras e seus respectivos invólucros devem:

1. possuir mecanismos de autolimpeza, sendo o seu acionamento realizado de forma manual e remota, podendo haver meios adicionais. Somente serão permitidos gatilhos autônomos, caso o processo de limpeza não interfira na qualidade das imagens geradas;
2. possuir mecanismo para desembalar as lentes;
3. possuir mecanismo para eliminação de gotas e gotículas de água;
4. seguir o padrão IP66 ou superior, conforme ABNT NBR IEC 60529 ;



5. seguir o padrão IK10 ou superior, conforme ABNT NBR IEC 62262 (6);
6. possuir sistema para evitamento de pássaros.

4.1.1.1. Visão panorâmica

O subsistema responsável pela captura de imagens do aeródromo e suas redondezas é composto basicamente por um mastro que abriga sensores óticos, sendo sua posição de instalação apontada no Apêndice V.

O mastro deve suportar o conjunto de câmeras a uma altura que garanta uma LOS de no mínimo 0,8 e um campo de visão livre de obstruções impostas pelas edificações localizadas ao seu arredor.

Sobre esses obstáculos, alertamos sobre a existência de um edifício inacabado, cuja posição se encontra definida no Apêndice V, o qual será adaptado, futuramente, em uma TWR de contingência, com altura planejada não superior à 22 metros, dimensão essa de observância obrigatória quando do cálculo do tamanho do mastro.

A imagem representando a OTW deverá ser única e contínua, dessa forma, caso a captura das imagens seja realizada por uma composição de câmeras, as seguintes características devem ser garantidas:

1. a costura das imagens deve evitar que ocorra duplicação de objetos maiores ou iguais ao menor dos OoI elencados na tabela AOREQ; e que não haja pontos cegos que impeça sua vigilância;
2. o comprimento focal e a profundidade de campo devem ser os mesmos para cada uma das câmeras;
3. todas as câmeras dedicadas a esta função deverão ser idênticas, isto é, devem ser de mesmo fabricante, modelo e *part number*.

Além da cobertura já imposta pelos AOREQ, devem ser garantidos também um HFOV (*horizontal field of view*) de 360° e um VFOV (*vertical field of view*) que garanta a visualização:

- I. de toda a área de manobras;
- II. de uma área definida por *buffer* de 10 metros ao redor da área de manobras; e
- III. um ângulo de visão entre o horizonte e o limite superior de no mínimo 25 graus.

Deverá ser provida uma câmera ou um conjunto delas dedicado a capturar toda a extensão do pátio 2, estando as imagens integradas na OTW, ou disponibilizadas em *display* dedicado.

Os sensores óticos devem ser capazes de capturar todas as AoI em foco, devendo ter suas profundidades de campo e focos óticos ajustados para tal.

Toda e qualquer imperfeição nas imagens (distorções de projeção, imperfeição proveniente da costura das imagens, sobreposição de objetos, descontinuidade de borda, pontos cegos, dentre outros) que afetem as AoI, deverão ser descritas, e seu impacto operacional avaliado, devendo todas as medidas mitigadoras atribuídas à CONTRATADA ser implementadas.

Embora a definição das AOREQ busque garantir o estabelecimento de DRRP adequadas, as quais são referentes à performance conjunta das câmeras e *displays*, a fim de garantir uma composição equilibrada, ficam estabelecidas as seguintes características mínimas das câmeras:

- resolução de vídeo full high definition (1080 linhas) ou superior;
- compressão de vídeo H.264 ou superior;



- sensibilidade de captura da luz menor ou igual 0,01 lux para imagens a cor.

O sistema deverá ser capaz de destacar objetos em movimento nos *displays* dedicados à visão panorâmica através de um indicador de objeto, que pode ser um retângulo ou outro símbolo, sendo essa funcionalidade denominada *visual tracking* no EUROCAE ED-240B (4), cuja tradução adotada no presente documento se dá por “rastreamento visual”. De forma mais específica, tal funcionalidade deve possuir as seguintes características:

1. O período de renovação do OITUR deve ser maior ou igual à 1 Hz. Caso nenhum movimento seja detectado durante o período de renovação (maior ou igual à 1 Hz), o indicador de movimento do objeto deverá ser removido;
2. Poderão ser utilizadas técnicas de interpolação do movimento do objeto a fim de suavizar a representação do deslocamento da indicação do objeto. As indicações, geradas utilizando tal artifício, não deverão ser consideradas quando da definição do OITUR supracitado;
3. Deverá ser permitido ao ATCO a habilitação ou desabilitação do *visual tracking*, individualmente em cada uma das posições operacionais, através de um simples *input* manual;
4. O rastreamento visual deverá garantir, dentro de cada uma das áreas de interesse, o rastreamento de todos os objetos conforme definido nos ToIREQ;
5. O rastreamento visual deverá apresentar um indicador para cada um dos objetos de interesse que estejam contemplados pelo critério definido acima;
6. O rastreamento visual deverá prover um parâmetro de *timeout* configurável, o qual permitirá o sistema abandonar a identificação de um objeto, que permaneça parado por um período superior ao configurado. O destaque do objeto deverá reaparecer quando este voltar a se movimentar;
7. O sistema deve ser capaz de atribuir diferentes parâmetros para diferentes áreas de interesse, buscando mitigar a incapacidade do sistema na distinção entre objetos que são importantes ou não;
8. O sistema deverá permitir a alteração das características visuais dos indicadores de objetos, como, por exemplo, tamanho, transparência ou cor;
9. O sistema deverá permitir a criação de máscaras inibidoras temporárias, indicando as áreas em que o rastreio não será iniciado ou que a indicação visual não será disponibilizada;
10. A inserção dessas máscaras deverá ser realizada na interface dedicada à configuração do sistema;
11. As máscaras inibidoras temporárias, definidas acima, devem ter seus limites claramente indicados, possibilitando aos ATCO identificarem quando estas estão ativas;
12. A funcionalidade do *visual tracking* deverá garantir a redução de ruídos na representação dos indicadores de objeto, decorrentes de condições ambientais, como, por exemplo, áreas com alto e baixo contraste;
13. A indicação dos objetos a serem rastreados deverá ocorrer com uma disponibilidade aceitável, devendo a CONTRATADA ajustar os parâmetros do algoritmo responsável pelo rastreamento visual a fim de otimizar o sistema para o cenário operacional do SBRP. O resultado da configuração deverá ser validado pela equipe de fiscalização;



14. O rastreamento visual de um objeto deverá permanecer quando este ingressar em uma área com uma máscara inibidora ativa, quer seja temporária ou permanente;
15. O rastreamento visual deverá abranger toda a área de cobertura da visão panorâmica.

4.1.1.2. PTZ

Devem ser fornecidas duas PTZ, operando de forma paralela e independente, sendo capazes de contemplar os 360 graus de azimuth. O *range* de ângulos de *tilt* deve possibilitar a cobertura de todas as AoI definidas na Tabela 2, além do cone cego superior das câmeras da visão panorâmica, ou contemplar o intervalo entre -90° e $+90^\circ$, o que for maior.

O zoom ótico da PTZ, isto é, seu fator de ampliação da imagem, deverá ser ajustável, sendo o fator máximo maior ou igual ao valor necessário para garantia dos DRRP listados para a PTZ na Tabela 3, devendo ser no mínimo igual a 30 vezes.

A latência entre o comando do operador e o início da atuação da PTZ, quer seja a movimentação ou alteração do zoom, deve ser igual ou menor do que 250 ms.

A velocidade angular do mecanismo de rotação da PTZ deve ser maior ou igual a 60 graus por segundo.

O tempo decorrido no deslocamento entre dois pontos separados por 60 graus não deve ultrapassar 2 segundos, isto desconsiderando a latência entre o comando e o início da atuação, que é objeto de outro requisito.

O sistema de posicionamento da PTZ deve ser tal que o centroide de um objeto alvo estará posicionado em uma distância do centro da imagem não superior a $\pm 25\%$ da largura da imagem, isto quando aplicando o nível máximo de zoom, conforme representado na Figura 1.

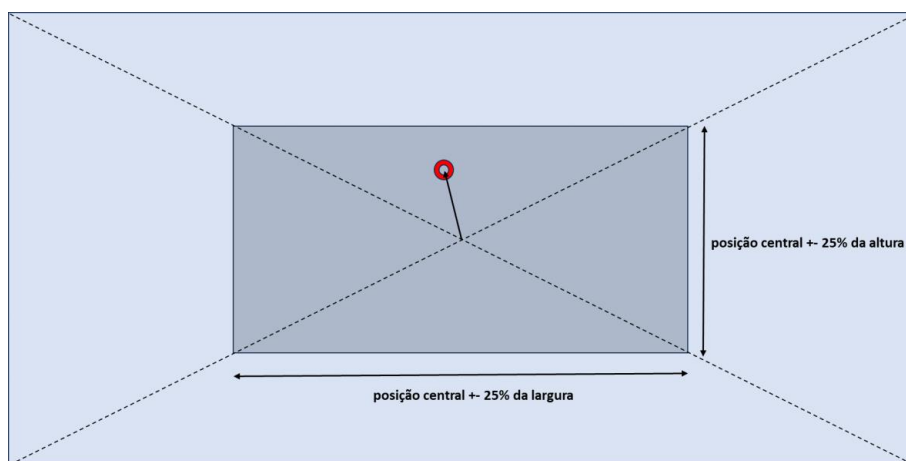


Figura 1: Margem para centralização do centroide de um objeto, indicado pelo alvo vermelho, no display da PTZ.

Figura adaptada da EUROCAE ED-240B (4).



A acurácia do georreferenciamento da PTZ deve ser tal que a posição geográfica do objeto alvo esteja dentro do campo de visão da PTZ quando aplicando o nível máximo de zoom.

A PTZ deve possuir uma funcionalidade capaz de orientá-la automaticamente, a fim de manter um determinado objeto móvel, denominado alvo, dentro da sua área de captura e em foco, cumprindo com os seguintes requisitos:

1. A função de rastreamento de objetos da PTZ deve ser capaz de perseguir todos os objetos apresentados na visão panorâmica;
2. O acionamento da função de rastreamento de objetos da PTZ deverá ocorrer por diversos meios, devendo incluir, no mínimo, o comando manual na interface da visão panorâmica ou da própria PTZ;
3. Cada PTZ deve possuir a capacidade de rastreamento de objetos de forma independente, sendo possível, inclusive, a realização de rastreamento simultâneo de distintos objetos ou do mesmo;
4. A função de rastreamento de objetos da PTZ deve ser capaz de abranger o mesmo *range* atendido pela função de rastreamento de objetos (*visual tracking*);
5. Deverá ser permitido ao ATCO a habilitação ou desabilitação da função de rastreamento da PTZ individualmente em cada uma das posições operacionais, e para cada uma das PTZ, através de um simples *input* manual;
6. Uma vez iniciada, a função de rastreamento de objetos da PTZ deverá manter o fator de ampliação (*zoom*) durante todo o rastreamento;
7. A função de rastreamento de objetos da PTZ, quando ativada, deverá permitir a alteração do *zoom* manualmente;
8. A função de rastreamento de objetos da PTZ deverá indicar visualmente quais objetos estão sendo rastreados por quais PTZ;
9. A indicação visual do rastreamento de objeto da PTZ deverá ser continuamente distinguível do segundo plano;
10. A função de rastreamento de objetos da PTZ deverá ser apresentada na visão panorâmica e na tela dedicada à PTZ;
11. A área de cobertura do rastreamento de objetos da PTZ deverá ser a mesma da própria PTZ, sendo independente da área de cobertura da visão panorâmica;
12. A função de rastreamento de objetos da PTZ deverá ser capaz de diferenciar os objetos a serem rastreados daqueles passando tanto a frente quanto por trás, isto com uma taxa mínima de permutação do alvo a ser rastreado, a qual deverá ser validada pela equipe de fiscalização;
13. A função de rastreamento de objetos da PTZ deve apresentar uma imagem com transição suave e sem *flicker* ao olho humano;
14. Quando ativada, a função de rastreamento de objetos da PTZ deverá ser iniciada, e sua indicação apresentada ao ATCO em tempo hábil;
15. Quando a função de rastreamento de objetos da PTZ parar de seguir um determinado objeto, isto deve ser indicado ao ATCO instantaneamente;
16. A reativação da função de rastreamento de objetos da PTZ deverá ser fácil, havendo a disponibilidade de seu acionamento no IHM a no máximo dois cliques;
17. A movimentação da linha de visada da PTZ deve ser estável em relação ao movimento do objeto;



18. A operação da função de rastreamento de objetos da PTZ deverá ser independente de um *display* específico.

4.1.2. Subsistema de Visualização de Imagens

O subsistema de visualização de imagens é aquele responsável por processar os dados adquiridos pelo subsistema de captura de imagens, gerando as visualizações a serem disponibilizadas aos ATCO, reproduzindo, assim, tanto a visão panorâmica/OTW quanto a binocular.

A visão panorâmica deve ser provida por uma composição de monitores dispostos de forma curva, com área mínima de 8,71 m², disponibilizando a visualização de todo o HFOV e VFOV. Adicionalmente, sua posição em relação ao console operacional, deve ser tal que garanta a ergonomia de trabalho dos ATCO, devendo ser observados os dispositivos previstos na NR 17.

As imagens disponibilizadas aos ATCO devem ser submetidas a um processamento tal que garanta o balanço de exposição à luz, evitando a perda de informação visual dada alta variação da luz ambiente, como por exemplo, aquelas geradas pela captura de imagem do Sol ou de outras fontes luminosas de alta intensidade.

Todas as imagens geradas a partir da combinação de múltiplas câmeras devem ser provenientes de capturas ocorridas não mais distantes, no referencial temporal, do que um *frame*.

A imagem capturada pela PTZ deve ser disponibilizada em monitor dedicado no console operacional, podendo também haver visualização PIP (*picture-in-picture*) no conjunto de telas responsáveis pela OTW.

A taxa de atualização de todos os monitores deve ser maior ou igual à 25 quadros por segundo.

Os monitores responsáveis tanto pela visão panorâmica, quanto pela visualização da PTZ, devem possuir as seguintes características:

- Serem projetados para funcionamento ininterrupto;
- Serem de LCD ou LED;
- Ter resolução mínima full HD;
- A espessura da borda deve ser igual ou menor do que 2,5 mm;
- O tempo de vida útil deve ser superior ao funcionamento ininterrupto por 5 anos. Para a contabilização desse tempo, deve ser considerado o efeito *burn-in*;
- As telas da OTW devem ter 55 polegadas ou mais.

Os suportes utilizados nos monitores componentes da vista panorâmica, devem ser ajustáveis pelo menos em sua altura e ângulo com eixo de rotação paralelo ao horizonte, além de possuírem rodízios, possibilitando o deslocamento dos monitores neles instalados.

4.1.3. Pistola de sinalização

A SLG deve permitir aos ATCO aplicarem as regras previstas no item 6.29 da ICA 100-37 (1), para tal, os seguintes requisitos devem ser observados:

- estar acoplada à PTZ, devendo haver alinhamento entre a direção de transmissão do feixe de luz com o centro da imagem da PTZ;



- ser capaz de transmitir sinais luminosos nas cores branca, verde e vermelha, de forma contínua ou intermitente;
- seu funcionamento deve ser verificável pelos ATCO, tanto seu alinhamento quanto as cores transmitidas;
- ter alcance mínimo de 5 km durante o dia e 15 km durante a noite;
- o tempo de resposta entre o *input* do operador e a emissão das luzes deve ocorrer em no máximo 250 ms.

4.1.4. Subsistema de Rede Lógica

O subsistema de rede lógica é aquele responsável por interconectar todos os subsistemas do SVV, devendo a CONTRATADA fornecer todos os ativos de rede necessários para a execução de tal função, com a transmissão dos dados de vídeo realizada por fibras óticas, as quais devem ser certificadas para uso externo com proteção contra intempéries e com proteção anti-roedor.

A topologia da rede interligando todos os componentes do SVV deve ser tal que exista no mínimo duas rotas distintas e completamente independentes (incluindo os caminhos físicos) interligando cada par de equipamentos intercomunicantes. Recursos adicionais de redundância devem ser considerados caso necessários à garantia dos requisitos de disponibilidade definidos no item 4.1.11.

Todos os *switches* utilizados na solução devem, no mínimo, ter as seguintes características:

- Possuir certificado de homologação da ANATEL;
- Possuir duas fontes de alimentação redundantes, com entrada variando entre 100 e 240 V de corrente alternada com seleção automática de alta eficiência;
- Ser capaz de empregar a versão 6 e 4 do protocolo IP (IPv6 e IPv4);
- Possuir mecanismo QoS (Quality of Service) e CoS (Class of Service) para priorização do tráfego de dados;
- Possuir portas exclusivas para empilhamento, portas 10/100/1000 com *autosensing* e *auto-negotiating* e portas mini-GBIC combo;
- Suportar os protocolos SNMP das versões 2 ou 3 e IPsec;
- Ser compatível com o padrão IEEE 802.1p, IEEE 802.1q, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ac, IEEE 802.3ad e IEEE 802.3z.

Já os cabos, quer sejam metálicos ou ópticos, devem no mínimo:

- Possuir certificado de homologação da ANATEL;
- Estar em conformidade com a respectiva norma da ABNT NBR;
- Em se tratando dos cabos metálicos, estes devem ser de categoria 6 ou superior.

Por fim, os *patch panel*, conectores, *patch cords* e demais componentes devem no mínimo:

- Possuir certificado de homologação da ANATEL, quando cabível;
- Estar em conformidade com a respectiva norma da ABNT NBR;
- Serem compatíveis entre si, bem como com os cabos, *switches* e outros ativos de rede componentes da infraestrutura.



O *jitter* de vídeo introduzido pela rede, deve se limitar a uma faixa de valores que garanta a latência máxima de 1 segundo entre a ocorrência de um evento no mundo real e a sua visualização em qualquer um dos *displays* disponíveis no RTM.

Quando da instalação do SVV, a perda de pacotes de dados deverá ser medida e validada, devendo ser observado um limite tal que a partir daquele ponto o *streaming* de imagens perca a qualidade necessária. O valor desse limite será proposto pela CONTRATADA, cujo memorial de cálculo deverá ser apresentado à equipe de fiscalização para avaliação e aprovação.

4.1.5. Subsistema de Processamento de Dados

Todos os servidores responsáveis pelo processamento das imagens, e demais dados do SVV, devem ser projetados para uso ininterrupto, devendo suas unidades de processamento, tanto CPU quanto GPU, serem de última geração de sua família.

Tanto as fontes, quanto os sistemas de refrigeração desses servidores, devem ser redundantes, com comutação automática entre as unidades principais e reservas.

Os servidores devem ser instalados em *rack* de 19 polegadas, fornecido pela CONTRATADA.

A unidade de armazenamento interno dos servidores deve contar com uma controladora RAID, com software para configuração e gerenciamento, além do monitoramento e alerta do estado de cada um dos dispositivos de armazenamento.

Todos os *racks* devem apresentar, no mínimo, as seguintes características:

- Ser do padrão de 19 polegadas;
- Suas partes metálicas devem ser aterradas e equipotencializadas;
- Ter proteção contra choque elétrico, e quando necessário, possuir sinalização para esse risco;
- Não possuir arestas agudas ou rebarbas;
- Seus componentes e acessórios não devem ser auto inflamáveis, propagar chamas e nem emitir fumaça tóxica quando incinerados.

4.1.6. Subsistema de Monitoramento e Manutenção

Deverá ser provido um subsistema de monitoramento e manutenção remota, em que seja possível visualizar em tempo real (com atualização automática) a operacionalidade de todos os componentes críticos do SVV, que incluem, mas não se limitam, todas as câmeras, a SLG, os ativos de rede, e os computadores/servidores executando a função de *encoders* e *decoders*.

Este subsistema deverá adotar o protocolo SNMP na versão 2 ou 3, com a coleta de informações via *polling* e/ou *trapping*, estando aplicáveis as RFC1905 e RFC1907 para a versão 2, e as RFC2571 e RFC2575 para a versão 3. Ademais, deve haver controle de acesso conforme a RFC3415 permitindo a definição das permissões de leitura, escrita ou notificação para um determinado objeto.

A versão do SNMP adotada no *polling* e no *trapping* deve ser a mesma, sob o risco de inviabilizar o monitoramento pelo SIGTEC conforme previsto na DCA 66-3.



Apêndice I – Requisitos técnicos e funcionais dos equipamentos

Todas as informações devem ser disponibilizadas em conformidade com o MIB (Management Information Base) de segunda versão ou superior, quer sejam parâmetros ou *status*, e devem contemplar no mínimo todos os dados que:

- indiquem a confiabilidade ou performance dos equipamentos;
- sejam utilizados na prevenção ou no alerta de falhas ou degradações;
- sejam necessários para execução de recomendações técnicas previstas nas rotinas de correção ou aferição do funcionamento de um sistema ou componente, a fim de reduzir ou eliminar as manutenções presenciais; e
- sejam objetos de supervisão do sistema ou de um de seus componentes.

Para cada uma das informações contempladas pelo parágrafo acima deve haver a definição de uma OID (Object Identification), cujas características, conforme Tabela 1, devem ser comunicadas utilizando o padrão previsto na Tabela 3.

O fornecedor deve sugerir os limiares para as variáveis de monitoramento conforme a classificação de criticidade seguindo os níveis descritos na Tabela 2.

Tabela 5 - Descrição dos campos descritivos de uma variável/parâmetro.

N.º DO CAMPO	TÍTULO	DESCRIÇÃO
1	TIPO DE VARIÁVEL	Define o tipo de dado que o agente retorna: Configuração/Desempenho/Status/Logística
2	NOME DO ATRIBUTO	É a identificação textual da variável, para identificação humana. Exemplo: MWA B->GRA B
3	DESCRIÇÃO DO ATRIBUTO	É a definição do que atributo representa. Exemplo: Tratamento de dados do canal B de radar primário.
4	OID	Object IDentification, é o identificador do atributo no Agente SNMP (o equipamento), trata-se de uma sequência de números inteiros separados por pontos. Exemplo: .1.3.6.1.4.3090.5.4.6.2.1.9.241
5	TIPO DE VALOR RETOMADO	Corresponde ao tipo de variável.
6	EXEMPLO DE MEDIÇÃO	Value (Integer): correctOperation (1) (ele retorna 1, que significa "correctOperation").
7	PARAMETRIZAÇÃO DE ALARMES	Classificar o alarme dentre outras opções: Crítico/Maior/Menor/Aviso/Normal conforme descrito na Tabela 9.

Tabela 6 - Classificação de criticidade dos Alarmes.

TIPO DE ALARME	DESCRIÇÃO
CRÍTICO	Um alarme é classificado como "Crítico" quando o equipamento/sensor assume o estado de inoperância, deixando de fornecer informações ou de funcionar com confiabilidade necessitando, portanto, de manutenção ou substituição.
MAIOR	Um alarme é classificado como "Maior" quando, por algum motivo técnico, o equipamento/sensor se torna incapaz de realizar parte de suas funções (ou perde redundância), mas não assume o estado de inoperância total.
MENOR	Um alarme é classificado como "Menor" quando ocorre uma degradação nas funções exercidas pelo equipamento/sensor, sem que ele perca a confiabilidade de funcionamento, desde que a degradação não ultrapasse os limites técnicos estabelecidos que caracterizam uma inoperância.
AVISO	Um alarme é classificado como "Aviso" quando ele possui caráter apenas informativo.
NORMAL	Um alarme é classificado como "Normal" quando um equipamento sensor encontra-se funcionando sem quaisquer restrições técnicas.

Tabela 7 - Lista de variáveis/parâmetros de monitoramento.

1) TIPO DE VARIÁVEL	2) NOME DO ATRIBUTO	3) DESCRIÇÃO DO ATRIBUTO	4) OID	5) TIPO DE VALOR RETOMADO	6) EXEMPLO DE MEDIÇÃO	7) PARAMETRIZAÇÃO DOS ALARMES				
						CRÍTICO	MAIOR	MENOR	AVISO	NORMAL

O *jitter* relativo à transmissão de vídeo deve ser monitorado, e se caso este seja maior do que o tempo pré-definido de *buffer*, um alarme deve ser emitido.



Toda falha que implique na interrupção dos vídeos, tanto da OTW quanto da PTZ, deve ser notificada em no máximo 2 segundos.

O tempo decorrido entre a detecção de uma falha/degradação de um dos componentes do sistema e o início das ações de autocorreção, da emissão de alerta, dentre outras ações, não deve superar 10 segundos. Este mesmo prazo deve ser considerado quando do restabelecimento das condições normais de operação. O presente item não se aplica ao *streaming* de vídeo, estando o limite estabelecido no parágrafo anterior.

A perda de pacotes da rede lógica deve ser monitorada continuamente, devendo a CONTRATADA informar qual é o valor crítico para o sistema instalado, devendo ocorrer um alerta quando da violação desse limite.

Devem ser gerados *logs* de todos os alarmes e alertas, além dos valores capturados nas rotinas de monitoramento do sistema, e das alterações realizados no sistema quando utilizando o módulo de manutenção. Essas informações devem ser armazenadas por no mínimo 3 meses.

4.1.7. Subsistema de Gravação e Reprodução

Deve ser provido um subsistema para a gravação e reprodução de todas as imagens disponibilizadas no subsistema de visualização, devendo os dados serem fidedignos àqueles apresentados aos ATCO, inclusive a composição de imagens que culmina com a vista panorâmica.

O subsistema de gravação e reprodução não deve interferir no funcionamento dos demais componentes.

Todos os dados, e seus respectivos metadados, devem ser armazenados com o emprego de técnicas de criptografia garantindo o sigilo das informações.

Para cada imagem armazenada, deverá ser registrada a fonte de dados, o *timestamp* fazendo referência à data e horário (incluindo os segundos), cuja acurácia deve ser menor ou igual a 0,01 segundo, além da indicação em qual *display* ela foi disponibilizada.

Adicionalmente, todas as ações realizadas pelos operadores no HMI do SVV, incluindo o nível de *zoom* ótico ajustado, e os comandos realizados nas PTZ, devem ser registradas e armazenadas em *logs*.

Todos os dados capturados pelo subsistema de gravação e reprodução devem ser preservados por um período mínimo de 30 dias, assim, esse subsistema deve ter capacidade que possibilite o armazenamento por esse período, considerando o cenário de maior demanda de dados.

Os servidores dedicados à gravação e reprodução devem ser disponibilizados em uma arquitetura que haja ao menos dois ativos físicos e independentes, em configuração de redundância 1+1, os quais devem armazenar todos os dados simultaneamente, sendo o *hardware* utilizado para armazenamento dos dados do tipo *Non-Volatile Memory* (NVM).

Todo os dados armazenados devem ser protegidos contra remoção ou qualquer tipo de adulteração.

Deve ser possível exportar os dados armazenados em formato de mídia aberto, mantida a qualidade original, devendo ser entregue documentação detalhando o formato dos dados e seus respectivos metadados.

A função de reprodução deve estar disponibilizada por *software* dedicado ou aplicação *web*, estando os dados acessíveis via rede LAN; e permitir buscar, filtrar e identificar as datas e horários de captura dos vídeos.



Deve ser disponibilizada uma estação de trabalho dedicada à reprodução e análise dos dados capturados, cujas configurações devem ser compatíveis com a demanda computacional requerida para tal tarefa, estando disponíveis no mínimo dois monitores.

4.1.8. Subsistema de Energia Elétrica

A CONTRATADA deve fornecer e instalar subsistema elétrico, em conformidade com as respectivas normas da ABNT NBR, responsável pela alimentação e proteção elétrica do SVV, a partir dos pontos da rede elétrica comercial disponíveis no local de instalação, mais especificamente nos quadros da Sala Técnica.

Todos os componentes do SVV devem ser providos de proteção contra condições anômalas de fornecimento de energia elétrica, que possam resultar em danos aos equipamentos, no mal funcionamento do sistema, na redução da integridade e na perda de funções.

O SVV deve ser capaz de reiniciar automaticamente após o restabelecimento do fornecimento de energia elétrica, isto quando o desligamento ocorrer pela transgressão de alguma das faixas de operação projetadas para os *inputs* de energia elétrica.

O subsistema de energia elétrica deve ser composto por, no mínimo, os seguintes componentes:

1. Alimentação elétrica, contemplando:
 - a. sistema de energia trifásico capaz de trabalhar com uma entrada de $220VCA \pm 20\%$ e 60Hz proveniente de fonte externa;
 - b. QDE para alimentação dos Equipamentos, vinda da UPS, bem como a instalação de disjuntor para proteção de cada ramal de alimentação;
 - c. linha elétrica do ramal de alimentação, sendo o condutor de cobre isolado em PVC BT para uso interno e conduto de eletroduto, canaleta, bandeja ou eletrocalha;
 - d. proteção contra sobrecorrente do ramal de alimentação, sendo utilizado disjuntor de caixa moldada, tipo *quick-lag*, para instalação no interior do quadro de energia em trilho DIN padrão europeu ou padrão americano;
 - e. DPS protegendo o ramal de energia contra sobretensões de surto;
 - f. instalação de tomada aparente ou embutida monofásica de 2P+T para alimentação do no-break do Sistema, conforme prescrições do fabricante;
 - g. todos os cabos em calhas e dutos externos e subterrâneos, deverão possuir proteção contra intemperes e roedores.
2. UPS, considerando:
 - a. dois sistemas distintos, um para as câmeras e demais equipamentos do Sistema de Captura de Imagens; e outro para o Sistema de Visualização e armazenamento de Imagens e todos os equipamentos instalados no console operacional.
 - b. ser capaz de comutar automaticamente a fonte de energia elétrica para o banco de baterias, quando houver falha na rede elétrica comercial, isto até que o Grupo Gerador não assuma a carga, bem como o processo inverso;



- c. operação em modo redundante (2+1) com by-pass automático e módulo interno de baterias;
 - d. tensão de entrada 220 Vca +/- 20% e frequência 60Hz;
 - e. condicionamento em gabinete autossustentável, metálico e galvanizado;
 - f. possuir banco de baterias com capacidade tal que suporte o funcionamento do SVV por no mínimo 2 horas;
 - g. disponibilização de chave reversora.
3. Aterramento e equipotencialização, considerando:
- a. padrão TN-S.
 - b. que a tomada de energização dos equipamentos possua ponto de aterramento, conectado ao barramento de terra do QDE de emergência, que alimenta o Sistema, visando proteção do equipamento e do operador, contrachocos elétricos por falha de isolamento;
 - c. que as estruturas metálicas do SVV serão aterradas no ponto de acesso mais próximo da barra de equalização local, para equalização de potenciais com a malha de aterramento, como medida de proteção contrachocos elétricos.

4.1.9. Subsistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

O SPDA deverá ser composto, no mínimo, pelos subsistemas de captação, de descida e de aterramento, cujas especificações seguem abaixo, devendo cada um deles seguir os padrões estabelecidos na NBR 5419.

Captadores

O subsistema de captação deverá utilizar um captor do tipo Eletro geométrico, Franklin ou Gaiola de Faraday, podendo ser único ou misto, sendo a solução a mais adequada aos equipamentos instalados, cuja altura ponderará as dimensões das instalações e do nível de proteção necessário;

Os demais componentes, quais sejam as hastes, cabos esticados, condutores em malha e elementos naturais, além do captor, deverão ser instalados no topo das estruturas, devendo ser adotada a melhor solução conforme disposto no item 5.1.1.2 da NBR-5419;

O anel de captação deverá ser constituído por condutores horizontais de seção mínima de 35 mm², instalados a cada 10 m de altura, percorrendo a periferia externa da edificação e interligando as descidas até o anel de aterramento. O objetivo deste anel de captação será prover uma via de escoamento da descarga atmosférica para terra, quando esta incidir na lateral da edificação.

Descidas

O subsistema de descida poderá utilizar estruturas metálicas de torres, postes e mastros, assim como as amarraduras de aço interligadas de postes de concreto como descidas naturais até a base, já existentes, o que dispensa o uso de condutores de descidas paralelos ao longo da estrutura;

Quando o volume a proteger não possuir características naturais de descidas, deverão ser instalados um ou mais cabos de cobre nu interligando o sistema de captação



ao aterramento, garantindo a condução da descarga até o solo, de modo a não causar danos estruturais, mantendo os potenciais elétricos abaixo do nível máximo de segurança, e ainda, não produzindo faiscamentos laterais com estruturas vizinhas;

A quantidade de descidas deve seguir os requisitos da NBR 5419 para o grau de proteção exigido;

O espaçamento entre os condutores de descida e as edificações de maneira geral deve ser maior que 10 cm;

Como proteção adicional, devem ser utilizados pequenos captosres verticais dispostos em todo o perímetro da edificação, em anel, com alturas entre 30 e 50 cm, a partir do referido anel de captação, distanciados de 1 a 2 m;

Os cabos de descida deverão ser interligados por um condutor horizontal, a intervalos regulares de 20 m, sendo o primeiro o anel de aterramento. Quando não houver anel de aterramento, inserir um anel distante até 4 m do piso e, a partir desse ponto, a intervalos de 20 m;

Os condutores de descida devem estar ligados a, pelo menos, uma haste de aço com revestimento de cobre, que constitui o sistema de aterramento dependente do solo onde será instalado e, também, da resistência necessária para a proteção. Deve-se evitar descidas com curvas acentuadas. O caminho deve ser o mais curto e retilíneo possível. Quando possível, instalar as descidas nos cantos da edificação.

O número de conexões nos condutores do SPDA, incluindo conexões às malhas de aterramentos, deve ser reduzido ao mínimo, visando evitar pontos de resistência;

As conexões devem ser asseguradas por meio de soldagem exotérmica, admitindo-se conexões mecânicas somente para as descidas no ponto de ligação às hastes de aterramento, com o uso de caixas de inspeção, tendo em vista as medições de resistência de terra que devem ser feitas periodicamente. As conexões devem suportar os efeitos térmicos e mecânicos das correntes dos raios.

Os condutores de descida externos devem ser protegidos contra danos mecânicos até, no mínimo, 2,5 m acima do nível do solo. A proteção deve ser feita por eletroduto rígido de PVC ou eletroduto rígido metálico. Quando a proteção for metálica, o condutor de descida deve ser conectado em ambas as extremidades do eletroduto.

Aterramento

O subsistema de aterramento deve assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas;

O arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento, todavia, para o caso de arranjo de eletrodos não naturais (hastes de aterramento interligadas por anel de aterramento), deve ser adotada uma resistência menor que 10 Ω , como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso. Caso seja encontrado solo rochoso ou de alta resistividade, poderá não ser possível atingir valores próximos dos sugeridos, sendo esse o caso, a solução adotada deverá ser tecnicamente justificada no projeto;

Sistemas de aterramento distintos devem ser interligados através de uma ligação equipotencial de baixa impedância, através de conexões com solda exotérmica ou conectores de compressão, utilizando um cabo de cobre, em dois ou mais pontos distintos dos respectivos anéis de aterramento, com bitola mínima de 70 mm². A interligação das malhas deverá acontecer em distâncias de no máximo 500 metros entre malhas distintas, observada a inexistência de acoplamento condutivo neste percurso;



Os condutores de aterramento correspondentes aos condutores de descida do SPDA deverão ser conectados às hastes do anel de aterramento;

A especificação da composição dos materiais do SPDA (cobre, alumínio, aço galvanizado ou aço cobreado) deverá ser determinada conforme as características do projeto;

Os para-raios tipo “Franklin” deverão ser aplicados para proteção exclusiva de estruturas altas de pequena projeção horizontal e também para proteção de elementos instalados na cobertura das edificações, cujo topo esteja em nível superior ao do anel de captação (antenas, equipamentos de ar-condicionado etc.);

Caso existam estruturas metálica e tanques, que permitam seu uso como captadores naturais do SPDA, estes deverão ter seus pilares ou bases aterrados em intervalos regulares, calculados com base nos valores estabelecidos pela NBR 5419 para as descidas do SPDA;

Para os edifícios com estrutura em concreto armado, deverá ser dada preferência ao uso do SPDA estrutural.

Blindagens

Deverá ser dimensionada no interior da instalação, quando esta assim permitir, malha metálica sob pisos elevados com objetivo de fornecer certo grau de blindagem e, conseqüentemente, um nível de proteção desejado.

Equipotencialização

Deverão ser previstos Barramentos de Equalização Locais (BEL), que deverão estar ligados ao Barramento de Equipotencialização Principal (BEP). Todos os detalhes construtivos dos barramentos mencionados deverão seguir estritamente o contido na NBR 5410. Assim, na equipotencialização, deverá ser dada ênfase à ligação de todos os aterramentos de uma edificação, sejam de alimentação, de equipamentos ou de para-raios ao BEP;

O SPDA deve ser conectado com os demais sistemas de aterramento, ou seja, com as massas do sistema elétrico e com os equipamentos eletrônicos, devendo obedecer às seguintes prescrições básicas:

Os condutores de ligação equipotencial devem ser conectados a uma barra de ligação equipotencial instalada no subsolo ou próxima ao nível do solo, de forma a se ter fácil acesso;

Em grandes estruturas, pode ser instalada mais de uma barra de ligação equipotencial devidamente interligada;

A cada intervalo não superior a 20 m deve existir uma ligação equipotencial para estruturas com mais de 20 m de altura;

As barras de ligação equipotencial devem ser conectadas ao anel horizontal que interligam os condutores de descida;

As seções mínimas dos condutores equipotenciais devem suportar toda a corrente de descarga atmosférica;

Todos os condutores não-vivos dos sistemas elétricos e equipamentos eletrônicos devem ser direta ou indiretamente conectados à ligação equipotencial;

Em uma mesma edificação, deve-se projetar um só sistema de aterramento, ao qual se conectam todas as partes da instalação, através de ligações equipotenciais, que obrigatoriamente devam ser conectadas à terra.



DPS

O dimensionamento dos Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS) deverão levar em conta o nível suportado pelos equipamentos abrigados pelas edificações;

O DPS deve ser disposto em ordem decrescente de tensões disruptivas a partir da KF.

Os Supressores de Surto nas instalações deverão ser instalados em cascata, conforme recomendação estabelecida na IEEE C62;

A instalação dos Supressores de Surto deverá ser feita a jusante dos disjuntores, o mais próximo possível.

Aterramento de Equipamentos Eletrônicos e Equipamentos Sensíveis

Deverão ser aterrados por meio de um sistema de equalização de potenciais obtido pelo uso de uma malha de aterramento especial (malha de referência ou de equalização), constituída por um reticulado de cabos de cobre ou chapas de cobre. Essa malha deverá ser conectada à malha geral de terra;

Deverão ser previstos cabos blindados em percursos longos, localizados em regiões com elevado índice isocerâmico, evitando-se com esta prática a propagação de sobretensões de origem atmosférica em direção aos equipamentos sensíveis situados, por exemplo, nas KT das DNB. Estes cabos deverão ser aterrados em suas extremidades.

4.1.10. Security

Todos os projetos e a instalação do SVV devem disponibilizar mecanismos de segurança cibernética capazes de proteger o sistema contra-ataques visando interromper seu funcionamento, alterar as informações disponibilizadas aos ATCO ou aquelas armazenadas, o sequestro de dados, além de outras ameaças que possam reduzir o nível de confiabilidade do sistema.

O SVV deve possuir um subsistema para gestão do controle de acesso, o qual segregará a disponibilidade de suas diversas funções em níveis adequados, sendo os perfis subdivididos, no mínimo, nas três seguintes categorias: operador, pessoal de manutenção e administrador do sistema.

A autenticação para acesso ao sistema deve ser precedida por senhas, para as quais devem ser definidas regras de padrão e tamanho mínimo, além de período de expiração, adequados à sistemas críticos de segurança. Adicionalmente, deve existir regra para encerramento automático de sessão por inatividade, quando o *login* for de perfil com privilégios de administrador.

O processo de controle de autenticação não deve gerar nenhuma interferência ou interrupção na operação do Sistema.

A rede lógica deve ser arquitetada e configurada de tal forma que não seja possível acessar os subsistemas de captura e de visualização de dados por dispositivos externos. Todas as portas, protocolos e serviços, que não estejam sendo utilizados pelos Sistemas deverão ser desabilitados.

Todos os dispositivos e mecanismos de segurança devem ser independentes da disponibilidade de energia elétrica, resilientes à ocorrência de falhas operacionais, e estarem habilitados e em pleno funcionamento durante todos os modos de operação dos Sistemas.



Caso seja habilitado o acesso remoto à determinada funcionalidade do SVV, este deve ocorrer por meio de uma VPN (*Virtual Private Network*).

Devem ser empregues mecanismos para proteção contra códigos maliciosos, como por exemplo, aplicações antivírus, sistema de detecção de intrusão nos equipamentos de borda de rede, dentre outros. Quando da atuação desses mecanismos, deve ser garantido que caso a execução de uma de suas funções não se complete com sucesso, o sistema retornará para um estado seguro e consistente.

Para todos os parâmetros adotados nas soluções de *security* as opções padrão (configuração *default*) deverão ser restritivas.

Todos os mecanismos de *security* implementados na solução devem constar em documentação a ser entregue pela CONTRATADA, cujo conteúdo mínimo contemplará uma listagem identificando cada mecanismo, sua função, sua tecnologia e versão, os parâmetros utilizados, se houverem, dentre outras informações necessárias à gestão do sistema.

Adicionalmente, devem ser apresentados os resultados dos testes de segurança cibernética do *software*, responsável pelo processamento das imagens do SVV, comprovando que a solução é segura perante os mais diversos tipos de ameaça.

4.1.11. Safety

O MTBCF do SVV, considerando análise de engenharia de seu projeto, excluindo outros fatores existentes no ambiente operacional real alheios ao referido sistema, e tendo como premissa condições de uso dentro dos parâmetros projetados, deve ser igual ou superior a 20000 horas.

O MTTR deve ser menor ou igual a 2 horas. O cálculo dessa grandeza deve incluir os tempos despendidos na detecção e resolução da falha, acesso e substituição de módulos defeituosos, ações de reinício e carregamento do sistema, além da verificação do reparo, no que devem ser excluídos os intervalos de tempo advindos de questões logísticas.

A solução deve ser projetada utilizando os preceitos do Gerenciamento de Risco, devendo a CONTRATADA disponibilizar o Gerenciamento de Risco do projeto, e auxiliar a NAV Brasil quando da composição do Gerenciamento de Risco da implantação.

Quando da implantação dos sistemas, a CONTRATADA deverá comunicar qualquer situação e/ou condição pré-existente que possa implicar na redução da confiabilidade e disponibilidade projetadas para o sistema, devendo mitigar o risco se contemplado pelo escopo do fornecimento, ou assessorar a NAV Brasil na solução do problema em caso contrário.

4.2. Sistema de Captura e Reprodução do Som Ambiente do Aeródromo

A captura e reprodução do som ambiente do aeródromo deve ser multicanal, sendo no mínimo dois, devendo garantir aos ATCO a percepção da origem espacial do som, a qual deve estar alinhada com a perspectiva do SVV.

A diferença de sincronização entre a reprodução das imagens do SVV e do som do aeródromo deve ser tal que, o som não estará adiantado mais do que 45 milissegundos ou atrasado mais do que 60 milissegundos.

A reprodução do som deve ter seu controle de volume em escala logarítmica e integrado ao HMI do SVV ou em interface apartada de fácil acesso aos ATCO, cujo *range* deve variar entre 0 e 85 dBA.



O microfone ou conjunto deles, deve ser adequado à utilização em ambiente externo, devendo contar com proteção contra intempéries, todavia, sem que haja interferência na captura do som.

O Sistema de Captura e Reprodução do Som Ambiente do Aeródromo deve ser independente do Sistema de Comunicação via rádio, assim como não deve interferir com ele.

A diferença entre a captura de um áudio e sua reprodução deve ser menor do que um segundo.

4.3. Consoles operacionais

A CONTRATADA será responsável pelo fornecimento e instalação de consoles operacionais capazes de abrigarem o SVV, além dos demais equipamentos a serem utilizados pela D-TWR-RP, devendo compor projeto de construção e submetê-lo à equipe de fiscalização, que terá prazo de 10 dias para analisar o referido projeto.

Devem ser no mínimo dois consoles, um dedicado às CWP abrigando todos os equipamentos responsáveis pela operação do SVV, além de todos os componentes descritos nas Tabela 8, Tabela 9, Tabela 10 e Tabela 11.

Tabela 8 - Equipamentos que devem constar no console da posição TWR.

Equipamento	Dimensões(cm)	Quantidade	Potência (W)
Monitor EMS-2	32 x 37 x 6,5	1	105
Indicador digital EMS-2	16 x 16 x 08	1	15
Indicador digital "TAC"	16 x 16 x 08	1	15
Monitor TATIC	53,5 x 32 x 4	1	100
Monitor VHF	29,5 x 20,5 x 5,5	1	25
VHF de contingência	15 x 31 x 32	1	40
Computador TATIC	29 x 29 x 8	2	240
		1	250
Telefone (TF-1, TF-2, TF-3 e Externo)	22 x 16 x 4	3	-
Monitor SAGITARIO	40 X 34 X 3	1	
Computador SAGITARIO	37 x 18 x 36	1	

Tabela 9 - Equipamentos que devem constar no console da posição ASS TWR.

Equipamento	Dimensões(cm)	Quantidade	Potência (W)
Monitor TATIC	53,5 x 32 x 4	1	100
Monitor ATIS	48,5 x 29,5 x 5,5	1	100
Indicador digital EMS-2	16 x 16 x 08	1	15
Transceptor UHF	12 x 18 x 21	1	45
Computador TATIC	29 x 29 x 5,5	1	240
Computador ATIS	34 x 11 x 39	1	240



Telefone (TF-1, TF-2, TF-3 e Externo)	22 x 16 x 4	3	-
---------------------------------------	-------------	---	---

Tabela 10 - Equipamentos que devem constar no console da posição GND.

Equipamento	Dimensões(cm)	Quantidade	Potência (w)
Monitor EMS-2	32 x 37 x 6,5	1	105
Indicador digital EMS-2 TAC	16 x 16 x 08	1	15
Indicador digital DD50	16 x 16 x 08	1	12
Monitor TATIC	53,5 x 32 x 4	1	100
Monitor SAGITARIO	40 x 34 x 3	1	150
Painel VHF – PARK AIR T6	29,5 x 20,5 x 5,5	1	25
Transceptor UHF	12 x 18 x 21	1	45
Computador SAGITARIO	37 x 18 x 36	1	300
Computador do TATIC	29 x 29 x 9	1	240
Computador EMS-2	42 x 18 x 36	1	250
Telefone (TF-1, TF-2, TF-3 e Externo)	22 x 16 x 4	3	-

Tabela 11 - Equipamentos que devem constar no console entre a posição TWR e ASSTWR.

Equipamento	Dimensões(cm)	Quantidade	Potência (W)
Monitor SAGITARIO	40 x 34 x 3	1	150
Computador SAGITARIO	37 x 18 x 42	1	300

Já o segundo console, será dedicado aos sistemas de monitoramento dos equipamentos, e ainda às atividades de supervisão e administrativas, devendo dispor de gavetas para arquivamento de documentos impressos em papéis com tamanho A4, além de comportar no mínimo os equipamentos listados na Tabela 12.

Tabela 12 - Equipamentos a serem abrigados no console auxiliar.

Equipamento	Dimensões(cm)	Quantidade	Potência (W)
Impressora	1	38x47x45	1000
Computador administrativo	1	18 x 21 x 3	300
Aparelho telefônico	1	18x25x13	-

Compartimentos internos ventilados devem estar disponíveis em ambos os consoles, com a finalidade de abrigar os equipamentos, módulos de comunicação, passagem de cabos, borne de instalação elétrica, régua de tomadas, entre outros.

As dimensões, quer sejam as alturas, profundidades e larguras dos consoles, devem estar de acordo com o previsto na NR-17, considerando que os ATCO irão desempenhar suas atividades sentados.



Conforme ABNT NBR 13966 , a face superior da superfície de trabalho (tampo) deve ficar à uma altura entre 740mm e 750mm do piso, assim como a face inferior deve ficar a uma altura mínima de 680mm.

Os materiais utilizados para fabricação das partes externas devem ser não reflexivos, com suas superfícies e cores que reduzam a reflexão de luzes. Adicionalmente, os consoles não devem ser condutores de eletricidade e suas superfícies devem ser de materiais que evitem o acúmulo de cargas eletroestáticas.

Os equipamentos listados acima devem ser abrigados nos consoles sem que a visão panorâmica seja obstruída em qualquer uma das posições de trabalho.

Os monitores devem ser instalados utilizando braços articulados, capazes de transladarem em qualquer um dos três planos dimensionais, além de permitir o ajuste do ângulo do monitor e suportar cargas superiores a 10 kg.

A estrutura dos consoles deve ser modular, permitindo o transporte por corredores e portas de tamanho padrão, além da montagem e desmontagem. Adicionalmente, deve permitir fácil acesso aos equipamentos embutidos, e organizar a infraestrutura interna de cabos, segregando as redes de lógica e de elétrica.

Os consoles devem possuir rede elétrica interna, conforme padrões definidos pela ABNT, capaz de suprir todos os equipamentos do SVV e os elencados acima, estando ela conectada ao aterramento do SVV.

Todas as furações e passagens devem ter suas bordas protegidas, estando toda a estrutura livre de cantos vivos e arestas cortantes, garantindo a integridade do pessoal de manutenção e do equipamento instalado.

O apoio no piso deve ser realizado por pés com ajuste de nível, e feitos de material antiderrapante, sendo a estrutura tal que permita a substituição futura desses componentes.

Na superfície, devem ser disponibilizadas luzes de leitura, e ainda haver no mínimo 40x40 cm de espaço livre a ser utilizado oportunamente para o preenchimento de *strips* de papel, quando da falha do sistema responsável pela gestão das *strips* eletrônicas.

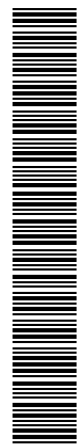
Não obstante às características estabelecidas acima, fica necessário observar os padrões estabelecidos nas ABNT NBR 13967 e ABNT NBR 13966 .

Após a montagem, os consoles não devem apresentar avarias de nenhuma natureza, e nem sobressaltos, desalinhamento ou qualquer outra imperfeição resultado de má instalação.

A durabilidade projetada dos consoles, considerando utilização ininterrupta durante as 24 horas do dia, e mantidas as condições de uso comuns, deve ser no mínimo de 10 anos.

5. Referências

1. **DECEA**. ICA 100-37 - Serviços de Tráfego Aéreo. 2024.
2. **FAA**. Remote Tower System Pilot Program Operational Visual Requirements. 2023. 2.1.
3. **ELLIS, Stephen R. e LISTON, Dorion B.** Static and motion-based visual features used by airport tower controllers: some implications for the design of remote or virtual towers. 2011.
4. **EUROCAE**. ED-240B - Minimum Aviation System Performance Standard for Remote Tower Optical Systems. 2023.



5. **ABNT.** ABNT NBR IEC 60529 - Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP). 2017.
6. —. ABNT NBR IEC 62262. *Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK).* 2021.
7. **Ministério do Trabalho e Previdência.** NR 17 - Ergonomia. 7 de Outubro de 2021.
8. **International Telecommunication Union.** ITU-R BT.1359-1. *Relative Timing Of Sound and Vision.* 1998.
9. **ABNT.** ABNT NBR 13966. *Móveis para escritório - Mesas - Classificação e características físicas dimensionais e requisitos e métodos de ensaio.* 2008.
10. —. ABNT NBR 13967. *Móveis para escritório - Sistemas de estação de trabalho - Classificação e métodos de ensaio.* 2011.
11. **DECEA.** ICA 63-25. *PRESERVAÇÃO E REPRODUÇÃO DE DADOS DE REVISUALIZAÇÕES E COMUNICAÇÕES ATS.* 2023.

Rio de Janeiro – RJ

Data: *conforme assinatura eletrônica.*

Elaboradores:

Adarclêr Durange Oliveira
Engenheiro de Telecomunicações

Leandro de Carvalho Miguez
Coordenador de Implantação de Órgãos e Sistemas



Revisor:

Eduardo Luiz Grenteski
Gerente de Implantação de Órgãos e Sistemas

