



UNIARA

Universidade de Araraquara

ESTUDO DE SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO LUMINOSA VERTICAL DE SEGURANÇA NOS AEROPORTOS

STUDY OF VERTICAL SAFETY LIGHT SIGNALING SYSTEMS AT AIRPORTS

ESTUDIO DE SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN LUMINOSA DE SEGURIDAD VERTICAL EN AEROPUERTOS

David Willian dos Santos Lima¹, Sandra Fabiana Rodgher², Fabiana Florian³

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2466>

PUBLICADO: 12/2022

RESUMO

A sinalização vertical aeroportuária tem como intuito orientar o piloto com a mobilização nas pistas dos aeroportos juntamente com a questão de altura adequada para o pouso. Este projeto apresenta o sistema de segurança vertical de iluminação usado nos aeroportos, além de gerar segurança é um dos principais processos para a homologação do aeroporto, isso significa que apenas com essa homologação estabelecida pela ANAC o aeroporto poderá receber voos noturnos. Isso é de alta importância ao aeroporto, podendo estender seu horário de trabalho e sua demanda de voos noturnos. Iremos apresentar alguns modelos de luminárias a serem usados, juntamente com todo o processo de instalação e modelos de placas de sinalização vertical, com a indicação de cada pista ao piloto. Um dos principais fatores de segurança para aviação é a sinalização vertical usada nas pistas de pouso, decolagem e taxiamento de um aeroporto.

PALAVRAS-CHAVE: Aeroportos. Iluminação. Sinalização Vertical. Segurança.

ABSTRACT

Airport vertical signage is intended to guide the pilot with mobilization on airport runways and together with the issue of adequate height for landing. This project presents the vertical lighting security system used in airports, in addition to generating security, it is one of the main processes for the approval of the airport, which means that only with this approval established by ANAC the airport will be able to receive night flights. This is of great importance to the airport, as it can extend its working hours and its demand for night flights. We will present some models of luminaires to be used, along with the entire installation process and models of vertical signs, with the indication of each track to the pilot. One of the main safety factors for aviation is the vertical signage used on the landing, take-off and taxiing runways of an airport.

KEYWORDS: Airports. Lighting. Vertical Signs. Security.

RESUMEN

La señalización vertical del aeropuerto tiene como objetivo guiar al piloto con la movilización en las pistas de los aeropuertos junto con el tema de la altura adecuada para el aterrizaje. Este proyecto presenta el sistema de seguridad vertical de iluminación utilizado en los aeropuertos, además de generar seguridad es uno de los principales procesos para la aprobación del aeropuerto, esto significa que solo con esta homologación establecida por ANAC el aeropuerto puede recibir vuelos nocturnos. Esto es de gran importancia para el aeropuerto, y puede extender sus horas de trabajo y su demanda de vuelos nocturnos. Presentaremos algunos modelos de luminarias a utilizar, junto con todo el proceso de instalación y modelos de señalización vertical, con la indicación de cada pista al piloto. Uno de los principales factores de seguridad para la aviación es la señalización vertical utilizada en las pistas, el despegue y el rodaje de un aeropuerto.

¹ Graduando do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

² Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

³ Coorientador. Docente Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

PALABRAS CLAVE: *Aeropuertos. Iluminación. Señalización vertical. Seguridad.*

1. INTRODUÇÃO

Em 1936 foi inaugurado no Brasil (Rio de Janeiro - RJ) o primeiro aeroporto civil, conhecido como Aeroporto Internacional de Santos Dumont - RJ (SDU), recebendo passageiros de diversas áreas do mundo e do território nacional (DIARIODORIO, 2022).

Na sua inauguração já havia uma pista sinalizada verticalmente adequada para os voos subsequentes da época. Porém, o avanço da aviação trouxe melhorias na sinalização vertical do aeroporto, principalmente na parte náutica. Mas, devido a pista ser próxima ao mar, há dificuldade para os pilotos pousarem e decolarem. (ANAC, 2022),

O Brasil sediou o Ministério da Aviação em 20 de janeiro de 1941 por meio do Decreto-Lei nº 2.961, assinado pelo então presidente Getúlio Vargas. A realização desse decreto trouxe segurança para os passageiros e a toda tripulação das companhias aéreas, devido ao surgimento de novos treinamentos e novas técnicas para trabalhar com o aeroporto. Nesse período o Brasil já contava com 580 aeroportos e aeródromos com condições adequadas para voo, e somente no ano de 1973 foi criada a **Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO)** e que atualmente é responsável por parte dos aeroportos brasileiros, gerando estudos frequentes sobre melhoria nas sinalizações verticais, entre outros setores. (INFRAERO, 2022)

O motivo do estudo deste tema é a necessidade constantes de atualizações da sinalização vertical, devido os pilotos cogitarem de melhorias em alguns setores da pista do aeroporto, conforme muitos aeroportos recebem voos internacionais, alguns pilotos tem em determinado aeroporto uma visão mais abrangente que poderia ter uma melhora no sistema de sinalização vertical. Quando ocorrido isso é justamente encaminhado ao setor aeroportuário do aeroporto e em seguida são levantados estudos para que, se necessário realizar as adequações.

Foi realizado pesquisa bibliográfica em (artigos, manuais, normas, respectivos sites da INFRAERO, ANAC, FAA). Foram analisados artigos de funcionamento das luminárias com seu processo de ligação em alta tensão, passando para um circuito em série de baixa tensão, esse processo é realizado na subestação própria do aeroporto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Está seção apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre o assunto de sinalização vertical dos aeroportos. Os principais componentes a serem usados no sistema de sinalização vertical são: luminárias de modelo SN-05, luminárias omnidirecionais, luminárias papi's, bases de fixação, transformadores de isolamento, cabos de média tensão, kits conectores, biruta iluminada, farol rotativo, placa de sinalização vertical e reguladoras de corrente constante. (SOLUTIONS, 2022)

A figura 1, apresenta um diagrama que foi elaborado para um determinado aeroporto, onde seria necessário a implantação das luminárias com o seu respectivo padrão de usá-las. Foi determinado qual medida empregar para cada modelo de luminária, qual a quantidade de pontos de luminária para suprir a necessidade no período noturno. Vale ressaltar que para cada tipo de

aeroporto é usado as sinalizações mais adequadas para a área, nessa pista para esse aeroporto foi necessário à instalação de luminárias de centro de pista, laterais de pista, fim de pistas e luminárias de aproximação a pista. O desenvolvimento do projeto das luminárias é para melhorar a iluminação da pista para o piloto, é estudado pelo departamento de geografia juntamente a INFRAERO que identifica o espaço geográfico adequado para a demanda do aeroporto. (INFRAERO, 2022)

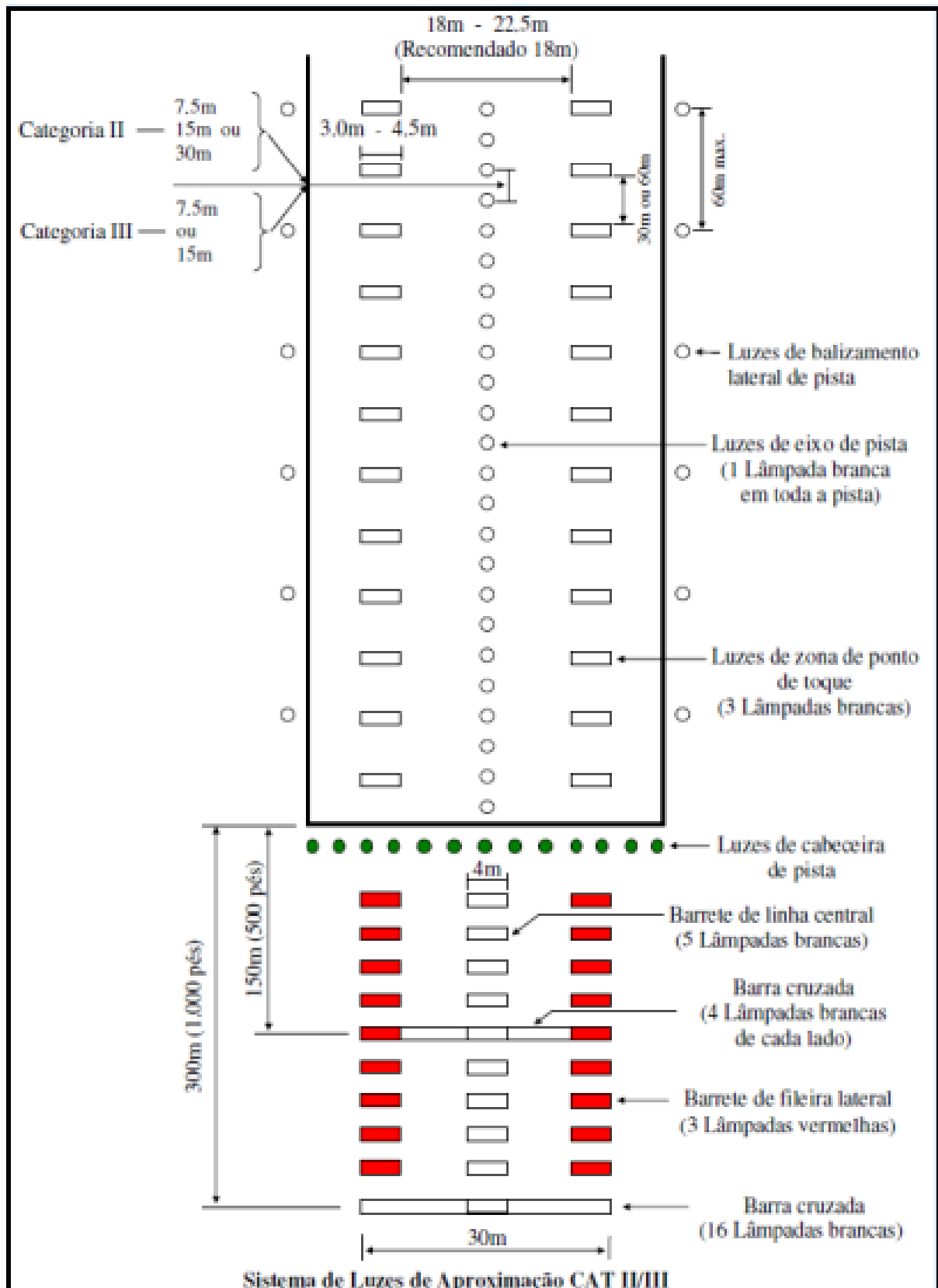


Figura 1 – Diagrama de sinalização vertical aeroportuária.
Fonte: (ANAC, 2022)

Os subitens a seguir (2.1; 2.2; 2.3 e 2.4) são identificados pelos tipos de luminárias e placas de sinalização a serem usados na pista de aviação.

2.1 LUMINÁRIA ELEVADA PARA BORDA DE PISTA DE BAIXA INTENSIDADE

As luzes elevadas são usadas em pistas de heliponto. A luminária é construída a partir de um corpo de alumínio fundido, revestido com pintura amarela de aviação. Uma lente do tipo Fresnel de vidro é fixada com um anel de vedação substituível e uma faixa de braçadeira de aço inoxidável. A faixa de aperto proporciona um acesso fácil para uma manutenção sem esforço na lâmpada. (ESB, 2022)

Algumas características dos globos prismáticos apresentando na Figura 4.

Na cor Azul é usado para auxiliar no taxiamento das aeronaves pela pista até o ponto de decolagem ou para o ponto de desembarque de passageiros.

Na cor Verde é usado na cabeceira da pista, quando a pista tem apenas um sentido de pouso e de aterrissagem usamos na cor verde para mostrar ao piloto que a pista está liberada para pouso e sinalizar onde é o começo dela.

Na cor Âmbar usamos na lateral de pista de pouso e decolagem, que mostra ao piloto o caminho da pista pelas laterais, orientando para não sair dessa faixa.

Em pista de duas orientações de pouso e de decolagem, na cabeça podemos usar globos com as cores verdes / vermelha, mostrando ao piloto o limite da pista para a decolagem / pouso e mostrando se está possível a aterrissagem ou não. (COMBRATEL, 2022)



Figura 2 – Globos Prismáticos usados na Luminária de Modelo SN – 05
Fonte: (COMBRATEL, 2022)

Os componentes de uma luminária de modelo SN-05 (Figura 3) são respectivamente: Lâmpada a Led Base Prefocus, Conversor de Potência, Soquete para lâmpada P28s, Globo Prismático, Junta de borracha para vedação do globo, Abraçadeira de aço inox para fixação do globo ao corpo da luminária, Canopla, Nivelador, Coluna, Junta quebrável de 1.12 polegadas e Plug superior.

Componentes da Luminária

- 1 Lâmpada a Led base prefocus
- 2 Conversor Potencia
- 3 Soquete da Lâmpada P28s
- 4 Globo Prismático
- 5 Junta de Borracha
- 6 Abraçadeira de aço inox
- 7 Canopla
- 8 Nivelador
- 9 Coluna
- 10 Junta quebrável 1 ½"
- 11 Plug Superior

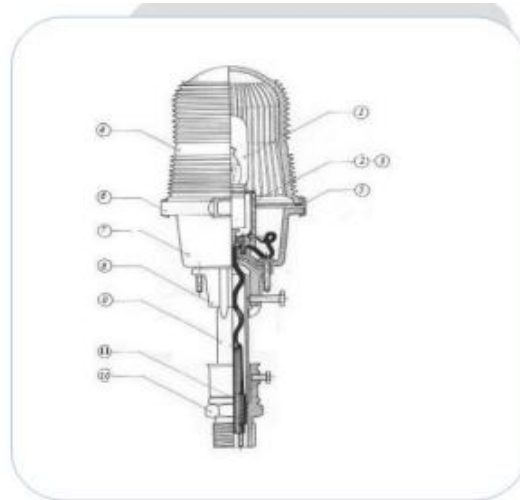


Figura 3– Componentes básico da luminária modelo SN – 05
Fonte: (COMBRATEL, 2022)

Para montagem final ela é fixada em sua tampa de vedação, juntamente com os cabos do transformador e sendo isolados todas as suas conexões, feito esse ligamento será fixa em sua base metálica. (Figura 4).



Figura 4 – Luminária de Modelo SN – 05
Fonte: (COMBRATEL, 2022)

2.2 LUMINÁRIA CENTRO DE PISTA OMNIDIRECIONAL OU LUZES DE CABECEIRA

As luminárias do modelo omnidirecional (Figura 5), podem usar como centro de pista e em sinalização de cabeceira, apenas com a modificação das cores. Para as luminárias de centro de pista ela possui a lâmpada na cor Âmbar que ajuda o piloto a se manter no centro da pista. Na cabeceira das pistas elas podem ser usadas na cor vermelho e na cor verde que indica duas opções ao piloto, a primeira é que se o lado de aterrisagem estiver com a cor vermelha significa que a pista não está liberada para pouso, e se caso a aeronave já estiver na pista decolando ou pousando ela significará que está próximo ao final da pista. Já na cor verde ela apenas indicará

que a pista está liberada para pouso da aeronave. (SOLUTIONS, 2022)

Seu processo de ligação é o mesmo da luminária de Modelo SN-05 apenas mudando a potência transformando sendo mais alta do que para a luminária de modelo SN-05, sua forma de instalação é sendo embutidas no solo com fixação na base de modelo L – 868 (Figura 8), suportando uma alta força exercida na superfície da luminária que o avião aplica ao passar por cima. (SOLUTIONS, 2022)

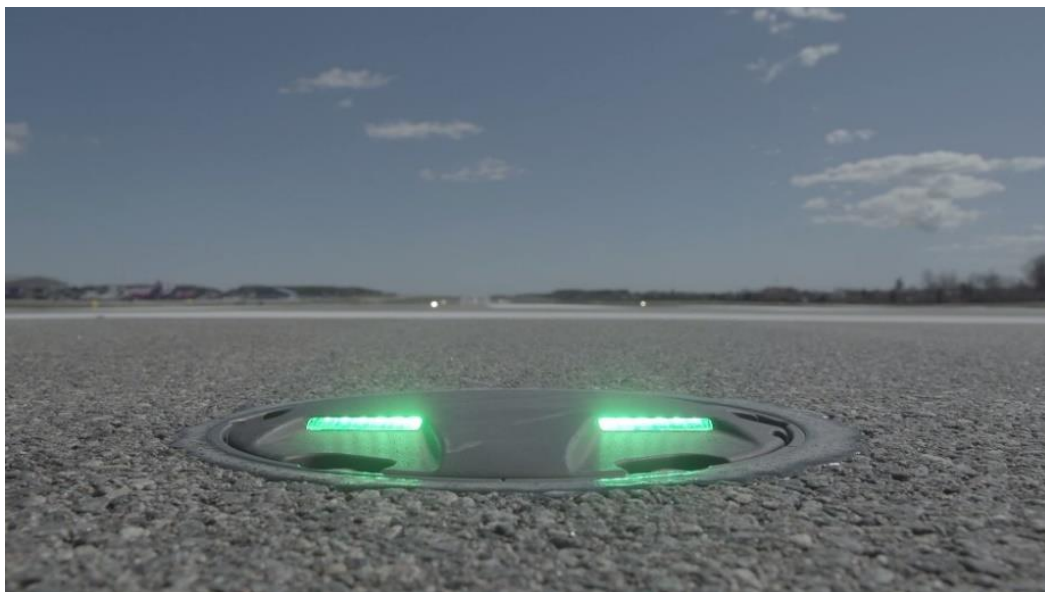


Figura 5 - Luminária omnidirecional para centro de pista e cabeceira de pista.
Fonte: (SOLUTIONS, 2022)

2.3 LUMINÁRIA DE APROXIMAÇÃO PAPI'S

O PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) é um sistema de iluminação instalado na lateral esquerda ou direita da pista de pouso, que auxiliará o piloto à altura correta a se manter para o pouso, com essa luminária o piloto tende a manter a uma altura e velocidade adequada para o pouso. (SOLUTIONS, 2022)

O Sistema PAPI é composto por 4 ou 2 conjuntos de lâmpadas (Figura 8), seu funcionamento auxilia o piloto a identificar sua altura com o seguinte comando angular da luz que a luminária fornece ao piloto quando está se aproximando para o pouso e são eles:

- 4 Luzes Branca significa que o piloto está muito alto da cabeceira da pista;
- 3 Luzes Branca e 1 Luz Vermelha, significa que o piloto está ligeiramente alto, ou seja, além de alto está muito rápido para a aterrissagem;
- 2 Luzes Branca e 2 Luzes Vermelha temos que o piloto está em perfeita altura de pouso, isso nos traz um pouso suave e tranquilo sem nenhum perigo à vista.
- 1 Luz Branca e 3 Vermelha nos traz que o piloto está com uma velocidade acima e com uma altura baixa para o pouso
- 4 Luzes Vermelha na vista do piloto, significa que ele está muito abaixo da altura

necessária para pouso, isso é um risco para aterrissagem.



Figura 6 – Indicador de Precisão da Trajetória de Aproximação.
Fonte: (TELEAR, 2022)

Na figura 7, o piloto está na angulação certa para o pouso, essa imagem é diretamente dentro de uma cabine do avião e justamente na hora do pouso foi fotografado o sistema de iluminação dos PAPI'S orientando o piloto, na imagem podemos ver 3 luzes vermelha e 1 luz branca, isso nos indica que a altura da aeronave está baixa e que nossa velocidade está um pouco alta, porem podemos analisar que logo a frente está a cabeceira da pista, podendo dizer que para um pouso mais sutil deve subir um pouco mais sua altura.



Figura 7 – Momento em que o piloto está chegando à pista de pouso.
Fonte: (LINKEDIN, 2022)

2.4 PLACAS VERTICAIS SINALIZADORAS

Outro sistema de sinalização vertical realizado para a orientação no momento do taxiamento das aeronaves são as Placas Verticais Sinalizadoras.



Figura 8 – Sinalização Vertical por Placas Indicativas
Fonte: Autor

Todo comando para o taxiamento das aeronaves vem da torre de transmissão, com o piloto autorizado para decolagem ele sai da ponte de embarque dos passageiros e vai até a pista de decolagem seguindo as orientações pelas placas de sinalização verticais que indicam de forma rápida a localização da aeronave e o caminho no qual o piloto deve percorrer para chegar até seu ponto de destino.

A Figura 9 demonstra as placas instaladas na pista do aeroporto e cada modelo representa uma função. As de cores vermelhas significam pontos de parada obrigatórios, porém com apenas números **15-33** sinaliza a posição de decolagem. Já com números e letras como **(15 CAT II)** informa ao piloto que ele está próximo a pista de decolagem e que ele deve aguardar a liberação da torre de comando. Com as placas de cores amarela, ajuda ao piloto idêntica qual pista ele deve seguir. Já as de cores preta com a letra amarela significa a pista que o piloto está no momento. (ANAC, 2022)

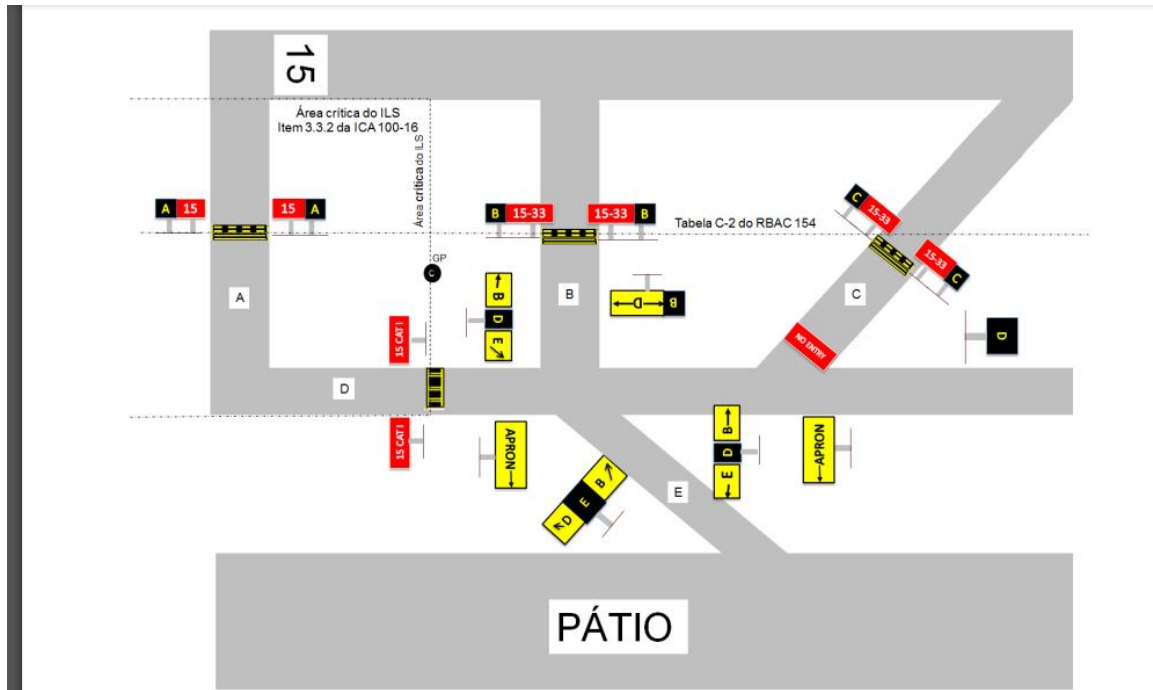


Figura 9 - sinalizações verticais usando painéis elétricos (fonte AC 150/5340-18F)
Fonte: (ANAC, 2022)

No Quadro 1, apresentará os significados de cada letra que é usado nas placas de sinalização vertical, essas letras são obrigatórias para todos os aeroportos, sendo um padrão específico e conhecido como alfabeto fonético.

A: ALFA	H: HOTEL	O: OSCAR	V: VICTOR
B: BRAVO	I: INDIA	P: PAPA	W: WHISKEY
C: CHARLIE	J: JULIETT	Q: QUEBEC	X: XRAY
D: DELTA	K: KILO	R: ROMEU	Y: YANKEE
E: ECHO	L: LIMA	S: SIERRA	Z: ZULU
F: FOXTROT	M: MIKE	T: TANGO	
G: GOLD	N: NOVEMBER	U: UNIFORM	

Quadro 1 – Alfabeto Fonético atual
Fonte: (MELHORES, 2022)

As letras usadas nas placas de sinalização na cor amarela ou nas de cor preta, indicam a localização do piloto de forma rápida e prática (Figura 12).



Figura 10 – Placa de sinalização com informação ao piloto de parada na pista A – Alfa
Fonte: Autor

O subitem a seguir, identifica o tipo de base a ser usado na fixação das luminárias na pista do aeroporto.

2.5 BASES PARA FIXAÇÃO DAS LUMINÁRIAS

Toda fixação das luminárias na pista do aeródromo é feita em base e alumínio dos modelos L-867 e L-868 aterrados no chão com fixação de concreto, são responsáveis por abrigar o transformando de tensão dentro delas e toda fixação da luminária. Suportando passagens de veículos utilitários pela superfície e até mesmo aeronaves, podem ser instaladas no centro da pista de rolamento das aeronaves e nas laterais das pistas, dentro da pista ou até mesmo no canteiro próximo da pista. (EATON, 2022)

Como vemos na figura 11, ambas têm dois dutos laterais com medidas de cinquenta milímetros ou duas polegadas de diâmetro, servindo para a passagem e a interligação com outras luminárias, os cabos de alimentação passam por esses dutos revestidos por um KANAFLEX, específica para a proteção do cabo contra umidade e outro risco que pode ter em demais manutenções.

O modelo L-867 abriga a luminária de borda de pista e cabeceira de pista, geralmente usada em pontos que não circulam tantos veículos para não prejudicar sua resistência. Já o modelo L-868, como podemos ver na figura 11 a base tem um espaçador que justamente reforçado para suporta mais peso sobre sua superfície e ela é usada quando a pista do aeródromo é reformada sem tirar o asfalto antigo, acaba deixando o a espessura mais do asfalto maior, assim sendo usada desse modelo pelas empresas para poder preencher essa diferença da base antiga para essa nova altura, assim mantendo a altura da luminária correta na pista de pouso/decolagem. (ANAC, 2022)



Figura 11 – Bases de fixação no solo de modelos L – 867 e L – 868.
Fonte: (EATON, 2022)

O subitem a seguir, apresenta as potências dos transformadores no mercado da aviação para uso nas luminárias pista do aeroporto.

2.6 TRANSFORMADOR DE ISOLAMENTO

Os transformadores de isolamentos são utilizados comumente em circuitos em séries e paralelos de aeródromo, usados para isolar eletricamente os dispositivos de iluminação, com isso em caso de falhas de lâmpadas o transformador garante a continuidade do circuito. (TELEAR, 2022)

As seguintes potências disponibilizadas no mercado são: 10/15W; 20/25W; 30/45W; 65W; 100W; 150W; 200W; 300W e 500W, com a corrente de 6.6/6.6 Amperes, todos seguindo as normas (**FAA: AC150/5345-47 / IEC: 61823 / ICAO: Manual de Desenho de Aeródromo – Parte 5**).

Abaixo a figura 12 apresenta o modelo de transformador de potência no mercado disponível.

Para a instalação dos transformadores é de suma importância se atentar de que estejam fora dos limites do acostamento da pista, nas bases apropriadas como mostrado na figura 11 acima. Eles devem estar de acordo com a **NBR 9718/2013**, fabricados com baixas perdas e sua corrente primária e secundária de 6,6A com a frequência de 60Hz, e uma tensão de 5000V. Suas conexões entre os transformadores e o cabo de média tensão são feitas por meio dos conectores para cabo de 10mm², com isolamento para 5000V.



Figura 12 – Transformador Isolante usado para ligação de luminárias e placas de sinalização vertical.
Fonte: (COMBRATEL, 2022)

O subitem a seguir apresenta a luminária a ser usada para demonstrar que o aeroporto está em funcionamento noturno.

2.7 FAROL ROTATIVO PARA AEROPORTO

Usado para informar ao piloto da aeronave que aquele aeroporto está em funcionamento noturno, e pode está fazendo pouso em causa de emergência durante o trajeto. Seu funcionamento é com um conjunto duplo de lâmpadas que são acionadas após o por do sol e seu desligamento pode ser realizado quando as rotinas noturnas terminarem ou com o nascer do sol do dia seguinte.

Sua tensão para seu funcionamento é de 220VAc com uma potência de 2.300W e deve ser instalado no local mais alto do aeroporto (Figura 13). Quando em funcionamento seus feixes luminosos chegam a 50KM com uma cobertura angular de 360°, com uma frequência de rotação de 22 a 26rpm, com flash de luzes com uma duração de 75 a 300 ms.

Seu conjunto principal de lampadas é equipado com uma lampada verde e uma lampada branca, já seu sistema reserva é equipado com lampadas nas cores branca e amarela. Em periodos de trabalho normal é aceso apenas uma lampada verde e uma lampada branca. Quando ocorre a queima de alguma lampada, automaticamente começa operar o sistema reserva com as lampadas branca e amarela, isso faz com que o operador da torre de transmissão do aerodromo realize uma revisão no equipamento para possível queima de algumas lampada.

Em alguns modelos após a queima de alguma lâmpada, no topo dos projetores é acionada uma lampada vermelha, indicando a necessidade de manutenção no equipamento.



Figura 13 - Farol de Aeródromo ou Farol Rotativo de Aeródromo – FAA/AC-150/5345-12C
Fonte: (TELEAR, 2022)

O subitem a seguir apresenta o indicador visual de ventos, para indicar ao piloto da aeronave e para o agente da torre de controle a direção e a força do vento na hora do pouso e decolagem.

2.8 INDICADOR DE VENTO ILUMINADO – BIRUTA ILUMINADA

Sendo um item de uso obrigatório nos aeródromos/aeroportos o indicador visual de condições de vento, indica a posição do vento no momento do pouso e decolagem. Seu formato conico vazado, feito com um tecido impermeável e com uma cor acendente, auxilia o piloto com a direção e a velocidade do vento.

Para aeródromos com funcionamento noturno, deve se atribuir a biruta com iluminação, mostrando claramente ao piloto sua posição e indicação do vento. Sua instalação deve ser realizada em locais que o piloto possa ter total visão da mesma.



Figura 14 – Biruta Iluminada
Fonte: (AEROEXPO, 2022)

3. DESENVOLVIMENTO

Está sessão apresenta o componente da parte elétrica do sistema de sinalização vertical usado nos aeroportos.

O Regulador de Corrente Constante é umas das peças principais do Balizamento vertical noturno dos aeródromos, sua função justamente é manter o circuito em serie das luminárias em funcionamento, seguindo as especificações da norma (**FAA - AC 150/5345-10E - L-827/828/L829**), são instalados com frequência na subestação do aeroportos/aeródromo, onde recebem alimentação em corrente alternada de media tensão e geram uma corrente constante com derivações nas faixas de 2.8 amperes à 6,6 amperes, independente da resistência do circuito utilizador.

Portanto desta maneira é possível realizar o ajuste do brilho adequado na sinalização luminosa. Com os reguladores que são formados por um núcleo que envolvem as colunas sobre os quais estão colocados os dois enrolamentos tanto o primário quanto o secundário, representados por duas bobinas. (Figura 15).

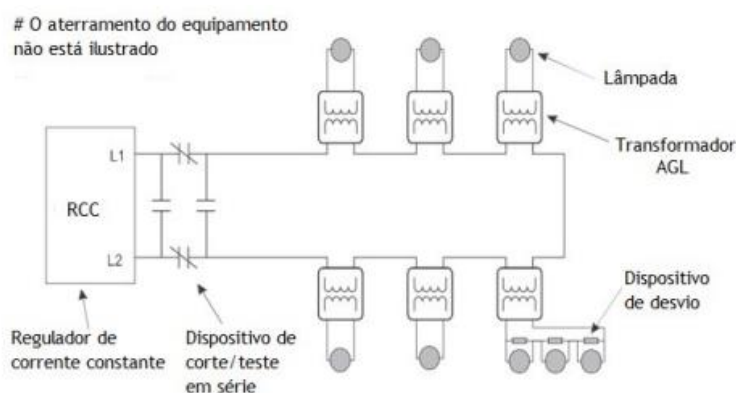


Figura 15 - Funcionamento RCC
Fonte: (ANAC, 2022)

O cálculo para carga do Regulador de Corrente Constante (RCC) deve ser levado em consideração o tipo de luminária a ser usado e o tipo de lâmpada de cada luminária, mas vale lembrar que alguns dispositivos já vêm com esse cálculo do fabricante, assim sendo mais fácil a especificação do RCC desejado no circuito do Aeródromo.

Para o cálculo dos RCC devemos seguir os seguintes fatores:

- 1 - Carga da lâmpada:** Corresponde às especificações nominais das lâmpadas;
- 2- Carga da lâmpada relacionada ao primário:** É a carga da lâmpada, mais a tolerância da lâmpada e a eficiência do transformador de isolamento, referem-se ao lado primário do transformador.
- 3 - Carga do condutor secundário:** É a carga resistiva do condutor secundário, entre o transformador de isolamento e a luminária. Para luminárias embutidas no pavimento, essa carga pode ser bastante grande. Já no caso das luzes de borda com um transformador de isolamento adjacente, essa carga é insignificante e pode ser ignorada. Para as luzes de aproximação em

torres altas, pode haver um valor relativamente alto de resistência secundária. Uma vez determinada a carga secundária total (lâmpadas e cabos), ela deve ser adicionada ao lado primário do transformador de isolamento, incluindo quaisquer perdas que possam ocorrer devido à eficiência do próprio transformador. Essa eficiência varia com a carga da lâmpada. (BRASIL, 2022)

4 - Carga primária do cabo: É a carga resistiva nos cabos primários entre as subestações.

5 - Carga do alimentador: É a carga resistiva dos cabos do alimentador que liga a primeira e a última luz do sistema ao regulador de corrente constante. O comprimento do cabo do alimentador é o dobro da distância do gabinete do regulador ao sistema de iluminação, assumindo que a primeira e a última luz estejam equidistantes do regulador.

A (Figura 16) apresenta o diagrama de ligação do RCC ao circuito de iluminação da sinalização vertical do aeroporto.

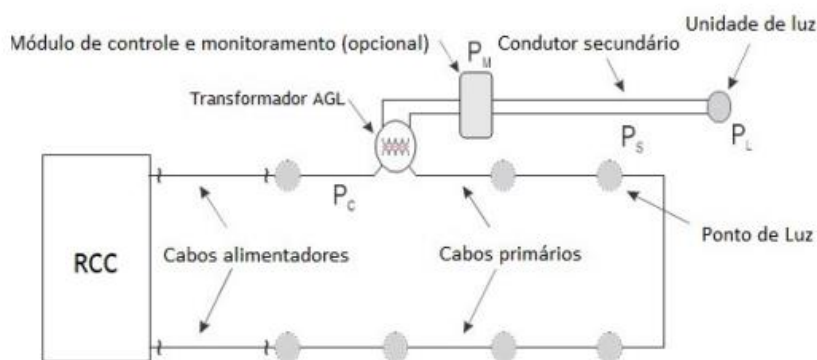


Figura 16 – Cargas Mencionadas no circuito do RCC
Fonte: (ANAC, 2022)

Para a ANAC é de importância além do circuito principal do balizamento perante a pista de pouso/decolagem deve haver um circuito secundário para não afetar de nenhum modo o sistema de balizamento, acarretando que de modo não venha ocasionar nenhuma complicação para o piloto durante o pouso noturno.

Conforme a figura 17, nos mostra a intercalação dos circuitos em serie da cabeceira e lateral da pista, essa intercalação é justamente para se caso algum circuito tiver defeito, o outro circuito se manterá com seu funcionamento, assim podendo manter a pista em operação noturna.

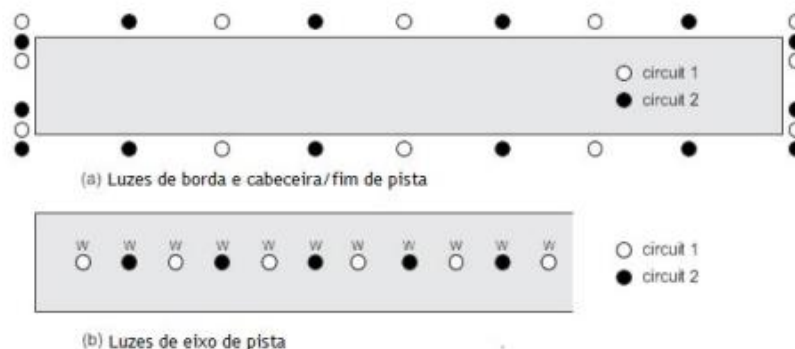


Figura 17 – Sistema de intercalamento dos circuitos elétricos
Fonte: (ANAC, 2022)

O sistema de balizamento noturno é uma das principais maneiras para de modo que o aeroporto opere em horário noturno e que possa ser homologado para seu funcionamento.

“Ter o balizamento noturno instalado e operando é uma das exigências básicas da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) para homologar as pistas de pouso dentro do território nacional para operações comerciais. Além do balizamento, os aeroportos devem possuir brigada de *incêndio* operando, terminal de embarque e desembarque e ter toda a área do aeroporto devidamente cercada, entre outros quesitos.” (“Sistema de balizamento noturno do Aeroporto de Lavras passa por revisão ...”) (Radio cultura – 2019)

O processo de instalação para o balizamento noturno é utilizado o circuito em série ou em paralelo, se constitui de cabos isolados de tensão média de 3,6/6kV, com diâmetro de 10mm², os mesmos conectam às luminárias por meio dos transformadores isoladores de potência. A utilização do circuito em série tem-se suas vantagens neste tipo de conexão, principalmente por possibilitar que todas as lâmpadas trabalhem na mesma demanda da corrente e conseqüentemente na mesma intensidade juntamente com o RCC que irá permitir essa constância na corrente elétrica.

Com todos os equipamentos direcionados para com funcionamento do balizamento noturno, ficando situados na subestação, que é destinada a abrigar os equipamentos de comando, controle, supervisão e proteção dos sistemas de iluminação e das placas de sinalização vertical.

É importante que o sistema de energia do aeroporto seja dotado de uma fonte secundária, ou seja, fornecida por um grupo gerador de emergência, de funcionamento automático, que ficará preparado para assumir a demanda energética que o aeródromo necessita. De acordo com o Rbac 154.501 (ANAC, 2019), a segurança das operações em aeródromos depende da qualidade da energia elétrica suprida.

Para a homologação do aeroporto um dos requisitos principais para esse fato ser aceito, é o fornecimento de uma pista, balizamento noturno, farol rotativo, biruta iluminada com indicação do vento, brigada de incêndio, entre outros órgãos necessários.

Porém o sistema de iluminação da pista de pouso/decolagem do aeroporto e visto como principal para a homologação do aeródromo, principalmente para a liberação de voos comerciais noturno.

Após todo cenário pronto do aeroporto com as indicações visuais necessárias as aeronaves, o aeródromo passa por fiscalização da ANAC e do DECEA, onde iram levantar todos os argumentos e conformidades para a regulamentação perante o sistema da Aeronáutica. Essa fiscalização é realizada por pessoal capacitado juntamente com teste realizados de pilotos ao decolarem e pousarem no aeródromo, se for cogitado alguma imperfeição no sistema, alguma posição de placa inadequada, será reestudado e refeito para garantir a segurança de todos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou a importância da sinalização vertical nos aeroportos. O objetivo principal para se compreender, foi devidamente a sinalização necessária em uma pista de pouso

e decolagem em períodos diurnos e noturnos, nos aeroportos. Trata-se de um trabalho pioneiro ao estudar o sistema de sinalização vertical e vale ressaltar os desafios que foram encontrados. Por ser um assunto pouco estudado, e pela grande demanda de normas, regulamentos, padrões estimulados para cada aeroporto.

De acordo com a empresa INFRAERO, há grande demanda de avaliações de melhorias na sinalização vertical em diversos aeroportos, mas num futuro breve o sistema deve passar por manutenções ou até adequações.

REFERÊNCIAS

AEROEXPO. **Figura 16 - Biruta Iluminada**. [S. l.]: Aeroexpo, 2022. Disponível em: <https://www.aeroexpo.online/pt/fabricante-aeronautico/luz-pista-aeroporto804.html> Acessado em: 20 out. 2022.

ALTAN, Max. Irmãos wright realizam o primeiro voo. **UOL**, 17 dez. 2020. Disponível em: <https://operamundi.uol.com.br/hoje-na-historia/2301/hoje-na-historia-1903-irmaos-wright-dizem-ter-realizado-o-primeiro-vo> Acessado em: 09 mar. 2022.

ANAC - BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Sistema De Pouso Por Instrumentos**. Brasília: ANAC, 2014 Disponível em: https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/tr467.htm Acessado em: 01 jun. 2022.

ANAC. **Regulamento brasileiro da aviação civil**. Brasília: ANAC, 2021. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154/@@display-file/arquivo_norma/RBAC154EMD06.pdf > Acessado em: 03 jun. 2022.

ARCHDAILY. Figura 1 e 2 - Igor Fracalossi "Clássicos da Arquitetura: Aeroporto Santos Dumont. **ArchDaily Brasil**, 29 Set 2013. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-144652/classicos-da-arquitetura-aeroporto-santos-dumont-slash-marcelo-e-milton-roberto> Acessado em: 15 out. 2022.

BBC. A curiosa história da primeira torre de controle para aviação – erguida há 100 anos. **BBC**, 14 ago. 2020 Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/curiosidades-53767721> Acessado em: 09 mar. 2022.

BRASIL. **Normativas elétricas**. Brasília: ANAC, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-arquivos/manual-de-sistemas-eletricos> Acessado em: 25 out. 2022.

COMBRATEL. **Figuras 4; 5; 6 e 14 – Luminárias**. [S. l.]: COMBRATEL, 2022. Disponível em: <https://combratel2000.com.br/produto/globo-prismatico-borosilicato/> Acessado em: 20 out. 2022.

DIARIODORIO. A história do aeroporto Santos Dumont. **DIARIODORIO**, 2022. Disponível em: <https://diariodorio.com/historia-do-aeroporto-santos-dumont/> Acessado em: 12 abr. 2022.

EATON. Figura 13 - Bases de fixação no solo de modelos L – 867 e L – 868. **Eaton**, 2022. Disponível em: <https://www.eaton.com/us/en-us/catalog/airfield-lighting/alb-airport-light-bases-l-867-and-l-868.html> > Acessado em: 10 de junho 2022.

ESB. Materiais para aeródromo – Pista pouso e decolagem. **ESB**, 2022. Disponível em: <http://www.esbheliponto.com.br/materiais-para-aerodromo-pista-de-pouso-e-decolagem/> Acessado em: 01 jun. 2022.

FAA. **Normas e especificações**. Brasília: FAA, 2022. Disponível em: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150_5345_47c.pdf Acessado

em: 29 out. 2022

FERREIRA, Carlos. **Novas fotos mostram o avanço das obras na sinalização vertical do aeroporto de Congonhas**. [S. l.]: Aeroin, 2021 Disponível em: <https://aeroin.net/novas-fotos-mostram-o-avanco-das-obras-na-sinalizacao-vertical-do-aeroporto-de-congonhas/> Acessado em: 01 jun. 2022.

INFRAERO. **Empresa brasileira de infraestrutura aeroportuária**. Brasília: Infraero, 2022. Disponível em: <https://www4.infraero.gov.br/aeroportos/aeroporto-do-rio-de-janeiro-santos-dumont/sobre-o-aeroporto/historico/>. Acessado em: 09 mar. 2022.

LINKEDIN. **Figura 9 - Momento em que o piloto está chegando à pista de pouso**. [S. l.]: LINKEDIN, 2022. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/os-cinco-pilares-do-pouso-quilherme-pelegrino/?originalSubdomain=pt> Acessado em: 24 out. 2022.

LUIZ, Thyago José. **A sinalização horizontal das áreas de movimento dos aeroportos brasileiros**. 2020. TCC (Graduação) – UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, SC, 2020. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/15944/1/Thyago_Jos%C3%A9_Luiz_VF.pdf Acessado em: 05 maio 2022.

MELHORES. Quadro 1 – Alfabeto Fonético atual. **Melhores Destinos**, 2022. Disponível em: <https://www.melhoresdestinos.com.br/alfabeto-fonetico-aviacao.html> Acessado em: 23 out. 2022.

SOLUTIONS. Iluminação da pista – Luzes identificadoras de fim de pista. **Solutions**, 2022. Disponível em: <https://solutions4ga.com/airport-lights/> Acessado em: 20 de outubro 2022.

TELEAR. **Indicadores**. [S. l.]: Telear, 2022. Disponível em: <https://telear-aeroportos.com.br/papi-indicador-de-precisao-da-trajetoria-de-aproximacao/> Acessado em: 20 out. 2022.

TELEAR. **Transformadores de isolamentos**. [S. l.]: Telear, 2022. Disponível em: <https://telear-aeroportos.com.br/transformador-de-isolamento-para-circuito-em-serie-modelo-e/> Acessado em: 20 out. 2022.