

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**



**Patricio Ferreira de Almeida Neto**

**ANÁLISE DE PARÂMETROS PARA  
PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO DE  
ENGENHARIA DE CAMPANHA NAS ÁREAS DE  
SINALIZAÇÃO LUMINOSA E REPAROS DE  
EMERGÊNCIA**

Trabalho de Graduação

2017

**Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica**

**Patrício Ferreira de Almeida Neto**

**ANÁLISE DE PARÂMETROS PARA  
PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO DE  
ENGENHARIA DE CAMPANHA NAS ÁREAS DE  
SINALIZAÇÃO LUMINOSA E REPAROS DE  
EMERGÊNCIA**

Orientador

Maj Eng Frank Cabral de Freitas Amaral (CO-DCTA)

Co-orientador

Maj Eng Andrey Carvalho Figueiredo (DIRINFRA)

**ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA**

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA  
2017

#### Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

##### Divisão de Informação e Documentação

Almeida Neto, Patricio Ferreira de

Análise de parâmetros para planejamento e mobilização de Engenharia de Campanha nas áreas de sinalização luminosa e reparos de emergência / Patricio Ferreira de Almeida Neto.

São José dos Campos, 2017.

73f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Civil-Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ano. Orientador: Maj Eng Frank Cabral de Freitas Amaral. Co-orientador: Maj Eng Andrey Carvalho Figueiredo.

1. Engenharia de Campanha. 2. Reparo de Emergência. 3. Sinalização Luminosa. I. Patricio Ferreira de Almeida Neto. II. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. III. Análise de parâmetros para planejamento e mobilização de Engenharia de Campanha nas áreas de sinalização luminosa e reparos de emergência.

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA NETO, Patricio Ferreira de. **Análise de parâmetros para planejamento e mobilização de Engenharia de Campanha nas áreas de sinalização luminosa e reparos de emergência.** 2017. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

#### CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Patricio Ferreira de Almeida Neto

TÍTULO DO TRABALHO: Análise de parâmetros para planejamento e mobilização de Engenharia de Campanha nas áreas de sinalização luminosa e reparos de emergência.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2017

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.



Patricio Ferreira de Almeida Neto

Rua José Vilar, 1675, ap. 202

60.125-025, Fortaleza - CE

# **ANÁLISE DE PARÂMETROS PARA PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO DE ENGENHARIA DE CAMPANHA NAS ÁREAS DE SINALIZAÇÃO LUMINOSA E REPAROS DE EMERGÊNCIA**

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



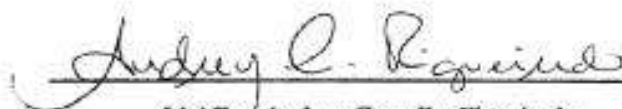
Patricio Ferreira de Almeida Neto

Autor



Maj Eng Frank Cabral de Freitas Amaral

Orientador



Maj Eng Andrey Carvalho Figueiredo

Coorientador



Prof. Dr. Eliseu Luceza Neto

Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 23 de novembro de 2017

Dedico este trabalho à minha família,  
amigos e professores que me apoiaram e  
incentivaram nessa jornada.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente aos meus familiares, avós, tios, primos, pais e irmãos, que individualmente ou coletivamente sempre me apoiaram e me incentivaram. Em especial aos meus pais, José Patrício e Maria Regina, por toda a dedicação e esforços despendidos para que eu e meus irmãos pudéssemos usufruir da melhor educação possível. À minha namorada, Beatriz, que apesar da distância esteve sempre ao meu lado, carinhosa, atenciosa, confiante e compreensiva. Amo todos vocês!

Aos colegas do ITA com quem tive a oportunidade de conviver e compartilhar experiências. Em especial aos companheiros da turma Civil 17, que foram um dos pilares fundamentais para a superação dessa jornada. Foi uma honra ter passado tantas noites acordado na companhia dos senhores.

A todos os professores e profissionais que, de algum modo, contribuíram para minha formação, desde o Ensino Fundamental ao presente momento. Em especial aos meus Orientadores, Major Frank e Major Figueiredo.

Por fim, aos meus amigos que, como uma segunda família tiveram participação no meu desenvolvimento pessoal e profissional.

"Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados".

(Mahatma Gandhi)

## Resumo

O presente trabalho de graduação tem por objetivo gerar parâmetros relativos ao planejamento e à mobilização para exercícios de engenharia de campanha na Força Aérea Brasileira (FAB) para desenvolver e promover a atualização dos manuais utilizados atualmente, com foco nas áreas de sinalização luminosa de aeródromos e reparos de emergência. Ambas as áreas estão intrinsecamente relacionadas à missão da FAB uma vez que, para a manutenção da soberania do espaço aéreo e para a integração do território nacional, é fundamental que os aeródromos de interesse da FAB estejam operacionais. Diante disso, com o intuito de identificar os parâmetros e práticas com maior relevância para a execução adequada e eficiente das atividades desenvolvidas em exercícios de campanha, estudou-se, através dos materiais e dados coletados com apoio da Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica (DIRINFRA), os procedimentos de planejamento e mobilização para as áreas em foco. Após a identificação de necessidades, foi gerado, como resultado referente à área de sinalização luminosa de aeródromos, um relatório composto, dentre outras informações, de uma análise técnica dos sistemas luminosos conforme regulamentos nacionais e internacionais de aviação civil e de quantitativos de materiais, equipamentos e pessoal juntamente com parâmetros de peso e volume. Para a área de reparos de emergência, foi gerado um relatório composto de quantitativos de materiais e equipamentos, além de recomendações de execução, referentes às técnicas de concreto cimento de cura rápida e de tratamento superficial simples.

Palavras-chave: Engenharia de Campanha. Reparo de Emergência. Sinalização Luminosa.



## **Abstract**

The objective of this work is to generate planning and mobilization parameters for the Brazilian Air Force's (FAB) campaign engineering exercises in order to develop and promote the updating of the currently used manuals, focusing on the areas of aerodrome light signaling and emergency repairs. Both areas are intrinsically related to the FAB's mission since, in order to maintain airspace sovereignty and to integrate the national territory, FAB's interest aerodromes must be operational. Therefore, in order to identify the parameters and practices with greater relevance for the proper and efficient execution of the activities carried out in campaign exercises, it was studied the planning and mobilization procedures for the areas in focus through materials and data collected with the support of the Directorate of Infrastructure of Aeronautics (DIRINFRA). After identification of the needs, as a result for the aerodrome light signaling area, a report was compiled of a technical analysis of the light systems according to national and international civil aviation regulations and of quantitative materials, equipment and personnel along with weight and volume parameters. For the area of emergency repairs, a report was compiled of quantitative materials and equipment, as well as execution recommendations, referring to fast cure concrete and simple surface treatment techniques.

**Keywords:** Campaign Engineering. Emergency Repair. Light Signaling.

## Lista de Figuras

Figura 1 – Aeródromos de interesse da FAB. ....	19
Figura 2 – Esquema de cratera com material da estrutura ejetado (BATISTA e TEIXEIRA, 2003). ....	25
Figura 3 – Componentes da Luminária (ADB, 2010).....	30
Figura 4 – Componentes do Controle (ADB, 2010).....	30
Figura 5 – Suportes para montagem. ....	32
Figura 6 – Sinalização Luminosa para pistas de pouso e decolagem. ....	40
Figura 7 – Cases com luzes do SLTA.....	41
Figura 8 – FATO, TLOF e respectivas sinalizações luminosas (CLAMPCO SISTEMI, 2017). .....	43
Figura 9 – Aeronave H-36 Caracal. ....	44
Figura 10 – Aeronave H-60L Black Hawk.....	44
Figura 11 – Sinalização Luminosa para helipontos quadrados. ....	45
Figura 12 – Sinalização Luminosa para helipontos circulares. ....	46
Figura 13 – Esquema de lançamento do concreto. ....	48
Figura 14 – Betoneira.....	50
Figura 15 – Gerador.....	50
Figura 16 – Minicarregadeira com implemento concha. ....	50
Figura 17 – Minicarregadeira com implemento de vassoura mecânica.....	50
Figura 18 – Minicarregadeira com implemento de retroescavadeira.....	51
Figura 19 – Régua vibratória.....	51
Figura 20 – Caminhão basculante.....	54
Figura 21 – Distribuidor mecânico. ....	55

Figura 22 – Caldeira térmica rebocável. ....	55
Figura 23 – Espargidor de asfalto rebocável. ....	55
Figura 24 – Rolo compactador tipo tandem. ....	56

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Componentes do conjunto SML (BRASIL, 2017).	28
Tabela 2 - Peso dos equipamentos do sistema SML (BRASIL, 2017).	28
Tabela 3 - Tensões de Alimentação (BRASIL, 2017).	29
Tabela 4 - Componentes do conjunto SLTA para aeródromo com pista de 1430 m.	42
Tabela 5 - Componentes do conjunto SLTA para helipontos quadrados.	46
Tabela 6 - Componentes do conjunto SLTA para helipontos circulares.	47
Tabela 7 - Conjunto de Material para execução de CCCR	49
Tabela 8 – Tabela de equipamento para execução de CCCR.	51
Tabela 9 - Granulometria dos agregados para execução de TSS (DNIT, 1997).	53
Tabela 10 - Taxas de aplicação e de espalhamento (DNIT, 1997).	54
Tabela 11 - Conjunto de Material para execução de TSS.	54
Tabela 12 - Conjunto de Equipamento para execução de TSS	56
Tabela 13 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBYS.	61
Tabela 14 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBAF.	61
Tabela 15 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBAN (Cabeceiras 06R/24L).	62
Tabela 16 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBAN (Cabeceiras 06L/24R).	62
Tabela 17 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBCO.	63
Tabela 18 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBMN.	63
Tabela 19 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SNXX.	64
Tabela 20 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBNT (Cabeceiras 16L/34R).	64
Tabela 21 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBNT (Cabeceiras 12/30).	65

Tabela 22 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBNT (Cabeceiras 16R/34L).	65
Tabela 23 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBSC.	66
Tabela 24 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBSM (Cabeceiras 11/29).	66
Tabela 25 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBSM (Cabeceiras 02/20).	67
Tabela 26 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SSCQ.	67
Tabela 27 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBST.	68
Tabela 28 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBCC.	68
Tabela 29 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SNCW.	69
Tabela 30 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBGW.	69
Tabela 31 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBBQ.	70
Tabela 32 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBLS.	70
Tabela 33 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBUA.	71
Tabela 34 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBTS.	71
Tabela 35 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SWEI.	72

## Sumário

<b>1</b>	<b>ENGENHARIA DE CAMPANHA .....</b>	<b>17</b>
1.1	Surgimento e definição da Engenharia de Campanha.....	17
1.2	Importância para o Comando da Aeronáutica.....	18
1.3	Objetivos .....	19
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>21</b>
2.1	Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA).....	21
2.1.1	Definições .....	21
2.2	Reparo de pista .....	24
2.2.1	Considerações iniciais .....	24
<b>3</b>	<b>SINALIZAÇÃO LUMINOSA TÁTICA AUTÔNOMA (SLTA).....</b>	<b>27</b>
3.1	Contexto .....	27
3.2	Sinalização Móvel Luminosa (SML).....	27
3.3	Equipamento SLTA.....	29
3.3.1	Componentes.....	29
3.3.2	Principais Características .....	31
3.4	Recomendações.....	31
3.4.1	Verificação/Configuração .....	31
3.4.2	Locação/ Instalação .....	32
3.4.3	Operação .....	33
3.4.4	Desmontagem.....	33
3.5	Tempo de Montagem.....	33

<b>3.6</b>	<b>Análise Técnica</b> .....	<b>34</b>
3.6.1	Aeródromos.....	34
3.6.2	Helipontos.....	37
<b>3.7</b>	<b>Conjuntos</b> .....	<b>39</b>
3.7.1	Aeródromos.....	39
3.7.2	Helipontos.....	42
<b>4</b>	<b>REPARO DE PISTA</b> .....	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Concreto Cimento de Cura Rápida (CCCR)</b> .....	<b>47</b>
4.1.1	Conjuntos de Material.....	49
4.1.2	Conjuntos de Equipamento.....	49
<b>4.2</b>	<b>Tratamento Superficial Simples (TSS)</b> .....	<b>52</b>
4.2.1	Material.....	53
4.2.2	Equipamento.....	54
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>57</b>
<b>5.1</b>	<b>Síntese</b> .....	<b>57</b>
<b>5.2</b>	<b>Limitações</b> .....	<b>58</b>
<b>5.3</b>	<b>Recomendações de trabalhos futuros</b> .....	<b>58</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>
<b>APÊNDICE A – CONJUNTOS DE SLTA PARA OS AERÓDROMOS DO COMANDO DA AERONÁUTICA</b> .....		<b>61</b>
<b>A.1</b>	<b>SBYS - Pirassununga - SP / AFA</b> .....	<b>61</b>
<b>A.2</b>	<b>SBAF - Rio de Janeiro - RJ / BAAF</b> .....	<b>61</b>
<b>A.3</b>	<b>SBAN - Anápolis - GO / ALA2</b> .....	<b>62</b>
<b>A.4</b>	<b>SBCO - Canoas - RS / ALA3</b> .....	<b>62</b>
<b>A.5</b>	<b>SBMN - Manaus - AM / ALA8</b> .....	<b>63</b>
<b>A.6</b>	<b>SNXX - Maxaranguape - RN</b> .....	<b>63</b>

<b>A.7</b>	<b>SBNT - Natal - RN.....</b>	<b>64</b>
<b>A.8</b>	<b>SBSC - Santa Cruz - RJ.....</b>	<b>65</b>
<b>A.9</b>	<b>SBSM - Santa Maria - RS (Compartilhado Público/Militar).....</b>	<b>66</b>
<b>A.10</b>	<b>SSCQ - Saicã - Cacequi - RS .....</b>	<b>67</b>
<b>A.11</b>	<b>SBST - Santos - SP.....</b>	<b>67</b>
<b>A.12</b>	<b>SBCC - Cachimbo, Novo Progresso - PA.....</b>	<b>68</b>
<b>A.13</b>	<b>SNCW - Alcântara - MA .....</b>	<b>68</b>
<b>A.14</b>	<b>SBGW - Guaratinguetá - SP (Compartilhado Público/Militar) .....</b>	<b>69</b>
<b>A.15</b>	<b>SBBQ - Barbacena - MG (Compartilhado Público/Militar) .....</b>	<b>69</b>
<b>A.16</b>	<b>SBLS - Lagoa Santa - MG.....</b>	<b>70</b>
<b>A.17</b>	<b>SBUA - São Gabriel da Cachoeira - AM .....</b>	<b>70</b>
<b>A.18</b>	<b>SBTS - Tiriós - PA (Compartilhado Público/Militar) .....</b>	<b>71</b>
<b>A.19</b>	<b>SWEI - Eirunepé - AM (Compartilhado Público/Militar) .....</b>	<b>71</b>



# 1 Engenharia de Campanha

## 1.1 Surgimento e definição da Engenharia de Campanha

Conforme Batista e Teixeira (2003), a Guerra do Prata, também conhecida como Guerra contra Oribe e Rosas, foi um episódio numa longa disputa entre Argentina, Uruguai e Brasil pela influência do Paraguai e hegemonia na região do Rio da Prata. A guerra foi travada no Uruguai, Rio da Prata e nordeste argentino de agosto de 1851 a fevereiro de 1852, entre as forças da Confederação Argentina e as forças da aliança formada pelo Império do Brasil, Uruguai e províncias rebeldes argentinas.

Os relatórios e estudos feitos logo após a campanha vieram a revelar as graves deficiências da organização do nosso Exército, bem como a falta de elemento técnico de apoio à tropa para facilitar o seu deslocamento, a respeito dos obstáculos naturais do terreno e dos que opunha o inimigo. Surgiu imperiosa a necessidade da criação de uma unidade especializada que aliasse a capacidade combatente dos quadros e da tropa à preparação profissional para transpor e remover obstáculos com o emprego de métodos e equipamentos das missões táticas das três Armas.

Diante dessa conjuntura, após a Guerra contra Rosas, a criação, em janeiro de 1855, do Batalhão de Engenheiros, representando a futura Arma de Engenharia, ocorreu com o intuito de associar a perícia profissional dos oficiais do Corpo de Engenheiros com a experiência e competência de combatentes oficiais criteriosamente escolhidos das Armas tradicionais; constituindo-se, dessa maneira, uma Engenharia de Campanha apta a confrontar as novas diretrizes da guerra, composta de um corpo de tropa técnico e de unidades de combate.

Finalmente, a Engenharia de Campanha na FAB consiste nas atividades de engenharia de infraestrutura, de edificações, de instalações, de contraincêndio, quando desenvolvidas em proveito do emprego das unidades aéreas ou de aeronáutica, em missões de guerra reais ou simuladas.

## 1.2 Importância para o Comando da Aeronáutica

O presente trabalho de graduação trata de um tema recorrente no meio militar, a Engenharia de Campanha. Devido à vastidão e complexidade do tema, o foco será explorar a Engenharia de Campanha no âmbito da Sinalização Luminosa de Aeródromos e Reparos de Pista.

*“É mais fácil e efetivo destruir o poder aéreo inimigo através da destruição de seus ninhos e ovos no chão que caçar seus pássaros no ar.”* (Douhet, 1921)

Giulio Douhet, um general e teórico aeronáutico italiano, é o autor da frase acima citada e que jamais perdeu sua validade, como mostra a história, além de ser um dos pioneiros e principais estrategistas do Poder Aéreo. Desde 1.915, Douhet defendeu o ataque às bases operacionais do inimigo e em seu primeiro trabalho escrito sobre a importância do Poder Aéreo (BATISTA e TEIXEIRA, 2003).

Provavelmente, o mais conhecido e efetivo exemplo do uso do poder aéreo para destruição de forças oponentes ocorreu em 1967, na Guerra dos Seis Dias, entre árabes e israelenses. A ação inicial da guerra consistiu no ataque aéreo israelense contra oito aeródromos egípcios no Sinai, no Canal de Suez e nas vizinhanças do Cairo. O ataque cuidadoso, perfeitamente coordenado e executado, destruiu 300 aeronaves egípcias ainda no solo. Ataques simultâneos contra aeródromos na Síria, Jordânia e Iraque infligiram perdas severas a Força Aérea Síria e, praticamente, destruíram a Força Aérea Jordana. Naquela ocasião, os israelenses empregaram bombas especialmente projetadas para provocar danos e crateras aos aeródromos egípcios. No fim do primeiro dia, os israelenses já tinham destruído 400 aeronaves árabes e obtido a superioridade aérea com apenas 20 engajamentos contra aeronaves árabes no ar (BATISTA e TEIXEIRA, 2003).

Há vários exemplos recentes do emprego da estratégia concebida por Douhet, como a guerra Índia-Paquistão em 1971, a disputa da ilha de Chipre entre gregos e turcos em 1974, a guerra das Malvinas entre argentinos e ingleses em 1982.

O mais recente foi o ataque dos Estados Unidos à base aérea de Al Shayrat em abril de 2017, no qual dezenas de mísseis Tomahawk foram lançados a partir de navios americanos. Os danos causados à base aérea síria foram extensos incluindo caças, defesas antiaéreas, tanques

de combustível e hangares destruídos. Trechos de pista também foram danificados, apesar de o Tomahawk não ser um armamento antipista.

Diante disso, é de fácil percepção que as áreas de sinalização luminosa de aeródromos e reparos de emergência estão intrinsecamente relacionadas à missão da Força Aérea Brasileira (FAB) uma vez que, para a manutenção da soberania do espaço aéreo e para a integração do território nacional, é fundamental que os aeródromos de interesse da FAB estejam operacionais.

Apesar de o Brasil não participar com frequência desse contexto beligerante, é indispensável que a FAB esteja preparada para tal situação. Além disso, mesmo em tempos de paz, existe uma grande quantidade de aeródromos que necessitam de manutenção conforme a Figura 1.



Figura 1 – Aeródromos de interesse da FAB.

### 1.3 Objetivos

No que diz respeito ao sistema de Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA), o presente Trabalho de Graduação tem por finalidade a apresentação de possíveis configurações de equipamentos a serem transportados para uma missão de sinalização de pistas de aeródromos ou helipontos, visando à manutenção da operacionalidade de aeródromos. Além disso, as informações compiladas no tópico 3 têm a finalidade de complementar a MCA 400-7 (BRASIL,

2017), o Manual da Unidade Celular de Engenharia, com diretrizes práticas para mobilização, instalação e operação do equipamento relativo às missões com utilização do sistema SLTA.

Na área de reparos de emergência, o presente Trabalho de Graduação tem por finalidade a apresentação de possíveis configurações de equipamentos e materiais a serem transportados para uma missão de reparo de revestimento de pistas, visando à manutenção da operacionalidade de aeródromos. Além disso, as informações compiladas no tópico 4 têm a finalidade de complementar o Manual da Unidade Celular de Engenharia com diretrizes práticas para mobilização e execução de diferentes técnicas de reparo de revestimento.

## **2 Fundamentação Teórica**

### **2.1 Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA)**

#### **2.1.1 Definições**

Para a confecção deste item, foram aplicados muitos conceitos técnicos retirados do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC nº154 (Projeto de Aeródromos), do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC nº155 (Helipontos).

Além das normas nacionais, também foram utilizados os seguintes regulamentos internacionais, ICAO - Anex 14 Volume I (Aerodrome Design and Operations) e ICAO - Anex 14 Volume II (Heliports).

##### **2.1.1.1 Aeródromo**

Local destinado ao pouso, decolagem e estacionamento; compreendendo, também, as instalações específicas para operações de aviões e/ou helicópteros.

##### **2.1.1.2 Aeródromo Civil**

Aeródromo destinado à operação de aeronaves civis. Pode ser usado por aeronaves militares, obedecidas às normas estabelecidas pelas autoridades competentes.

##### **2.1.1.3 Aeródromo Militar**

Aeródromo destinado à operação de aeronaves militares. Pode ser usado por aeronaves civis, obedecidas às normas estabelecidas pelas autoridades competentes.

##### **2.1.1.4 Aeronave crítica**

Aeronave em operação, ou com previsão de operar em um aeródromo, que demande os maiores requisitos em termos de configuração e dimensionamento da infraestrutura aeroportuária, em função de suas características físicas e operacionais.

#### 2.1.1.5 Altura de Decisão ou Decision Height (DH)

Altura específica a partir do nível da cabeceira da pista de pouso e decolagem na qual, em um procedimento de aproximação por instrumentos, o piloto deve decidir se prossegue na aproximação para pouso ou se inicia imediatamente um procedimento de aproximação perdida (arremetida) caso não tenha avistado uma referência visual requerida.

#### 2.1.1.6 Barreta

Conjunto de três ou mais luzes aeronáuticas de superfície, posicionadas próximas e numa linha transversal, de modo que, de certa distância, pareçam ser uma pequena barra luminosa.

#### 2.1.1.7 Cabeceira

Início da parcela da pista de pouso e decolagem destinada ao pouso. Cabeceira recuada ou deslocada significa a cabeceira não localizada na extremidade de uma pista de pouso e decolagem.

#### 2.1.1.8 Código de referência do aeródromo

Código alfanumérico determinado para o aeródromo para fins de planejamento, com base nas características físicas e operacionais da aeronave crítica para ele estabelecida.

#### 2.1.1.9 Objeto frangível

Objeto de pouca massa designado a quebrar-se, distorcer-se ou ceder mediante impacto, de modo a apresentar o menor perigo às aeronaves.

#### 2.1.1.10 Sinalização

Marcações, placas e luzes dispostas na superfície da área de movimento destinadas a fornecer informações aeronáuticas.

#### 2.1.1.11 Sinalização horizontal

Informação aeronáutica, que compõe os auxílios visuais à navegação aérea, por meio de pintura na pista de pouso e decolagem, na pista de táxi, no pátio de aeronaves ou em outra área do aeródromo, visa orientar ou prestar informações aos pilotos de aeronaves e motoristas que trafegam nas vias de serviços.

#### 2.1.1.12 Sinalização luminosa

Informação aeronáutica que compõe os auxílios visuais à navegação aérea composta por todas as luzes de pista de pouso e decolagem, de pista de táxi e de pátio de aeronaves.

#### 2.1.1.13 Sinalização vertical

Informação aeronáutica que compõe os auxílios visuais à navegação aérea composta por placas ou painéis destinados a fornecer mensagens.

#### 2.1.1.14 Área de aproximação final e decolagem ou Final Approach and Take-Off area (FATO)

Área definida sobre a qual a fase final da manobra de aproximação para pairar ou pousar é concluída, e a partir da qual a manobra de decolagem se inicia.

#### 2.1.1.15 Área de toque e elevação inicial ou Touchdown and Lift-Off area (TLOF)

Área de um heliponto na qual um helicóptero pode tocar ou se elevar do solo.

#### 2.1.1.16 “D”

Maior dimensão do maior helicóptero cuja operação é prevista no heliponto, quando o(s) rotor(es) está(ão) girando, medida a partir da posição mais à frente do plano do rotor principal para a posição mais recuada do plano do rotor de cauda ou da estrutura do helicóptero.

#### 2.1.1.17 Heliponto

Área delimitada em terra, na água ou em uma estrutura destinada para uso, no todo ou em parte, para pouso, decolagem e movimentação em superfície exclusivamente de helicópteros. Os helipontos podem ser públicos ou privados.

#### 2.1.1.18 Heliponto (ou heliporto) ao nível do solo

Heliponto (ou heliporto) localizado ao nível do solo. Heliponto (ou heliporto) elevado significa o heliponto (ou heliporto) construído acima do nível do solo que permite o trânsito de pessoas abaixo de sua estrutura ou no entorno imediatamente subjacente à projeção de sua estrutura sobre o solo.

#### 2.1.1.19 Heliporto

Heliponto público dotado de instalações e facilidades para apoio às operações de helicópteros e de processamento de passageiros e/ou cargas.

## **2.2 Reparo de pista**

### **2.2.1 Considerações iniciais**

O processo de reparação de danos de uma pista que foi atacada pode ser representado em quatro etapas.

#### 2.2.1.1 Reconhecimento de danos

Vistos que os reparos só podem ser iniciados depois que forem avaliadas as áreas danificadas e a extensão dos danos, é importante levantar com precisão as áreas onde o



pavimento foi afetado, classificar os danos conforme a gravidade e verificar se ainda existem bombas não explodidas.

#### 2.2.1.2 Limpeza

Além dos artefatos não explodidos, faz-se necessária a retirada de estilhaços e do material ejetado das crateras. A limpeza de volumes maiores deve ser feita com o auxílio de pá mecânica e ajuda manual, passando em seguida a vassoura mecânica tantas vezes quantas necessárias.

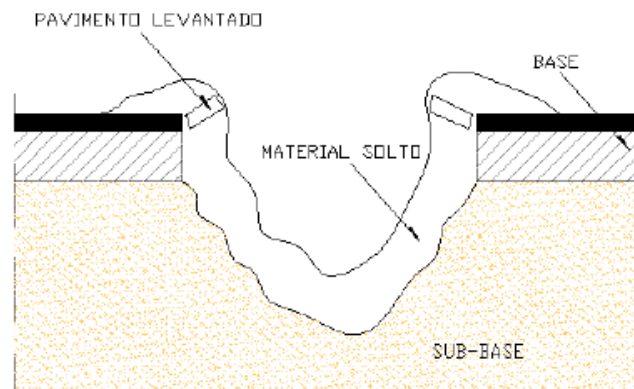


Figura 2 – Esquema de cratera com material da estrutura ejetado (BATISTA e TEIXEIRA, 2003).

O material ejetado pode ser reutilizado para a reconstrução da estrutura do pavimento.

#### 2.2.1.3 Preenchimento da cratera

O preenchimento da cratera pode ser feito utilizando-se pedra, brita, seixo, material arenoso e outros materiais estáveis disponíveis no local. O material expulso da cratera ou solto pela explosão pode ser utilizado, novamente desde que os fragmentos com tamanho superior a 30cm sejam retirados.

Em emergências, material de acostamentos de estradas ou do próprio aeródromo pode ser emprestado e devolvido mais tarde. Quando a situação permitir e a ação inimiga for prevista com antecedência suficiente, estoques de materiais com propriedades conhecidas ou áreas de empréstimo podem ser preparados em áreas convenientes.

#### 2.2.1.4 Reparo do revestimento

As aeronaves modernas necessitam de uma superfície de rolamento com características como atrito, regularidade e inclinação bastante definidas para que possam executar decolagens seguras e sem prejuízos aos equipamentos das mesmas. Isso se deve ao fato delas dispensarem trens de pouso robustos em prol de um menor peso, visando melhorias das características das aeronaves em voo. Assim, é necessária a execução de uma camada de revestimento para regularizar a superfície do reparo, conferindo-lhe as características necessárias para que a pista seja novamente operacional (BATISTA e TEIXEIRA, 2003).

Como técnicas de reparo convencionais, o concreto cimento de cura rápida destaca-se devido à alta durabilidade e por permitir a utilização de sub-base com baixo CBR, enquanto que o tratamento superficial simples, pelo baixo custo e por permitir que a operação seja restaurada quase que imediatamente após o reparo.

## **3 Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA)**

### **3.1 Contexto**

Na década de 1980, com a necessidade de se ter aeródromos e/ou helipontos em condições de prover, o maior tempo possível, de forma segura e satisfatória as operações aéreas, a então DIRENG, atual DIRINFRA, percebeu que era imprescindível o desenvolvimento de um sistema transportável de sinalização para atender locais remotos.

Diante disso, foi criado o conjunto do sistema de Sinalização Móvel Luminosa (SML) com o intuito de ser utilizado em exercícios de engenharia de campanha como apoio às operações aéreas e, também, em eventuais serviços de manutenção dos aeródromos e/ou helipontos existentes.

Em 2010, a então DIRENG, atual DIRINFRA, iniciou pesquisas e testes de aceitabilidade para aquisição de equipamentos com novas tecnologias com intuito de modernizar o sistema de sinalização transportável. A solução encontrada foi um sistema que combina eletrônica avançada, software, comunicação sem fio, energia solar e a eficiência da tecnologia LED. Essas características essenciais reuniram consideráveis melhorias nos quesitos mobilidade, autonomia e celeridade do manuseio. Esse sistema ficou conhecido como Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA).

### **3.2 Sinalização Móvel Luminosa (SML)**

Conforme o Manual da Unidade Celular de Engenharia (BRASIL, 2017), são apresentadas as principais características do sistema SML, precursor do SLTA.

Os conjuntos SML contêm componentes necessários à instalação em uma pista de pouso de até 2.000 m por 45 m e em um heliponto com área de pouso de até 30 m por 30 m.

Tabela 1 - Componentes do conjunto SML (BRASIL, 2017).

Qtde	Descrição
38	luminárias completas com globo branco e lâmpada
12	luminárias completas com globo verde-vermelho e lâmpada
20	luminárias completas com globo amarelo e lâmpada
70	hastes de fixação em ferro galvanizado
70	transformadores de isolamento de 30/45W
52	chicotes tipo 1 – 10mm <sup>2</sup> /750V – 105m
28	chicotes tipo 2 – 10mm <sup>2</sup> /750V – 7m
02	chicotes tipo L – 10mm <sup>2</sup> /750V – 7m
02	chicotes tipo R – 10mm <sup>2</sup> /750V – 7m
01	disjuntor bipolar de 10A - 220V
01	disjuntor tripolar de 15A - 220V
01	01 transformador de 3,5 kW, IN 220V, OUT 110/220/380/440V
01	01 grupo-gerador portátil de 3,5 kW, 230V, 60Hz
03	manuais de instalação

Além do fornecido nos conjuntos, uma série de ferramentas e materiais são necessários para a montagem e operação do sistema como: madeira, combustível para o gerador, trena, marreta, chaves de boca e ferramentas de eletricista.

Tabela 2 - Peso dos equipamentos do sistema SML (BRASIL, 2017).

Equipamento	Massa (Kg)
70 luminárias completas com globo e lâmpada	105,00
70 hastes de fixação em ferro galvanizado	84,00
70 transformadores de isolamento de 30/45W	245,00
52 chicotes tipo 1 – 10mm <sup>2</sup> /750V – 105m	1.638,00
28 chicotes tipo 2 – 10mm <sup>2</sup> /750V – 7m	59,00
02 chicotes tipo L – 10mm <sup>2</sup> /750V – 7m	59,00
02 chicotes tipo R – 10mm <sup>2</sup> /750V – 7m	59,00
01 transformador de 3,5 kW, IN 220V, OUT 110/220/380/440V	86,00
01 grupo-gerador portátil de 3,5 kW, 230V, 60Hz	94,00

A utilização dos conjuntos envolve 6 etapas:

1. Fixação das Luminárias;
2. Ligação dos Chicotes;
3. Ligação ao Sistema de Alimentação;
4. Operação do Grupo Gerador;
5. Operação do Conjunto SML;
6. Desmontagem.

A tensão de alimentação do conjunto depende do tamanho da pista e da quantidade de luminárias a serem utilizadas. Essa preocupação é necessária porque correntes acima de 6,6A podem queimar as luminárias. Diante disso, as pistas foram classificadas em 3 categorias de acordo com o comprimento para que pudessem ser determinadas as respectivas tensões de alimentação.

- a) Curta - até 750 m;
- b) Média - de 750 m a 1.600 m;
- c) Longa - 1.600 m a 2.000 m.

Tabela 3 - Tensões de Alimentação (BRASIL, 2017).

Tipo de Instalação	Tensão no SML	Quantidade de lâmpadas de 30W/6.6A
Heliponto	125V	24
Pista Curta	220V	44
Pista Média	220V	48
Pista Longa	220V	56
Pista Curta + Heliponto	440V	68
Pista Média + Heliponto	440V	72
Pista Longa + Heliponto	440V	80

O conjunto SML pode ser montado, no máximo, em 4 horas por uma equipe com 8 elementos, quando se tratar de sinalização de pista de pouso de um aeródromo de 2.000 m. No caso de sinalização de um heliponto, uma equipe com 4 elementos pode fazer a montagem em 3 horas. Nos tempos mencionados foi considerada a utilização de uma viatura, com carroceria adequada ao transporte de carga, para apoio no deslocamento do material.

A equipe de instalação deve ser constituída por, no mínimo, um eletricista e profissionais capacitados ao manuseio de materiais e equipamentos que constituem o conjunto SML.

O grupo gerador possui capacidade para alimentar uma pista e um heliponto com autonomia de 3 horas em plena carga.

### 3.3 Equipamento SLTA

#### 3.3.1 Componentes

Conforme o manual de instalação (ADB, 2010), o corpo principal da Luminária sem fio ativada por energia solar de aviação consiste em um alojamento de alumínio robusto que contém as baterias, um conector de energia externo (para anexar um carregador externo CC) e quatro painéis solares montados nas laterais. O conjunto superior do cabeçote/lentes consiste em:

- Um botão para o controle das funções da luminária;
- Eletrônicos;

- LEDs (Diodos emissores de luz) e ópticos, todos embutidos dentro de uma lente de policarbonato claro;
- Um painel solar superior;
- Uma antena (opcional).

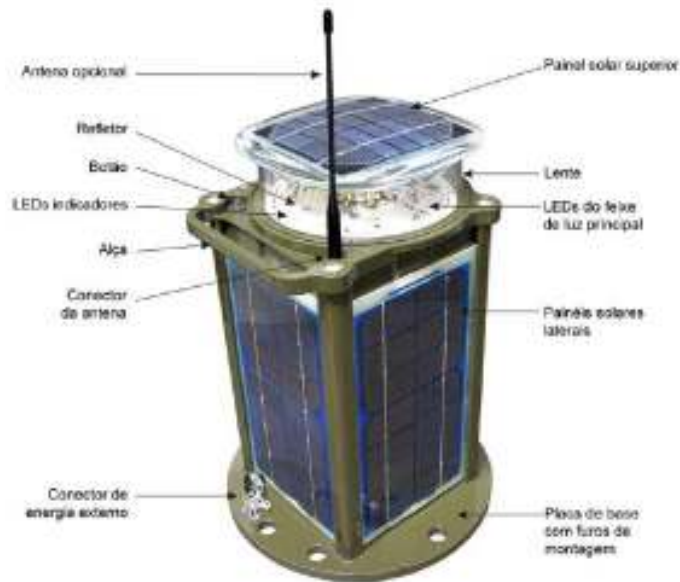


Figura 3 – Componentes da Luminária (ADB, 2010).



Figura 4 – Componentes do Controle (ADB, 2010).

### **3.3.2 Principais Características**

- Fácil e rápida instalação/relocação: não necessita de equipe especializada, luminárias prontamente operacionais após a montagem, opções de montagem variadas;
- Alta mobilidade: todos os componentes podem ser transportados de maneira compacta.
- Alta confiabilidade e baixa manutenção: sistema desenvolvido para uso na aviação visando à manutenção da performance sob condições ambientes adversas, opera usando baterias recarregáveis carregadas pelo sol que normalmente não requerem manutenção por até cinco anos;
- Interface amigável: todas as operações podem ser feitas pelo controle ou pela própria luminária de forma simples;
- Solução ecológica, eficiente e com boa autonomia: a utilização da tecnologia LED juntamente com as placas fotovoltaicas contribui para que cada luminária tenha autonomia de dias sem necessidade de recarga;
- Operação sem fio, tática e personalizável: é possível configurar grupos distintos de luminárias pelo controle de uma distância de até 4 km, pode ser operada em diferentes cores/intensidades e em frequências de infravermelho para operações táticas.

## **3.4 Recomendações**

### **3.4.1 Verificação/Configuração**

Antes de iniciar a instalação, é recomendável realizar a separação em grupos distintos caso haja necessidade de operar parte das luzes diferentemente das outras (Ex: Operação de duas pistas simultaneamente).

Também é recomendável verificar se todas as luzes e o controle estão completamente carregados e funcionando corretamente antes da mobilização para que eventuais luminárias inoperantes sejam substituídas.

### 3.4.2 Locação/ Instalação

Todos os pontos devem ser marcados de modo que fiquem perfeitamente alinhados. Para a marcação, podem ser usadas as hastes de fixação.

É preferível a locação em locais sem sombra, para uma maior autonomia devido a utilização das placas fotovoltaicas.

No caso da pista de pouso ou heliponto não possuir limites claramente definidos no terreno, a equipe de montagem deve, se possível, ser auxiliada por uma equipe de topografia para que a área seja definida.

Evitar a instalação diretamente em contato com o asfalto e superfícies passíveis de atingirem altas temperaturas no verão. Possibilidade de interferência no funcionamento do equipamento.

As hastes de fixação devem ser cravadas, mantendo-se cerca de 10 cm acima do solo, de forma que a rosca não fique voltada para a pista de pouso ou heliponto. Para cravar as hastes no solo, recomenda-se o uso de marretas, colocando pedaços de madeira sobre as hastes durante sua fixação a fim de proteger a rosca de adaptação. Rosquear a junta quebrável na rosca de adaptação da haste de fixação até o final. A utilização da junta quebrável é indispensável já que objetos com mais de 30 cm próximos à pista devem ser frangíveis (ANAC, 2017a).



Figura 5 – Suportes para montagem.

No caso das luminárias com LEDs verde-vermelho, a posição da luminária deverá ser ajustada de modo que o globo fique com o lado verde voltado para a pista.



Luzes montadas próximas entre si podem sentir a luz emitida pela outra e desligarem (se estiverem programadas no modo autônomo). A separação mínima recomendada é de 2 m entre as luzes para impedir que isso ocorra.

### **3.4.3 Operação**

Diferente das luzes de aeródromo convencionais, a Luminária do sistema SLTA oferece seis modos de saída distintos:

- Três modos de saída 'Autônomos' para operação do anoitecer ao amanhecer sustentada continuamente;
- Três modos de saída de alta intensidade 'Temporários' para operações de curto prazo.

Cada modo de saída pode ser selecionado pressionando um botão na própria luminária ou usando o controlador sem fio opcional. Se as luzes precisarem ser desligadas imediatamente, um único pressionamento coloca as luzes no Modo de Espera. Quando estiver no Modo de Espera, a Luminária sem fio ativada por energia solar de aviação não irá acender até o próximo anoitecer.

O controlador deve ser mantido a uma distância de ao menos 1 metro da luminária. A faixa efetiva do transmissor é 4 km. A faixa da antena é mais efetiva quando apontada paralela à antena da luminária.

A luminária do sistema SLTA não deve ser visualizada emitindo ativamente luz visível ou infravermelha do lado da luz (perto ou na lâmpada) de uma faixa de menos de 1,2 m.

### **3.4.4 Desmontagem**

Para a desmontagem do conjunto SLTA deverá ser empregado um procedimento inverso àquele utilizado na montagem.

## **3.5 Tempo de Montagem**

O conjunto SLTA pode ser montado em 3 horas por uma equipe com 2 pessoas, quando se tratar de sinalização de pista de pouso de um aeródromo de 1.500 m. No caso de sinalização de um heliponto,

uma equipe com 2 pessoas pode fazer a montagem em 1 hora aproximadamente. Nos tempos mencionados foi considerada a utilização de uma viatura, com carroceria adequada ao transporte de carga, para apoio no deslocamento do material.

### **3.6 Análise Técnica**

A sinalização de pistas de pouso e helipontos é dividida em três ramos: sinalização horizontal, sinalização vertical e sinalização luminosa. A análise técnica deste capítulo leva em consideração apenas os aspectos referentes à sinalização luminosa da pista de pouso e decolagem.

#### **3.6.1 Aeródromos**

Para o desenvolvimento da análise, foram utilizados o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC nº154 (ANAC, 2017a) e o regulamento internacional ICAO - Anex 14 Volume I (ICAO, 2016).

##### **3.6.1.1 Tipo de operação**

Inicialmente, é importante ressaltarmos que pistas de pouso e decolagem são classificadas da seguinte maneira:

- Operação Visual:

Pista para operação visual significa a pista de pouso e decolagem para a operação de aeronaves utilizando procedimento de aproximação visual ou procedimento de aproximação por instrumento a um ponto além do qual a aproximação possa continuar em condições meteorológicas visuais (VMC).

- Operação por Instrumento:

Tipo A significa a aproximação por instrumentos com uma altura mínima de descida ou DH mínima igual ou superior a 75 metros (250 pés).

Tipo B significa a aproximação por instrumentos com uma DH inferior a 75 metros (250 pés), classificada em CAT I, CAT II e CAT III A, B e C.

O sistema de sinalização luminosa transportável SLTA visa à manutenção da operacionalidade dos aeródromos de interesse da FAB, principalmente aqueles cujos acessos são remotos e cujas infraestruturas não suportam operações por instrumento. Diante disso, a análise continua considerando apenas operações visuais diurnas e noturnas.

### 3.6.1.2 Luzes desnecessárias considerando-se os requisitos mínimos para operações visuais

- Farol aeronáutico

Considera-se que o tráfego aéreo e que o contraste dos recursos do aeródromo em relação à área de entorno não apresentará grandes desafios à operação.

- Farol do Aeródromo

Considera-se que o tráfego aéreo e que o contraste dos recursos do aeródromo em relação à área de entorno não apresentará grandes desafios à operação. Além disso, que visibilidades reduzidas não são frequentes.

- Farol de Identificação

É exigido somente em aeródromos que se destinem para o uso noturno e que não possam ser facilmente identificados do ar por outros meios.

- Sistema de luzes de aproximação

É exigido somente em aeródromos destinados a operações por instrumentos com aproximação de precisão de categorias I, II e III diante das respectivas condições.

- Sistema simples de luzes de aproximação

É recomendado para pistas destinadas a operações com aproximação visual noturna, especialmente onde o código for 3 ou 4, porém não é exigido.

- Luzes de orientação de circulação

Exigidas somente quando os sistemas de luzes de aproximação e de pista de pouso e decolagem não permitirem satisfatoriamente a identificação da pista e/ou da área de aproximação para uma aeronave em circulação, nas condições em que a pista se destina para aproximações circulares.

- Luzes de identificação de cabeceira de pista

Exigidas somente em pistas de aproximação de não precisão e quando a cabeceira de uma pista for deslocada de sua posição normal.

- Luzes de eixo de pista de pouso e decolagem

Exigidas somente em aeródromos destinados a operações por instrumentos com aproximação de precisão de categorias I, II e III diante das respectivas condições.

- Luzes de zona de toque

As luzes de zona de toque devem ser dispostas na zona de toque de pistas de aproximação de precisão Categorias II ou III.

### 3.6.1.3 Luzes necessárias considerando-se os requisitos mínimos para operações visuais

- Luzes de borda de pista de pouso e decolagem

Luzes de borda de pista de pouso e decolagem devem ser dispostas em pistas destinadas ao uso noturno ou em pistas destinadas para aproximações de precisão diurnas ou noturnas.

- Luzes da cabeceira da pista

As luzes de cabeceira de pista devem ser dispostas em pistas de pouso e decolagem equipadas com luzes de borda de pista, salvo em pistas para operação visual ou de aproximação de não-precisão, em que a cabeceira é recuada e as luzes de barra lateral de cabeceira são disponibilizadas.

- Luzes de fim de pista

As luzes de fim de pista devem existir em pistas equipadas com luzes de borda de pista de pouso e decolagem.

### **3.6.2 Helipontos**

Para o desenvolvimento da análise, foram utilizados o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC nº155 (ANAC, 2017b) e o regulamento internacional ICAO - Anex 14 Volume II (ICAO, 2009).

#### **3.6.2.1 Luzes desnecessárias considerando-se os requisitos mínimos para operações visuais**

- Farol de heliponto

É exigido somente quando há necessidade de orientação visual de longo alcance, não fornecida por outros meios visuais ou for difícil a identificação do heliponto devido às luzes do entorno.

- Sistema de luzes de aproximação

O operador de heliponto poderá indicar a direção preferencial de aproximação por meio de um sistema de luzes de aproximação, porém não é exigido.

- Sistema de iluminação de orientação de alinhamento de trajetória de voo

O operador de heliponto poderá indicar direções de trajetória de aproximação e/ou decolagem disponíveis por meio de um sistema de iluminação de orientação de alinhamento de trajetória de voo, porém não é exigido.

- Sistema visual de orientação de alinhamento

É exigido em operações noturnas nas seguintes condições:

- (1) procedimentos de separação de obstáculos, de abatimento de ruído ou de controle de tráfego que demandem uma direção especial a ser seguida;
- (2) poucas referências visuais de superfície no meio em que se encontra o heliponto; e
- (3) fisicamente impraticável a instalação de um sistema de luzes de aproximação.

- Indicador visual de rampa de aproximação

É exigido em operações noturnas nas seguintes condições:

- (1) procedimentos de separação de obstáculos, de abatimento de ruído ou de controle de tráfego que requerem uma rampa específica a ser seguida;
- (2) poucas referências visuais de superfície no meio em que se encontra o heliponto; e
- (3) as características do heliponto exigem uma aproximação estabilizada.

- Luzes de ponto de visada de helipontos

O operador de heliponto poderá prover luzes de ponto de visada em helipontos com sinalização horizontal de ponto de visada destinados ao uso noturno.

### 3.6.2.2 Luzes necessárias considerando-se os requisitos mínimos para operações visuais

- Sistema de iluminação da área de aproximação final e de decolagem (FATO)

A FATO de um heliponto destinado ao uso noturno deve ser provida de um sistema de iluminação.

- Sistema de iluminação da área de toque e elevação inicial (TLOF)

A TLOF de um heliponto destinado ao uso noturno deve ser provida de um sistema de iluminação.

## **3.7 Conjuntos**

### **3.7.1 Aeródromos**

Conforme o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC nº154 (ANAC, 2017a), o regulamento internacional ICAO - Anex 14 Volume I (ICAO, 2016) e o que foi apresentado no item 3.6.1.3, temos os sistemas de sinalização luminosa necessários considerando-se os requisitos mínimos para operações visuais e suas características.

#### **3.7.1.1 Luzes de borda de pista de pouso e decolagem**

- Devem estar situadas ao longo de toda a extensão da pista, em duas fileiras paralelas e equidistantes ao eixo;
- Devem estar situadas ao longo das laterais da área declarada para uso como pista de pouso e decolagem, ou fora das laterais da área, a uma distância não superior a 3 metros;
- Devem ser uniformemente espaçadas em fileiras com intervalos de não mais que 100 metros para uma pista de não instrumento;
- As luzes nos lados opostos, em relação ao eixo da pista de pouso e decolagem, devem estar alinhadas perpendicularmente ao eixo da pista;
- Desconsiderando-se algumas exceções, as luzes de borda da pista de pouso e decolagem devem ser luzes de cor branca variável.

#### **3.7.1.2 Luzes da cabeceira e de fim da pista de pouso e decolagem**

- Devem estar localizadas em uma linha perpendicular ao eixo da pista, o mais próximo possível do fim ou da cabeceira da pista de pouso e decolagem e, em todos os casos, não mais que 3 metros além do final ou da cabeceira da pista;
- Devem consistir em, no mínimo, seis luzes:

- a) Igualmente distribuídas entre as fileiras de luzes de borda de pista de pouso e decolagem; ou
  - b) Dispostas em dois grupos simetricamente ao eixo da pista de pouso e decolagem, com as luzes distribuídas de maneira uniforme em cada grupo e com um vão entre os grupos não maior que a metade da distância entre as fileiras de luzes de borda de pista de pouso e decolagem.
- Devem ser luzes vermelhas/verdes ininterruptas e unidirecionais na direção da pista com a parte verde voltada para fora e, conseqüentemente, a vermelha voltada para dentro.

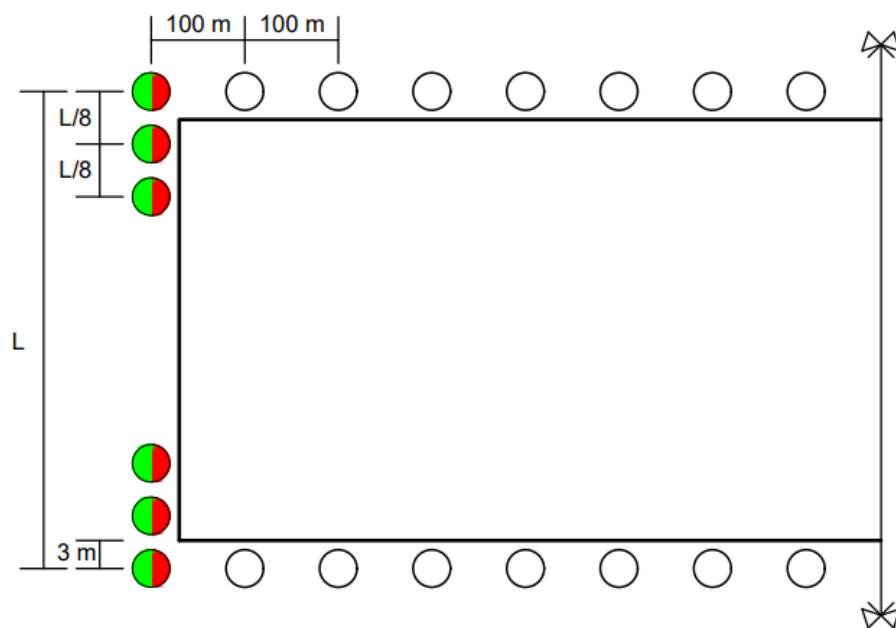


Figura 6 – Sinalização Luminosa para pistas de pouso e decolagem.

### 3.7.1.3 Equipamentos

Primeiramente, para a especificação dos conjuntos, deve-se determinar qual o comprimento da pista, parâmetro necessário para sinalização da borda das bordas, uma vez que a sinalização de cabeceira e fim de pista é composta por 12 luzes, 6 em cada cabeceira, independentemente da largura da pista. Diante disso, a planilha desenvolvida utiliza o comprimento da pista como parâmetro para especificação dos conjuntos.



Posteriormente, foram definidas três categorias distintas de cases:

- Case-1: contém 3 luzes brancas destinadas à sinalização da borda da pista;
- Case-2: contém 3 luzes verde/vermelho destinadas à sinalização de cabeceira e fim de pista;
- Case-3: contém 2 luzes verde/vermelho reservas destinadas à sinalização de cabeceira e fim de pista e 1 controle e 2 carregadores.



Figura 7 – Cases com luzes do SLTA.

Finalmente, utilizando um comprimento de pista de 1430 metros como exemplo, podemos determinar o conjunto de equipamentos necessários para a realização de uma operação de sinalização luminosa de pista de aeródromos em um exercício de campanha da Força Aérea Brasileira utilizando a Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA) descrita no item 3.3.

Conforme o esquema da Figura 6, para uma pista com comprimento de 1430 m, seriam necessárias 28 luzes de sinalização desenhadas às bordas e 12 luzes destinadas à sinalização da cabeceira e fim de pista. As luzes brancas excedentes constituem uma reserva, caso alguma não funcione corretamente.

Tabela 4 - Componentes do conjunto SLTA para aeródromo com pista de 1430 m.

<b>Aeródromo:</b>	<b>Exemplo</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1430</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	10	30	62	620	0,34	3,40
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	44	61	61	0,34	0,34
Haste	1	44	95	95	0,34	0,34
Copo	1	44	33	33	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1106</b>	<b>-</b>	<b>6,12</b>

No Apêndice A, foram gerados conjuntos para os aeródromos do Comando da Aeronáutica (COMAER):

- SBYS - Pirassununga - SP / AFA;
- SBAF - Rio de Janeiro - RJ / BAAF;
- SBAN - Anápolis - GO / ALA2;
- SBCO - Canoas - RS / ALA3;
- SBMN - Manaus - AM / ALA8;
- SNXX - Maxaranguape - RN;
- SBNT - Natal - RN;
- SBSC - Santa Cruz - RJ;
- SBSM - Santa Maria - RS (Compartilhado Público/Militar);
- SSCQ - Saicã - Cacequi - RS;
- SBST - Santos - SP;
- SBCC - Cachimbo, Novo Progresso - PA;
- SNCW - Alcântara - MA;
- SBGW - Guaratinguetá - SP (Compartilhado Público/Militar);
- SBBQ - Barbacena - MG (Compartilhado Público/Militar);
- SBLS - Lagoa Santa - MG;
- SBUA - São Gabriel da Cachoeira - AM;
- SBTS - Tiriós - PA (Compartilhado Público/Militar);
- SWEI - Eirunepé - AM (Compartilhado Público/Militar);

### 3.7.2 Helipontos

### 3.7.2.1 Características Físicas

Segundo o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC nº155 (Helipontos), todo heliponto deve possuir, no mínimo, uma área de aproximação final e decolagem (FATO) que contenha uma área de toque e elevação inicial (TLOF).

A FATO e a TLOF devem ser livres de obstáculos e estabilizadas ou pavimentadas, de forma que os efeitos das rajadas de ar produzidas pelos rotores na superfície do solo não desloquem partículas sólidas.

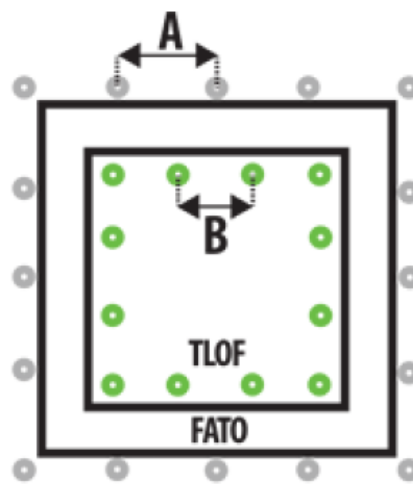


Figura 8 – FATO, TLOF e respectivas sinalizações luminosas (CLAMPCO SISTEMI, 2017).

- FATO: para fins de projeto, a área de aproximação final e decolagem de helipontos ao nível do solo deve ter formato quadrado, retangular ou circular. Além disso, deve ter tamanho suficiente para conter uma circunferência com diâmetro não inferior a 1,5 D do maior helicóptero cuja operação é prevista na área.
- TLOF: para fins de projeto, a área de toque e elevação inicial deve estar contida na FATO. Além disso, deve possuir formato quadrado, retangular ou circular e tamanho suficiente para conter uma circunferência de diâmetro não inferior a 1 D do maior helicóptero cuja operação é prevista na área.

Desta maneira, a configuração que proporciona a sinalização luminosa do modo mais simples é quando consideramos o perímetro da TLOF coincidindo com o da FATO, unindo consequentemente as duas sinalizações necessárias descritas no item 3.6.2.2.

Considerando o H-36 Caracal e o H-60L Black Hawk, tidos como os maiores helicópteros da Força Aérea Brasileira, temos que a maior dimensão (D) de ambas as aeronaves é aproximadamente de 20 m.



Figura 9 – Aeronave H-36 Caracal.



Figura 10 – Aeronave H-60L Black Hawk.

Finalmente, a FATO e a TLOF devem ter formato quadrado, retangular ou circular com tamanho suficiente para conter uma circunferência de diâmetro 30 m.

### 3.7.2.2 Equipamentos

Primeiramente, para a especificação dos conjuntos, consideramos operações em helipontos cujas FATOs e TLOFs possuam formatos quadrados ou circulares.

De acordo com o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC nº155 (Helipontos) e a ICAO - Anex 14 Volume II (Heliports), a sinalização da TLOF deve ser priorizada em detrimento da sinalização da FATO, caso os perímetros sejam muito próximos ou coincidentes.

Nesse caso, temos ainda que TLOF nos formatos quadrados ou circulares devem possuir, no mínimo, 12 e 14 luzes respectivamente, distribuídas uniformemente ao longo do perímetro, com espaçamentos não superiores a 5 m. As luzes devem ser onidirecionais, fixas e na cor verde. (ANAC, 2017b)

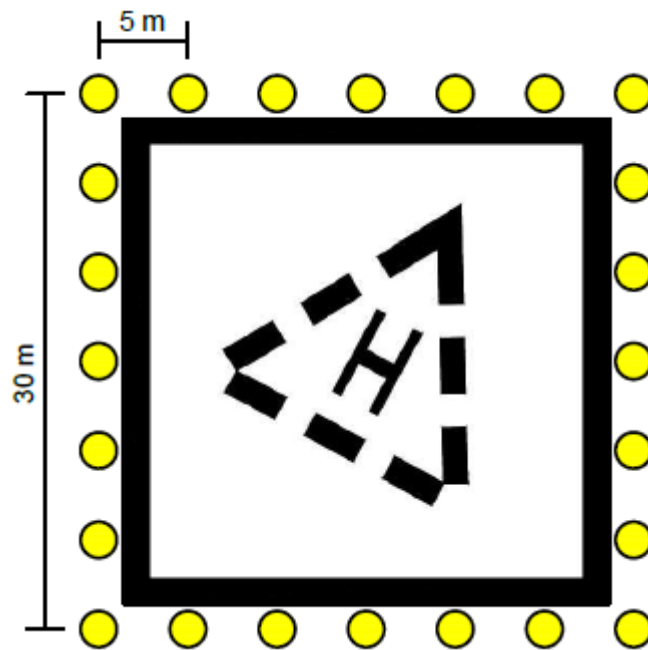


Figura 11 – Sinalização Luminosa para helipontos quadrados.

De acordo com o esquema da Figura 11, é possível observarmos que, para a sinalização luminosa adequada de TLOFs quadradas, serão necessárias no mínimo 24 luzes.

Finalmente podemos determinar o conjunto de equipamentos necessários para a realização de uma operação de sinalização luminosa de helipontos quadrados em um exercício

de campanha da Força Aérea Brasileira utilizando a Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA) descrita no item 3.3.

Tabela 5 - Componentes do conjunto SLTA para helipontos quadrados.

SLTA Heliponto	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	8	24	62	496	0,34	2,72
Case-2	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	26	45	45	0,34	0,34
Haste	1	26	66	66	0,34	0,34
Copo	1	26	29	29	0,34	0,34
Total	12	-	-	685	-	4,08

O Case-1 contém 3 luminárias verdes e 1 carregador enquanto o Case-2 contém 2 luminárias verdes e 1 controle. As duas luminárias verdes do Case-2 são excedentes de reserva, caso alguma outra não funcione corretamente.

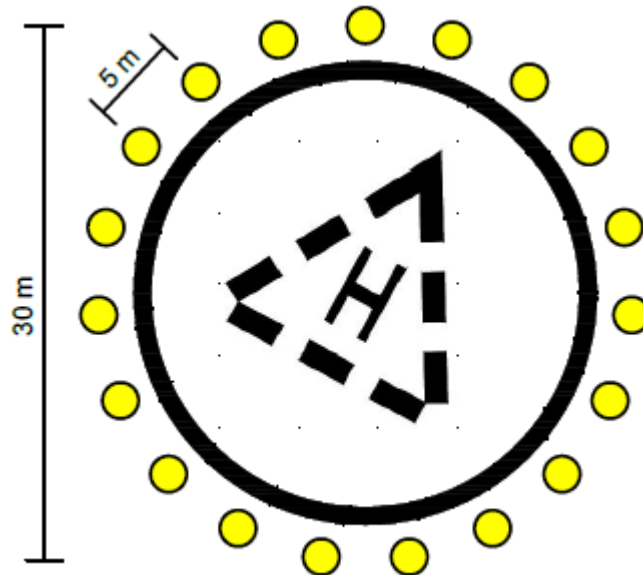


Figura 12 – Sinalização Luminosa para helipontos circulares.

De acordo com o esquema da Figura 12, é possível observarmos que, para a sinalização luminosa adequada de TLOFs circulares, serão necessárias no mínimo 19 luzes igualmente espaçadas em 4,96 cm.

Finalmente podemos determinar o conjunto de equipamentos necessários para a realização de uma operação de sinalização luminosa de helipontos circulares em um exercício de campanha da Força Aérea Brasileira utilizando a Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA) descrita no item 3.3.

Tabela 6 - Componentes do conjunto SLTA para helipontos circulares.

SLTA Heliponto	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	7	21	62	434	0,34	2,38
Flange	1	21	41	41	0,34	0,34
Haste	1	21	57	57	0,34	0,34
Copo	1	21	28	28	0,34	0,34
Total	10	-	-	560	-	3,40

O Case-1 contém 3 luminárias verdes e 1 carregador, em um dos cases deve ser inserido um controle. As duas luminárias verdes excedentes são de reserva, caso alguma não funcione corretamente.

## 4 Reparo de Pista

### 4.1 Concreto Cimento de Cura Rápida (CCCR)

Conforme Batista e Teixeira (2003), a técnica consiste na utilização do concreto de cimento Portland aditivado com acelerador de pega.

Operacionalmente, as etapas são 3:

- Lançamento do concreto

O concreto deve ser lançado o mais próximo possível do seu local definitivo. Em nenhuma hipótese o lançamento deve ocorrer após o início de pega do concreto (ABNT, 2004). Posteriormente, espalhar o material manualmente em faixas de 2,5 m de largura e 15 cm de altura. A aplicação deverá ser feita sobre a superfície limpa e úmida.

Nesta etapa, o maior cuidado é evitar a chamada segregação do concreto, que consiste na separação dos materiais componentes, com o consequente aparecimento de ninhos ou bicheiras, que o adensamento não conseguirá eliminar.

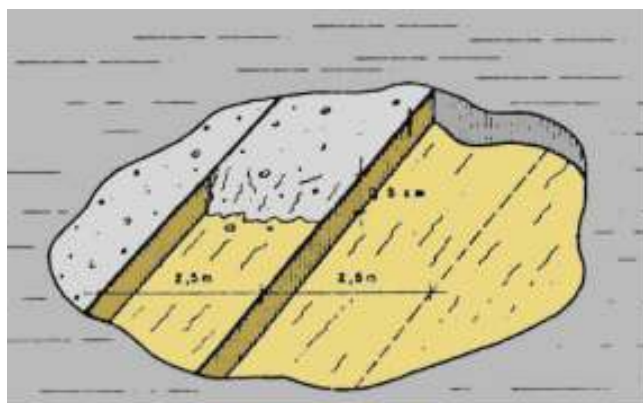


Figura 13 – Esquema de lançamento do concreto.

- Adensamento do concreto

Consiste na movimentação do concreto para eliminar bolhas de ar, espaços vazios e excesso de água do interior da massa, tornando-a mais compacta, com superfície lisa, plana e estática, evitando falhas e garantindo boa qualidade do material acomodado no interior do molde.

Basicamente há dois tipos de vibração de concreto: interna e externa. Na vibração interna, o elemento vibrador é imerso no interior do concreto e as ondas vibratórias se propagam até a superfície. Já na vibração externa é aplicada uma vibração na superfície do concreto ou da forma e as ondas penetram no interior da massa. No processo externo, alguns dos equipamentos utilizados são: régua, plataforma e máquinas vibroacabadoras.

Precauções devem ser tomadas, ao fazer o adensamento: a vibração deve ser feita imediatamente após o seu lançamento, deve-se evitar a trepidação da moldura para



não formar vazios prejudicando a aderência do concreto. O excesso de vibração, pois ele pode causar a separação dos elementos do concreto (ABNT, 2004).

- Regularização da superfície

A régua vibratória, que também pode ser usada para o adensamento externo, permite uma boa regularização da superfície.

#### 4.1.1 Conjuntos de Material

Conforme o manual da Unidade Celular de Engenharia (BRASIL, 2017), deve ser utilizado para utilização do concreto um traço 1 : 1 : 2 (cimento; pedra; areia) e uma proporção 1 : 3 (acelerador : água).

Para a dosagem do concreto utilizou-se o método ABCP/ACI (BOGGIO, 2000) e a NBR 12655 (ABNT, 2015). Posteriormente, gerou-se uma tabela com o material referente a 1,00 m<sup>2</sup> de reparo com altura de 15 cm.

Tabela 7 - Conjunto de Material para execução de CCCR

<b>Material CCCR</b>		
<b>Área de reparo (m<sup>2</sup>)</b>		<b>1,00</b>
<b>Material</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
Cimento	78,26	0,024
Pedra	78,26	0,049
Areia	156,52	0,108
Água	46,96	0,047
Aditivo	15,65	0,014

#### 4.1.2 Conjuntos de Equipamento

- Betoneira: preparo e armazenamento da argamassa.



Figura 14 – Betoneira.

- Gerador: fornecer energia à betoneira.



Figura 15 – Gerador.

- Minicarregadeira com implementos vassoura, concha e retroescavadeira: utilizada para o transporte de materiais e limpeza.



Figura 16 – Minicarregadeira com implemento concha.



Figura 17 – Minicarregadeira com implemento de vassoura mecânica.



Figura 18 – Minicarregadeira com implemento de retroescavadeira.

- Régua vibratória: utilizada para o adensamento do concreto após o lançamento e para o acabamento superficial.



Figura 19 – Régua vibratória.

Tabela 8 – Tabela de equipamento para execução de CCCR.

<b>CCCR</b>				
<b>Equipamento</b>	<b>Modelo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
Betoneira 2CV 220V	400 L CSM	1	188	2,37
Gerador 3,5 kVA	CSM-GM3500	1	46	0,15
Minicarregadeira	5650MC	2	7600	27,93
Implemento vassoura	5650MC	2	800	2,84
Implemento concha	5650MC	2	880	1,89
Implemento retro	5650MC	2	1480	1,58
Régua vibratória	FTT	1	90	0,56
Ferramentas manuais	Pás, enxadas, etc	1	15	0,3
<b>Total</b>	-	-	11099	37,61

## 4.2 Tratamento Superficial Simples (TSS)

A técnica de tratamento superficial, de penetração invertida, é um revestimento constituído de material betuminoso e agregado mineral, no qual o agregado é colocado uniformemente sobre o material asfáltico, aplicado em uma só camada e submetido à operação de compressão e acabamento (BATISTA e TEIXEIRA, 2003).

Algumas considerações gerais para o uso desta técnica são prescritas, como o fato de não permitir a execução dos serviços em dias de chuva, o ligante betuminoso só pode ser aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 100 °C (DNIT, 1997), além de todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra ter que apresentar certificado de análise além de trazer indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

Essa técnica de tratamento resulta em um revestimento com baixa estabilidade e durabilidade, portanto exigindo uma base de boa capacidade de suporte ( $CBR \geq 80\%$ ).

Operacionalmente, as etapas são (DNIT, 1997):

- Limpeza:

Realizar uma varredura da pista imprimada, ou pintada, para eliminar toras as partículas de pó.

- Aplicação do ligante:

O ligante betuminoso deverá ser aplicado de uma só vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Excedentes ou faltas de ligante betuminoso na pista durante as operações de aplicação devem ser evitadas ou corrigidas.

- Espalhamento da camada de agregado:

Deve ocorrer imediatamente após a aplicação do ligante na quantidade indicada no projeto.

- Compressão do agregado:

Iniciar a compressão do agregado, imediatamente, após o seu lançamento na pista. A compressão deve começar pelos bordos e progredir para o eixo.

- Limpeza:

Após a compressão da camada, obtida a fixação do agregado, faz-se uma varredura leve do material solto.

#### 4.2.1 Material

Os ligantes betuminosos a serem empregados podem ser os cimentos asfálticos (CAP-7 ou CAP 150/200), asfaltos diluídos tipo cura rápida (tipo CR-250, CR-800 e CR-3000), asfaltos diluídos tipo cura média (tipo CM-30 e CM-70), emulsões asfálticas (tipo RR-1C e RR-2C) e até ligantes betuminosos modificados (DNIT, 1997).

Os agregados podem ser pedra, escória, cascalho ou seixo rolado, britados. Devem consistir de partículas limpas, duras, resistentes, livres de torrões de argila e substâncias nocivas e apresentar as seguintes características (DNIT, 1997):

- Desgaste de “Los Angeles” igual ou inferior a 40%, admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de utilização anterior terem comprovado desempenho satisfatório;
- Índice de forma superior a 0,5;
- Durabilidade, perda inferior a 12%;
- Granulometria do agregado obedecendo a Tabela 9.

Tabela 9 - Granulometria dos agregados para execução de TSS (DNIT, 1997).

<b>Granulometria dos agregados (% passando em peso)</b>				
<b>Peneiras</b>		<b>Faixas</b>		<b>Tolerâncias da faixa de projeto</b>
<b>pol.</b>	<b>mm.</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	
1"	25,4	-	-	± 7
3/4"	19,1	-	-	± 7
1/2"	12,7	100	-	± 7
3/8"	9,5	85-100	100	± 7
Nº 4	4,8	10-30	85-100	± 5
Nº 10	2,0	0-10	10-40	± 5
Nº 200	0,074	0-2	0-2	± 2

Tabela 10 - Taxas de aplicação e de espalhamento (DNIT, 1997).

TAXAS	
LIGANTE BETUMINOSO	AGREGADO PÉTREO
0,8 l/m <sup>2</sup> a 1,2 l/m <sup>2</sup>	8 kg/m <sup>2</sup> a 12 kg/m <sup>2</sup>

Conforme o Manual da Unidade Celular de Engenharia (BRASIL, 2017), a aplicação do asfalto diluído tipo cura média (CM), de denominação CM-30 ou CM-70, deve ser realizada a uma taxa de 1,2 l/m<sup>2</sup>. Os agregados pétreos devem ser pedrisco e/ou areia. Considerando a taxa de espalhamento do agregado pétreo de 12 kg/m<sup>2</sup> conforme a Tabela 10, temos:

Tabela 11 - Conjunto de Material para execução de TSS.

TSS		
Área de reparo (m <sup>2</sup> )	1	
Material	Peso (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )
Ligante betuminoso	1,65	0,0015
Agregado pétreo	12,00	0,0075

#### 4.2.2 Equipamento

- Veículo automotor: utilizado para transporte de agregado.



Figura 20 – Caminhão basculante.

- Minicarregadeira com implementos vassoura, concha e retrocavadeira: utilizada para o transporte de materiais e limpeza.
- Distribuidor mecânico do agregado mineral: utilizado para espalhamento do agregado.



Figura 21 – Distribuidor mecânico.

- Tanque térmico aquecido com capacidade adequada para depósito do material.



Figura 22 – Caldeira térmica rebocável.

- Tanque equipado com barra espargidora.



Figura 23 – Espargidor de asfalto rebocável.

- Rolos compactadores do tipo tandem.



Figura 24 – Rolo compactador tipo tandem.

Tabela 12 - Conjunto de Equipamento para execução de TSS

<b>TSS</b>				
<b>Equipamento</b>	<b>Modelo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
Minicarregadeira	5650MC	2	7600	27,93
Implemento vassoura	5650MC	2	800	2,84
Implemento concha	5650MC	2	880	1,89
Implemento retro	5650MC	2	1480	1,58
Caminhão basculante	VW17210C	1	16000	63,22
Distribuidor de agregado	DA-800	1	800	2,62
Caldeira térmica rebocável	CTR-3000TF	1	700	13,68
Espargidora rebocável	EP 2500	1	600	13,34
Rolo compactador tandem	CB 214 C	1	2420	7,29
<b>Total</b>	-	-	<b>31280</b>	<b>134,3815</b>



## 5 Conclusão

### 5.1 Síntese

Conforme definido inicialmente, o presente trabalho de graduação se propôs a estudar a Engenharia de Campanha na Força Aérea Brasileira, com foco nas áreas de sinalização luminosa de aeródromos e reparos de emergência, visando ao desenvolvimento e ao aprimoramento dos manuais utilizados atualmente pela FAB através de parâmetros práticos úteis ao planejamento e à mobilização de exercícios de campanha. Diante disso, após uma análise dos materiais fornecidos pela Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica (DIRINFRA), foi feita a identificação de potenciais melhorias a serem efetuadas ao manual existente.

Assim, na área de sinalização luminosa de aeródromos, foi realizada uma análise técnica conforme os regulamentos existentes especificando-se os requisitos mínimos dos sistemas luminosos necessários para operações visuais diurnas e noturnas. Além disso, foram geradas planilhas com conjuntos de equipamentos e seus respectivos parâmetros de quantidade, peso e volume para a utilização do sistema de Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA) em exercícios de balizamento luminoso de pistas de pouso e decolagem de diferentes aeródromos de interesse administrados pelo Comando da Aeronáutica (COMAER) e em exercícios de balizamento luminoso de helipontos. Todas essas informações, juntamente com recomendações de segurança, locação, montagem e operação conforme as normas e manuais do fabricante foram compiladas visando à criação de um capítulo sobre SLTA no manual da Unidade Celular de Engenharia.

Na área de reparos de emergência, foram desenvolvidos conjuntos de materiais e equipamentos aerotransportáveis com seus respectivos parâmetros de quantidade, peso e volume para realização de reparos de emergência em pistas de pouso e decolagem danificadas utilizando-se as técnicas de Concreto Cimento de Cura Rápida (CCCR) e de Tratamento Superficial Simples (TSS). Novamente, essas informações, juntamente com recomendações de execução conforme as normas, foram compiladas com o intuito de aprimorar o capítulo de reparos de emergência do manual da Unidade Celular de Engenharia.

## **5.2 Limitações**

A vastidão e a complexidade de todas as atividades que compõem a Engenharia de Campanha na Força Aérea Brasileira foram um grande limitante uma vez que se pretendia, durante a idealização desse trabalho de graduação, abranger não somente as áreas de sinalização luminosa e reparos de emergência, mas também o estudo de parâmetros relativos às instalações de apoio às tropas desdobradas.

Uma vez que o estudo e a análise técnica das áreas em foco foram realizados tendo como referência majoritária normas de organizações civis, faz-se a ressalva de que, em operações militares extremas, nem sempre existirão meios de cumprir com as recomendações das normas civis.

Além disso, uma outra limitação foi a decisão de focar a análise nos parâmetros de quantidade, peso e volume em detrimento de parâmetros como custo, pessoal e tempo.

## **5.3 Recomendações de trabalhos futuros**

Na área de sinalização luminosa, estudos sobre tecnologias alternativas ao sistema SLTA, como o sistema de luminárias híbridas que utilizam tanto a energia solar quanto fontes de alimentação externa ou luminárias que se comunicam passando comandos umas para as outras aumentando o raio de ação do controlador, seriam de grande importância para nortear futuras aquisições de equipamentos pela FAB.

Além disso, um mapeamento de qual técnica de reparo de emergência é mais indicado para cada um dos aeródromos de interesse FAB baseado em quesitos como tipo de solo local, tipo de pavimento existente e materiais disponíveis no local seria uma grande contribuição para o planejamento de futuras missões dessa finalidade.

## 6 Referências

ADB AIRFIELD SOLUTIONS USA. **Solar Aviation Wireless Light (SAWL) Installation Manual**. Columbus, Ohio. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC 154: Projeto de Aeródromos**. Brasília, DF. 2017a.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC 155: Helipontos**. Brasília, DF. 2017b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento**. Rio de Janeiro. 2015.

BATISTA, N. A.; TEIXEIRA, R. R. **Reparos rápidos em pistas de pouso e decolagem na Amazônia**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos.

BOGGIO, A. J. **Estudo Comparativo de Métodos de Dosagem de Concreto de Cimento Portland**. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UFRGS Program de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre. 2000.

BRASIL. **Comando da Aeronáutica. Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica. MCA 400-7 Manual da Unidade Celular de Engenharia**. São Paulo. 2017.

CLAMPCO SISTEMI. **Surface-level heliport lighting**, 2017. Disponível em: <<http://www.clampco.it/heliport-lighting/surface-heliport-lights.html>>. Acesso em: 01 Nov. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL INFRAESTRUTURA TRANSPORTE. **DNER ES 308/97 Pavimentação - Tratamento Superficial Simples**. Rio de Janeiro, RJ. 1997.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Annex 14, Volume II: Heliports.** Montréal, Quebec. 2009.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Anex14 Volume I: Aerodrome Design and Operations.** Montréal, Quebec. 2016.

## Apêndice A – Conjuntos de SLTA para os aeródromos do Comando da Aeronáutica

### A.1 SBYS - Pirassununga - SP / AFA

Tabela 13 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBYS.

<b>Aeródromo:</b>		<b>SBYS</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2108</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )	
Case-1	15	45	62	930	0,34	5,10	
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36	
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34	
Flange	1	59	74	74	0,34	0,34	
Haste	1	59	120	120	0,34	0,34	
Copo	1	59	36	36	0,34	0,34	
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1457</b>	<b>-</b>	<b>7,82</b>	

### A.2 SBAF - Rio de Janeiro - RJ / BAAF

Tabela 14 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBAF.

<b>Aeródromo:</b>		<b>SBAF</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2001</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )	
Case-1	14	42	62	868	0,34	4,76	
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36	
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34	
Flange	1	56	71	71	0,34	0,34	
Haste	1	56	115	115	0,34	0,34	
Copo	1	56	36	36	0,34	0,34	
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1387</b>	<b>-</b>	<b>7,48</b>	

### A.3 SBAN - Anápolis - GO / ALA2

Tabela 15 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBAN (Cabeceiras 06R/24L).

<b>Aeródromo:</b>		<b>SBAN-1</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2233</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )	
Case-1	16	48	62	992	0,34	5,44	
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36	
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34	
Flange	1	62	77	77	0,34	0,34	
Haste	1	62	124	124	0,34	0,34	
Copo	1	62	37	37	0,34	0,34	
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1527</b>	<b>-</b>	<b>8,16</b>	

Tabela 16 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBAN (Cabeceiras 06L/24R).

<b>Aeródromo:</b>		<b>SBAN-2</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>3300</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )	
Case-1	22	66	62	1364	0,34	7,48	
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36	
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34	
Flange	1	80	92	92	0,34	0,34	
Haste	1	80	154	154	0,34	0,34	
Copo	1	80	41	41	0,34	0,34	
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1948</b>	<b>-</b>	<b>10,20</b>	

### A.4 SBCO - Canoas - RS / ALA3

Tabela 17 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBCO.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBCO</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2750</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	19	57	62	1178	0,34	6,46
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	71	84	84	0,34	0,34
Haste	1	71	139	139	0,34	0,34
Copo	1	71	39	39	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1738</b>	<b>-</b>	<b>9,18</b>

### A.5 SBMN - Manaus - AM / ALA8

Tabela 18 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBMN.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBMN</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2318</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	16	48	62	992	0,34	5,44
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	62	77	77	0,34	0,34
Haste	1	62	124	124	0,34	0,34
Copo	1	62	37	37	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1527</b>	<b>-</b>	<b>8,16</b>

### A.6 SNXX - Maxaranguape - RN

Tabela 19 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SNXX.

<b>Aeródromo:</b>		<b>SNXX</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2200</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )	
Case-1	15	45	62	930	0,34	5,10	
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36	
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34	
Flange	1	59	74	74	0,34	0,34	
Haste	1	59	120	120	0,34	0,34	
Copo	1	59	36	36	0,34	0,34	
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1457</b>	<b>-</b>	<b>7,82</b>	

### A.7 SBNT - Natal - RN

Tabela 20 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBNT (Cabeceiras 16L/34R).

<b>Aeródromo:</b>		<b>SBNT-1</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2600</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )	
Case-1	18	54	62	1116	0,34	6,12	
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36	
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34	
Flange	1	68	82	82	0,34	0,34	
Haste	1	68	134	134	0,34	0,34	
Copo	1	68	38	38	0,34	0,34	
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1667</b>	<b>-</b>	<b>8,84</b>	



Tabela 21 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBNT (Cabeceiras 12/30).

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBNT-2</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1825</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	13	39	62	806	0,34	4,42
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	53	69	69	0,34	0,34
Haste	1	53	110	110	0,34	0,34
Copo	1	53	35	35	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1317</b>	<b>-</b>	<b>7,14</b>

Tabela 22 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBNT (Cabeceiras 16R/34L).

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBNT-3</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1800</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	12	36	62	744	0,34	4,08
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	50	66	66	0,34	0,34
Haste	1	50	105	105	0,34	0,34
Copo	1	50	34	34	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1246</b>	<b>-</b>	<b>6,80</b>

## A.8 SBSC - Santa Cruz - RJ

Tabela 23 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBSC.

<b>Aeródromo:</b>		<b>SBSC</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2739</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )	
Case-1	19	57	62	1178	0,34	6,46	
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36	
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34	
Flange	1	71	84	84	0,34	0,34	
Haste	1	71	139	139	0,34	0,34	
Copo	1	71	39	39	0,34	0,34	
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1738</b>	<b>-</b>	<b>9,18</b>	

### A.9 SBSM - Santa Maria - RS (Compartilhado Público/Militar)

Tabela 24 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBSM (Cabeceiras 11/29).

<b>Aeródromo:</b>		<b>SBSM-1</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2700</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )	
Case-1	18	54	62	1116	0,34	6,12	
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36	
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34	
Flange	1	68	82	82	0,34	0,34	
Haste	1	68	134	134	0,34	0,34	
Copo	1	68	38	38	0,34	0,34	
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1667</b>	<b>-</b>	<b>8,84</b>	

Tabela 25 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBSM (Cabeceiras 02/20).

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBSM-2</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1400</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	10	30	62	620	0,34	3,40
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	44	61	61	0,34	0,34
Haste	1	44	95	95	0,34	0,34
Copo	1	44	33	33	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1106</b>	<b>-</b>	<b>6,12</b>

### A.10 SSCQ - Saicã - Cacequi - RS

Tabela 26 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SSCQ.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SSCQ</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1200</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	8	24	62	496	0,34	2,72
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	38	56	56	0,34	0,34
Haste	1	38	85	85	0,34	0,34
Copo	1	38	32	32	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>966</b>	<b>-</b>	<b>5,44</b>

### A.11 SBST - Santos - SP

Tabela 27 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBST.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBST</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1600</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	11	33	62	682	0,34	3,74
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	47	64	64	0,34	0,34
Haste	1	47	100	100	0,34	0,34
Copo	1	47	34	34	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1176</b>	<b>-</b>	<b>6,46</b>

### A.12 SBCC - Cachimbo, Novo Progresso - PA

Tabela 28 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBCC.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBCC</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2602</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	18	54	62	1116	0,34	6,12
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	68	82	82	0,34	0,34
Haste	1	68	134	134	0,34	0,34
Copo	1	68	38	38	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1667</b>	<b>-</b>	<b>8,84</b>

### A.13 SNCW - Alcântara - MA

Tabela 29 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SNCW.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SNCW</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2600</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	18	54	62	1116	0,34	6,12
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	68	82	82	0,34	0,34
Haste	1	68	134	134	0,34	0,34
Copo	1	68	38	38	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1667</b>	<b>-</b>	<b>8,84</b>

#### A.14 SBGW - Guaratinguetá - SP (Compartilhado Público/Militar)

Tabela 30 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBGW.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBGW</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1551</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	11	33	62	682	0,34	3,74
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	47	64	64	0,34	0,34
Haste	1	47	100	100	0,34	0,34
Copo	1	47	34	34	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1176</b>	<b>-</b>	<b>6,46</b>

#### A.15 SBBQ - Barbacena - MG (Compartilhado Público/Militar)

Tabela 31 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBBQ.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBBQ</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1760</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	12	36	62	744	0,34	4,08
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	50	66	66	0,34	0,34
Haste	1	50	105	105	0,34	0,34
Copo	1	50	34	34	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1246</b>	<b>-</b>	<b>6,80</b>

### A.16 SBLs - Lagoa Santa - MG

Tabela 32 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBLs.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBLs</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1840</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	13	39	62	806	0,34	4,42
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	53	69	69	0,34	0,34
Haste	1	53	110	110	0,34	0,34
Copo	1	53	35	35	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1317</b>	<b>-</b>	<b>7,14</b>

### A.17 SBUA - São Gabriel da Cachoeira - AM

Tabela 33 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBUA.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBUA</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2600</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	18	54	62	1116	0,34	6,12
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	68	82	82	0,34	0,34
Haste	1	68	134	134	0,34	0,34
Copo	1	68	38	38	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1667</b>	<b>-</b>	<b>8,84</b>

### A.18 SBTS - Tiriós - PA (Compartilhado Público/Militar)

Tabela 34 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SBTS.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SBTS</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>1593</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	11	33	62	682	0,34	3,74
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	47	64	64	0,34	0,34
Haste	1	47	100	100	0,34	0,34
Copo	1	47	34	34	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1176</b>	<b>-</b>	<b>6,46</b>

### A.19 SWEI - Eirunepé - AM (Compartilhado Público/Militar)

Tabela 35 - Componentes do conjunto SLTA para o aeródromo SWEI.

<b>Aeródromo:</b>	<b>SWEI</b>		<b>Comprimento (m):</b>		<b>2300</b>	
SLTA Aeródromo	Quantidade de cases	Quantidade de material	Peso Unitário case (kg)	Peso Total (kg)	Volume Unitário case (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Case-1	16	48	62	992	0,34	5,44
Case-2	4	12	62	248	0,34	1,36
Case-3	1	2	49	49	0,34	0,34
Flange	1	62	77	77	0,34	0,34
Haste	1	62	124	124	0,34	0,34
Copo	1	62	37	37	0,34	0,34
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1527</b>	<b>-</b>	<b>8,16</b>



FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 23 de novembro de 2017	3. REGISTRO Nº DCTA/ITA/TC-149/2017	4. Nº DE PÁGINAS 73
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Análise de parâmetros para planejamento e mobilização de Engenharia de Campanha nas áreas de sinalização luminosa e reparos de emergência.			
6. AUTOR(ES): <b>Patricio Ferreira de Almeida Neto</b>			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: 1. Engenharia de Campanha. 2. Reparo de Emergência. 3. Sinalização Luminosa			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Emergência; Aeroportos; Manutenção; Missões; Infraestrutura (transporte); Transportes.			
10. APRESENTAÇÃO: <b>X Nacional</b> <b>Internacional</b> ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Frank Cabral de Freitas Amaral ; coorientador: Andrey Carvalho Figueiredo. Publicado em 2017.			
11. RESUMO: O presente trabalho de graduação tem por objetivo gerar parâmetros relativos ao planejamento e à mobilização para exercícios de engenharia de campanha na Força Aérea Brasileira (FAB) para desenvolver e promover a atualização dos manuais utilizados atualmente, com foco nas áreas de sinalização luminosa de aeródromos e reparos de emergência. Ambas as áreas estão intrinsecamente relacionadas à missão da FAB uma vez que, para a manutenção da soberania do espaço aéreo e para a integração do território nacional, é fundamental que os aeródromos de interesse da FAB estejam operacionais. Diante disso, com o intuito de identificar os parâmetros e práticas com maior relevância para a execução adequada e eficiente das atividades desenvolvidas em exercícios de campanha, estudou-se, através dos materiais e dados coletados com apoio da Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica (DIRINFRA), os procedimentos de planejamento e mobilização para as áreas em foco. Após a identificação de necessidades, foi gerado, como resultado referente à área de sinalização luminosa de aeródromos, um relatório composto, dentre outras informações, de uma análise técnica dos sistemas luminosos conforme regulamentos nacionais e internacionais de aviação civil, e de quantitativos de materiais, equipamentos e pessoal juntamente com parâmetros de peso e volume. Para a área de reparos de emergência, foi gerado um relatório composto de quantitativos de materiais e equipamentos, além de recomendações de execução, referentes às técnicas de concreto cimento de cura rápida e de tratamento superficial simples.			
12. GRAU DE SIGILO: <b>( ) OSTENSIVO ( X ) RESERVADO</b> <b>( ) SECRETO</b>			