

**INSTITUTO FEDERAL
GOIÁS
Câmpus Anápolis**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA MOBILIDADE

**LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
EM PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS: ESTUDO DE CASO DO AEROPORTO
DE NIQUELÂNDIA**

MATEUS FELIPE SOARES DE BRITO

**ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a. Valéria Conceição Mouro Costa
COORIENTADOR: Prof. Dr. Matheus Tabata Santos**

**PUBLICAÇÃO:
ANÁPOLIS,
2022**

MATEUS FELIPE SOARES DE BRITO

**LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
EM PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS: ESTUDO DE CASO DO AEROPORTO
DE NIQUELÂNDIA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil da
Mobilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás - Campus Anápolis, como requisito
parcial para conclusão de curso.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Valéria Conceição Mouro Costa
Coorientador: Prof. Dr. Matheus Tabata Santos

**ANÁPOLIS,
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA

B862I	BRITO, Mateus Felipe Soares de Levantamento e identificação de manifestações patológicas em pavimentos aeroportuários: estudo de caso do aeroporto de Niquelândia / Mateus Felipe Soares de Brito – – Anápolis: IFG, 2022. 61 p. : il. color. Orientadora: Prof. Dra. Valéria Conceição Mouro Costa. Coorientador: Prof. Dr. Matheus Tabata Santos Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil da Mobilidade, Instituto Federal de Goiás, Campus Anápolis, 2022. 1. Infraestrutura aeroportuária. 2. Segurança aeroportuária. 3. Manifestações patológicas. 4. Engenharia. I. COSTA, Valéria Conceição Mouro orien.. II. SANTOS, Matheus Tabata coorien.. III. Título.
CDD 624.1	

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Matheus Rocha Piacenti CRB1/2992
Biblioteca Clarice Lispector, Campus Anápolis
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS

ATA Nº 14/2022.2

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No 10º dia do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e dois, às 10:34 horas, na sala T-601 do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Anápolis, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso do(a) Graduando(a) **Mateus Felipe Soares de Brito** (matrícula 20181060130298) do curso de Engenharia Civil da Mobilidade. A banca foi composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. Matheus Tabata Santos, Prof. Me. Vilson Dalla Libera Junior e Eng. Ricardo Chaveiro Alves, sob a presidência do primeiro. O trabalho de conclusão de curso tem como título "**Levantamento e identificação de manifestações patológicas em pavimentos aeroportuários: estudo de caso do Aeroporto de Niquelândia**", da área de Patologias, sob orientação da Profa. Valéria Conceição Mouro Costa e coorientação do Prof. Dr. Matheus Tabata Santos. Após a apresentação, tendo sido o autor arguido pela Banca Examinadora, a nota obtida foi 7,4 (sete vírgula quatro) e o Trabalho de Conclusão de Curso foi considerado:

- () aprovado
- (X) aprovado com correções
- () reprovado pela banca examinadora.

Encerra-se a presente sessão às 11 horas e 45 minutos. Eu, Prof. Dr. Matheus Tabata Santos, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca e pelo graduando.

Prof. Dr. Matheus Tabata Santos

(Assinado eletronicamente)

Prof. Me. Vilson Dalla Libera Junior

(Assinado eletronicamente)

Eng. Ricardo Chaveiro Alves

(Assinado eletronicamente)

Ricardo Chaveiro Alves

Mateus Felipe Soares de Brito

Mateus Felipe Soares de Brito

(Graduando)

Documento assinado eletronicamente por:

- Vilson Dalla Libera Junior, PROF ENS BAS TEC TECNOLÓGICO-SUBSTITUTO, em 12/12/2022 14:41:29.
- Matheus Tabata Santos, COORDENADOR - FG1 - ANA-CA, em 12/12/2022 14:04:07.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 05/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 352617

Código de Autenticação: 864c421c14





INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Anápolis-GO,
Local

20/12/2022.
Data

Matheus Felipe Soares de Brito

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha mãe, Adélia Brito (*in memoriam*), ao meu pai, Wanilton Brito, a tia Ana Raimunda Brito (*in memoriam*), a tia Carmilene Brito, a madrinha Herika Wanessa Brito e a prima Nikoly Brito.

Essa caminhada acadêmica não tem sido fácil, inicialmente estava próximo ao meus pais na Pontifícia Universitária Católica de Goiás (PUC/GO) em Goiânia/GO, cursando bacharelado em Engenharia Civil. Em dezembro de 2017, encontrei o curso de bacharelado em Engenharia Civil da Mobilidade no Instituto Federal de Goiás (IFG) - Câmpus Anápolis, na qual interessei bastante por conta de ser uma engenharia civil com viés complementar em infraestrutura urbana e transportes. Não tive dúvida alguma, resolvi transferir da PUC Goiás em Goiânia para o IFG em Anápolis.

Devido a questões de alto custo de transporte no deslocamento entre minha casa (em Aparecida de Goiânia-GO) ao IFG Anápolis, resolvi mudar para o município de Anápolis. Aos finais de semana e feriados eu visitava meus pais, familiares e amigos.

Em 15 de março de 2020 tivemos um início de uma grande peste, o tal do novo coronavírus (SARS CoV-2). Essa doença alastrou de forma intensa, uma doença invisível que dizimou muitas famílias. Achávamos seria algo passageiro, no entanto, ela ainda continua. Nessa pandemia retornei para casa e passei a ficar com meus pais, aderi ao ensino remoto emergencial. Minha mãe passou por procedimentos cirúrgicos em fevereiro de 2021, teve alta, porém contraiu o vírus no hospital. No dia 10 de março de 2021 tive a pior notícia que um filho pode receber, hospital ligou avisando que não resistiu, faleceu. Eu, meu pai e minhas tias Ana e Carmilene também contraímos o vírus da minha mãe. Tia Ana estava forte, até tinha testado negativo, no entanto a sequela dessa doença foi terrível, infecção pulmonar atacou drasticamente. Logo após um mês do falecimento da minha mãe, 10 de abril de 2021, recebi mais outra notícia do hospital, ela faleceu.

É uma dor imensa, com Deus, saúde e ao lado dos meus familiares estou aos poucos superando o momento de luto. Agradeço imensamente por estarmos todos juntos em todos os momentos.

Meu muito obrigado,

Um abraço!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar proporcionando saúde, sem Ele jamais teria imaginado e conseguido chegar aqui. Ao meu pai e a minha saudosa mãe que me criaram com muito amor, carinho e me ensinaram os princípios da vida.

Também agradeço imensamente pelo acolhimento que tive no IFG Câmpus Anápolis durante esses anos. Ao meu amigo Luiz Gustavo Ramos (egresso do curso de bacharelado em Engenharia Civil da Mobilidade), na qual conheci no processo seletivo de transferência externa, morei bem próximo da casa dele em Anápolis e cursamos algumas disciplinas juntos.

A professora Valéria Conceição Mouro Costa, em que cursei disciplinas estruturais da área da engenharia civil e tive bons resultados de aprendizado. Ao professor Matheus Tabata Santos, e aos membros da minha banca, professor Vilson Dalla Libera Júnior e ao engenheiro Ricardo Chaveiro Alves.

“Sejam fortes e corajosos. Não tenham medo nem fiquem apavorados por causa delas, pois o Senhor, o seu Deus, vai com vocês; nunca os deixará, nunca os abandonará” (Dt 31:6).

RESUMO

O modal aéreo apresenta características benéficas, bem como percorrer grandes distâncias em curto período, oferecer segurança e pontualidade. O estudo das manifestações patológicas em pavimentos do Aeroporto de Niquelândia é de suma importância, pois através dos dados coletados e analisados, verifica-se a necessidade da realização de manutenções preventivas e corretivas, de forma a conservar as vias e garantir o deslocamento seguro das aeronaves. O levantamento e a identificação das manifestações patológicas foram realizadas pelo método de inspeção visual com auxílio de uma régua acrílica e trena métrica, ambas graduadas. Verificou-se 7 (sete) tipos de manifestações patológicas em pavimentos do Aeroporto. O erro de projeto de implantação do Aeroporto ou má execução de serviço/reparos podem ter contribuído para a observância dos fatos *in loco*.

PALAVRAS-CHAVE: infraestrutura aeroportuária; segurança aeroportuária; manifestações patológicas.

ABSTRACT

The air modal has beneficial characteristics, as well as traveling long distances in a short period of time, offering safety and punctuality. The study of pathological manifestations on the pavements of Niquelândia Airport is of paramount importance, because through the data collected and analyzed, there is a need for preventive and corrective maintenance, to conserve the roads and ensure the safe displacement of aircraft. The survey and identification of pathological manifestations were carried out by the visual inspection method with the aid of an acrylic ruler and metric tape, both graduated. There were 7 (seven) types of pathological manifestations on the floors of the Airport. The error of the airport implementation project or poor execution of service/repairs may have contributed to the observance of the facts *in loco*.

KEY WORDS: airport infrastructure; airport security; pathological manifestations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização de Niquelândia -GO	17
Figura 2 – Letreiro da cidade de Niquelândia - GO	17
Figura 3 – Companhia Níquel Tocantins (CNT): Niquelândia - GO	19
Figura 4 – GO-237 (Av. Anapolina), Niquelândia - GO	20
Figura 5 – Av. Getúlio Vargas, Niquelândia - GO	20
Figura 6 – Vista superior da localização do Aeroporto	21
Figura 7 – Vista superior do Aeroporto	22
Figura 8 – Letreiro do Aeroporto	22
Figura 9 – Configuração Atual do Aeroporto.....	23
Figura 10 – Acesso ao Aeroporto (Rua Aeroporto)	24
Figura 11 – Fachada de acesso ao Aeroporto	24
Figura 12 – Pátio para estacionamento de veículos do Aeroporto	24
Figura 13 – Casa do Guarda-Campo do Aeroporto	25
Figura 14 – Estação de Passageiros do Aeroporto	25
Figura 15 – Placas de advertência do Aeroporto	25
Figura 16 – Seção típica de pavimentos rígidos e flexíveis.	29
Figura 17 – Desgaste superficial forte em pavimento asfáltico.....	35
Figura 18 – Polimento de agregados em pavimento asfáltico.	36
Figura 19 – Exsudação do material betuminoso em pavimento asfáltico	36
Figura 20 – Desagregação superficial média em pavimento asfáltico	37
Figura 21 – Afundamento plástico alto nas trilhas de roda do pavimento asfáltico.....	37
Figura 22 – Afundamento pontual de intensidade alta em pavimento asfáltico.....	38
Figura 23 – Fluência em extremidade de via pavimentada.	38
Figura 24 – Trincas do tipo couro de jacaré de intensidade média	39
Figura 25 – Trincas leves relacionadas a movimentação térmica em pavimento asfáltico	40
Figura 26 – Trincas em pavimento rígido localizadas em pátios de estacionamento de aeronaves.	40
Figura 27 – Juntas não seladas e trincas em pavimento de concreto (pátio).....	41
Figura 28 – Esborcinamento em placa de concreto	42
Figura 29 – Formação de grande buraco com desprendimento de material asfáltico.	42
Figura 30 – Remendo em pavimento asfáltico.	43
Figura 31 – <i>Grooving</i> em PPD colmatado por borracha	43

Figura 32 – Empoçamento médio de água na PPD.	44
Figura 33 – Descolamento pontual intenso.	44
Figura 34 – Acúmulo de borracha em pavimento de PPD.	45
Figura 35 – Presença de pedriscos soltos sobre a PPD.....	45
Figura 36 – Acúmulo de óleo/combustível.	46
Figura 37 – Bombeamento de finos.....	46
Figura 38 – Trinca longitudinal na PPD	49
Figura 39 – Trincas de couro jacaré na cabeceira 02	49
Figura 40 – Acúmulo visual de borracha na cabeceira 20.....	50
Figura 41 – Acúmulo visual da borracha no pátio.....	51
Figura 42 – Afundamento pontual na cabeceira 20.....	51
Figura 43 – Remendo com desnível em PPD	52
Figura 44 – Buraco próximo do acostamento da PPD	52
Figura 45 – Buraco na PPD	53
Figura 46 – Buraco no pátio das aeronaves.....	53
Figura 47 – Desgaste superficial na PPD	54
Figura 48 – Desagregação superficial na PPD	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações gerais sobre o Aeroporto.....	26
Tabela 2 – Área de movimento do Aeroporto	26
Tabela 3 – Área do terminal do Aeroporto.....	26
Tabela 4 – Serviços do Aeroporto	26
Tabela 5 – Obstáculos à operação no Aeroporto.....	27
Tabela 6 – Volume Anual de Passageiros (embarcados e desembarcados) do Aeroporto.....	27
Tabela 7 – Movimento Anual de Aeronaves (pouso e decolagem) do Aeroporto	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACN – *Aircraft Classification Number*

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

ASTM – *American Society for Testing and Materials*

CPA – Camada Porosa de Atrito

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EPL - Empresa de Planejamento e Logística

FOD – Foreign Object Debris

FAA – Federal Aviation Administration

FT – *Foot* (pé), equivalente a 0,304 m.

FWD – *Falling Weight Deflectometer*

GCOP – Gerência de Certificação e Segurança Operacional

GPR – Ground Penetrating Radar ou Geo-radar

IAC – Instrução de Aviação Civil

ICAO – *International Civil Aviation Organization*: (Organização Internacional da Aviação Civil – OACI)

IN – *Inch* (polegada: "), equivalente a 0,0254 m.

M&R – Manutenção e Restauração

ONTL – Observatório Nacional de Transporte e Logística

PAD – Pista de Pouso e Decolagem

PCI – *Pavement Condition Index*

PCN – *Pavement Classification Number*

PPD – Pista de Pouso e Decolagem

RBAC – Regulamento Brasileiro de Aviação Civil

SGPA – Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários

SIA – Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo Geral	15
2.2. Objetivos Específicos	15
3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	16
4. REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1. Aspectos Gerais do Município de Niquelândia-GO	17
4.2. Aspectos Gerais do Aeroporto de Niquelândia	21
4.3. Pavimentos Aeroportuários	27
4.4. Características dos Pavimentos Aeroportuários	29
4.4.1. Capacidade de suporte	29
4.4.2. Resistência à derrapagem	30
4.4.3. Irregularidade longitudinal	31
4.4.4. Danos por Objetos Estranhos.....	31
4.4.5. Importância da drenagem	32
4.5. Dimensionamento de Pavimento Aeroportuário no Brasil	32
4.5. Relação entre os Pavimentos Aeroportuários e os Rodoviários	33
4.7. Sistemas de Gerência de Pavimentos Aeroportuários	33
4.7.1. Conceituação.....	33
4.7.2. Objetivos do Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários	34
4.7.3. Componentes do Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários	34
4.7.4. Manutenção e reabilitação de pavimentos	34
4.8. Patologias de Pavimentos Aeroportuários	35
4.8.1. Defeitos de superfície	35
4.8.2. Deformação superficial.....	37
4.8.3. Trincas e fissuras	38
4.8.4. Remendos e buracos	42
4.8.5. Grooving ou Camada Porosa de Atrito (CPA) sujo/colmatados	43
4.8.6. Empoçamentos.....	44
4.8.7. Descolamento da camada asfáltica	44
4.8.8. Acúmulo visual de borracha	45

4.8.9. Pedriscos	45
4.8.10. Acúmulo de óleo ou combustível	45
4.8.11. Bombeamento de finos	46
4.9. Inspeção em Pavimento Aeroportuário	46
5. MATERIAIS E MÉTODOS	48
5.1. Materiais	48
5.2. Métodos	48
6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
6.1. Trincas	49
6.2. Acúmulo visual da borracha	50
6.3. Afundamento pontual e remendo com desnível	51
6.4. Buracos	52
6.5. Desgaste Superficial e Desagregação Superficial	54
7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1. INTRODUÇÃO

A história da aviação tem início em 23 de outubro de 1906, no campo de Bagatelle, Paris, França, quando Alberto Santos-Dumont conseguiu taxiar, decolar, voar nivelado e posar com um aparelho que se deslocava com recursos próprios. Através da genialidade de um brasileiro, passamos a escrever um novo rumo da história dos transportes de forma definitiva (FAJER, 2009).

O setor de aviação no Brasil iniciou-se pelo interesse militar em fundar uma escola de aviação voltada para serviços do Exército e da Marinha. A evolução do setor aeroportuário no país vem acompanhada de diversos benefícios, inicialmente o modal, que realizava o transporte de malotes de cartas, até chegar ao patamar de hoje, como no transporte de pessoas e cargas. O modal aeroportuário, que contribui de forma intensa no desenvolvimento socioeconômico do país, ademais promovendo o intercâmbio sociocultural e, consequentemente, fortalecendo as economias locais de cada região (MATTOS, 2007).

O Aeroporto Santos Drummond é o primeiro aeroporto civil do Brasil, idealizado pelo urbanista francês Alfred Agache, no início da década de 1930, inaugurado em 1936. No início, a aviação comercial empregava hidroaviões, que atracavam no mesmo local, com uma pista de 400m de comprimento. A região foi aterrada a partir de 1934 e a pista passou para 700m. A demanda de passageiros na primeira linha comercial (Rio de Janeiro-São Paulo) aumentou, necessitando de uma ampliação da pista para 1050m e da construção de uma estação de passageiros (MATTOS, 2007).

O transporte aéreo é essencial para desenvolvimento econômico e social de um país, em decorrência da possibilidade de conexões rápidas, facilita o deslocamento de pessoas e bens, permite o fluxo de agentes de negócios e impulsiona as atividades comerciais e o turismo (EPL, 2022).

Assim, como toda e qualquer obra, a vida útil, segundo a NBR 15553, vida útil é a medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes, ou seja, o período em que estes elementos se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, considerando a devida realização dos serviços de manutenção, conforme especificado no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção da Edificação (ABNT, 2013). O uso e a manutenção adequada das pistas aeroportuárias prolongam essa vida útil, evitando a ocorrência de acidentes.

Segundo Bolina (2019), patologia das construções é a ciência que procura, de forma sistêmica, estudar os defeitos incidentes nos materiais construtivos, componentes e elementos,

ou na edificação como um todo, buscando diagnosticar as origens e compreender os mecanismos de deflagração e de evolução do processo patológico, além das suas formas de manifestação e as manifestações patológicas são as anomalias, deficiências ou "doenças", que se observam superficialmente nos elementos.

O Sistema de Gerência de Pavimento (SGP) é um conjunto amplo e coordenado de atividades integradas com planejamento, construção, manutenção, avaliação e pesquisa, associados a um banco de dados, objetivando otimizar os recursos para o estabelecimento de programas de manutenção, proporcionando conforto e segurança ao usuário (HAAS *et al.*, 1994).

O Brasil conta com a segunda maior infraestrutura aeroportuária do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos da América (CIA, 2021). Segundo dados coletados até julho de 2021 e divulgados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o país conta com 3262 aeródromos registrados, sendo 2759 privados e 503 públicos.

No entanto, percebe-se que todos os aeródromos necessitam constantemente de reparos nas pistas de pouso e decolagem, cabeceiras e pátio de aeronaves, de forma a realizar a terapia das manifestações patológicas encontradas, buscando manter de forma segura a operação das aeronaves.

Em virtude da busca de melhoria contínua do nível de serviço e da segurança da infraestrutura aeroportuária, é de suma importância realizar o levantamento e a identificação das manifestações patológicas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

Levantar e identificar as manifestações patológicas em pavimentos aeroportuários do Aeroporto de Niquelândia, propondo soluções de forma a buscar a conservação das vias.

2.1. Objetivos Específicos

São considerados como objetivos específicos:

- Fazer uma revisão bibliográfica sobre as principais patologias incidentes nos pavimentos aeroportuários;
- Levantar e identificar as manifestações patológicas encontradas no estudo de caso;
- Analisar as manifestações patológicas encontradas em pavimentos (pista de pouso e decolagem, cabeceira e pátio de aeronaves) do Aeroporto de Niquelândia.

3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

No capítulo 1, introduz o tema do estudo.

No capítulo 2, apresenta ao leitor os objetivos da pesquisa.

No capítulo presente, demonstra a estrutura do trabalho.

No capítulo 4, realiza-se revisões bibliográficas sobre os aspectos gerais do município de Niquelândia-GO, do Aeroporto de Niquelândia, os pavimentos aeroportuários e suas características, a relação com os pavimentos rodoviários e principais patologias existentes.

No capítulo 5, apresenta os materiais e métodos que serão utilizados para o levantamento das manifestações patológicas em pavimentos.

No capítulo 6, expõe (através de registros fotográficos) e analisa as manifestações patológicas encontradas em pavimentos, de modo a mitigar a ocorrência destas de forma agressiva e conservar as vias do Aeroporto para trafegabilidade segura das aeronaves.

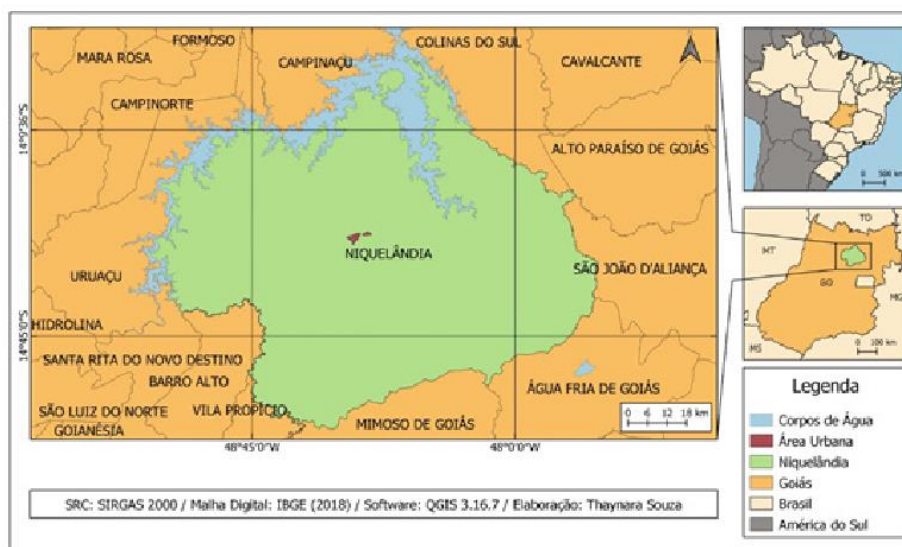
As conclusões e as sugestões para trabalhos futuros serão discutidas no capítulo 7.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Aspectos Gerais do município de Niquelândia-GO

O município de Niquelândia – GO (figura 1) é um município goiano situado na mesorregião do norte goiano e na microrregião de Porangatu, distante, aproximadamente, 330 km da capital (Goiânia), tendo como principais vias de acesso as rodovias GO-237, BR-414 e BR-153. Sua população foi estimada, em 2021, em 47.064 habitantes, distribuídos em um território de 9.846,293 km². A densidade demográfica estimada, em 2021 é de 4,78 hab/km² (IBGE, 2022).

Figura 1 – Localização de Niquelândia – GO



Fonte: GOIÁS (2022).

Figura 2 – Letreiro da cidade de Niquelândia – GO



Fonte: autoria própria (2022).

Na figura 2, o letreiro está localizado em rotatória que liga a cidade (acesso a Av. Bernardo Sayão) com a GO-237 (Av. Anapolina) e a BR-414.

Historicamente, a origem remete ao ano de 1735, com um povoado impulsionado pela busca do ouro de aluvial e, mais tardiamente, pela exploração de níquel. Por isso o lugar recebeu o nome de Niquelândia, em homenagem ao minério da região. Assim, quem nasce em Niquelândia é intitulado como niquelandense (NIQUELÂNDIA, 2022).

Quando Manuel Rodrigues Tomar e Antônio de Sousa Bastos foram para o norte goiano em busca de riquezas, chegaram ao atual município de Traíras, fundaram uma vila e obtiveram um grande desenvolvimento para a região, considerada uma das vilas mais desenvolvidas do estado de Goiás naquela época. Curiosamente, foi por um dia a capital do império brasileiro (NIQUELÂNDIA, 2022).

Em 1755, fundou-se o povoado de São José do Tocantins – nas margens do Rio Bacalhau, onde logo fundam a igreja de São José, a popular Matriz – como distrito de Traíras, sendo elevado à categoria de vila e sede do município, pela Resolução Provincial de 1º de abril de 1833. Tal fato acarretou o desmembramento de Traíras, tornando-o distrito (AGM, 2022; NIQUELÂNDIA, 2022).

Anos mais tarde, na divisão administrativa e judiciária do estado, em virtude da descoberta do minério de níquel, nos primeiros anos do século XX, a vila cresceu rapidamente. Em 1904, ocorre o grande salto, com a descoberta de níquel na Serra da Jacuba, novas prospecções mostraram uma diversidade mineral incrível, com a produção de cobre, cobalto, ferro, maganês, cristal, diamante, amianto e até urânio, base para produção de energia nuclear, hoje explorados pelo grupo *Votorantin* (antiga Companhia Níquel Tocantins – figura 3) e *Anglo American* (NIQUELÂNDIA, 2022).

Pelo Decreto-Lei Estadual do Estado de Goiás de n.º 1.233, de 31 de outubro de 1938, o distrito de Mimoso foi extinto, sendo seu território anexado ao distrito sede do município de São José do Tocantins (GOIÁS, 1938). Pelo Decreto-Lei n.º 8.305, de 31 de dezembro de 1943, o município de São José do Tocantins passou a se denominar Niquelândia, e o distrito de Traíras a se chamar Tupiraçaba (GOIÁS, 1943).

Figura 3 – Companhia Níquel Tocantins (CNT): Niquelândia - GO



Fonte: IBGE (2022).

Sendo assim, na divisão territorial de 2001, o município foi constituído por quatro distritos: Niquelândia; São Luiz do Tocantins (ex-Muquém), estabelecido pela Lei Municipal n.º 2, de 25 de novembro de 1952; Tupiraçaba e Vila Taveira, criada pela Lei Estadual n.º 7.196, de 12 de novembro de 1968 (GOIÁS, 1968), retificada pela Lei Estadual n.º 8.111, de 14 de maio de 1976. Curiosamente, pela Lei Estadual n.º 8.004, de 26 de novembro de 1975 (GOIÁS, 1975), retificada pela Lei Estadual n.º 8.111, o distrito de Mimoso deixou de pertencer ao município de Niquelândia para ser anexado ao município de Padre Bernardo (GOIÁS, 1976).

Em todos os aspectos a natureza foi generosa com Niquelândia, sua área ocupa a bacia Tocantins-Araguaia, com mais de 100 mananciais e grandes rios como o Trairá e o Maranhão. Niquelândia abriga ainda os lagos Serra da Mesa, Lagoa Azul e a Belíssima Lagoa Santa, além Grutas e Cachoeiras, que sustentam imenso potencial turístico. Na zona urbana, destacam-se as construções históricas, como Igreja de Santa Efigênia, construída por escravos, membros da Irmandade dos Congos. O Casarão Secular, o Centro Cultural José Ermínio de Moraes, a Igreja Matriz São José, a Praça no Traíras, a Rua direita, a GO-237 (figura 4), a Av. Getúlio Vargas (figura 5) e entre outras (adaptado de NIQUELÂNDIA, 2022).

Figura 4 – GO-237 (Av. Anapolina), Niquelândia - GO



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 5 – Av. Getúlio Vargas, Niquelândia - GO



Fonte: autoria própria (2022).

Segundo o Sindicato das Indústrias Extrativas do Estado de Goiás e do Distrito Federal (SIEEG), Goiás é o maior produtor de minério de níquel do Brasil e detém 74% das reservas brasileiras do mineral que estão localizadas em Niquelândia, Barro Alto e Iporá e são responsáveis por 82% da produção nacional.

A *Anglo American*, uma das maiores empresas de mineração do mundo, tem duas unidades de produção de níquel no Estado: a Codemin e o Projeto Barro Alto, em Niquelândia. A produção em 2021 foi de 41,7 mil toneladas e, para este ano, a estimativa da empresa está entre 40 mil e 42 mil toneladas. Ambas as previsões estão sujeitas ao comportamento da pandemia de Covid-19 e às demais questões de mercado e operações (*Anglo American Brasil*, 2022).

4.2. Aspectos Gerais do Aeroporto de Niquelândia

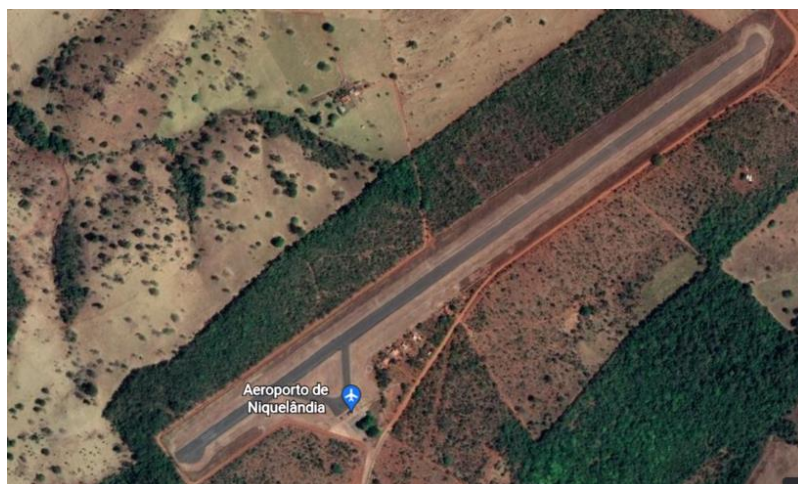
O Aeroporto de Niquelândia (anteriormente denominado como Aeroporto Municipal de Niquelândia – Delfino Curado Adorno), construído com apoio da Companhia Níquel Tocantins (CNT), classificado pela Aviação Civil com aeroporto regional de pequeno porte, situa-se ao norte da cidade e está a 3km do perímetro urbano, sendo acessado por via municipal pavimentada (Rua Aeroporto). As figuras 6 e 7 demonstram a localização do Aeroporto pela vista superior e a figura 8 o letreiro do Aeroporto. O Aeroporto possui pistas de pouso e decolagem, cabeceiras e pátio na qual são classificados com pavimentos flexíveis do tipo Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ). A pista de pouso e decolagem tem atualmente dimensões de 1479 m (comprimento) e 18 m (largura), o projeto de inicial de implantação seria uma pista com 1500 m de comprimento.

Figura 6 – Vista superior da localização do Aeroporto



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 7 – Vista superior do Aeroporto



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 8 – Letreiro do Aeroporto

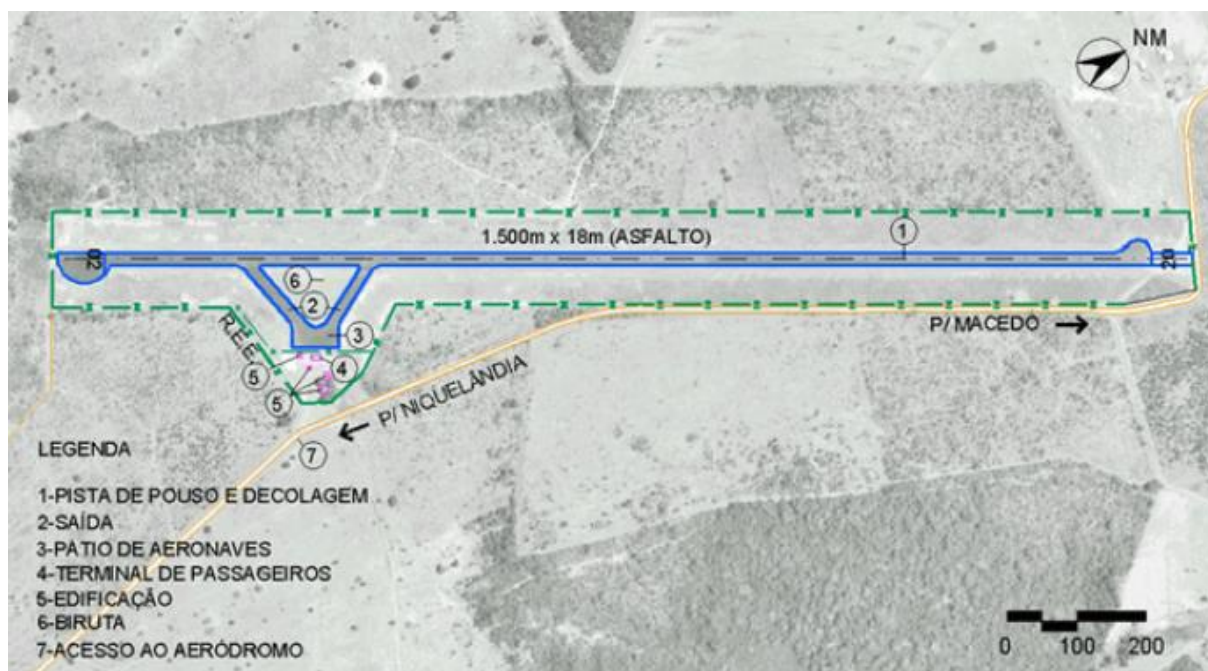


Fonte: autoria própria (2022).

O uso do solo no entorno do aeródromo é rural, compatível, portanto, com as operações aeronáuticas. A área do aeroporto (figura 9) possui pista de pouso e decolagem, pátio de aeronaves, terminal de passageiros: Estação de Passageiros (TEPAX), edificação (casa do Guarda-Campo para colocação de vigias à conservação de patrimônio público) e biruta. O Aeroporto possui uma pista ideal para o VFR (*Visual Flight Rules*) – voo visual, na qual o piloto voa de ponto a ponto, orientando pelas referências visuais externas (ABAG, 2018).

Os serviços de exploração, manutenção e conservação do aeródromo está sob a responsabilidade da Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA) desde 2013, através de um convênio da extinta Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC) – órgão da ANAC – firmado com o Estado de Goiás.

Figura 9 – Configuração Atual do Aeroporto



Fonte: IAC (1998).

O relevo apresenta-se bastante acidentado com vegetação de grande porte (árvores e eucaliptos), localizada principalmente nas laterais e no prolongamento da cabeceira 02. As possibilidades de expansão deste aeródromo são boas, havendo apenas uma pequena depressão no prolongamento da cabeceira 02 e uma via em terra no final da cabeceira 20 (IAC, 1998).

O registro fotográfico do acesso ao Aeroporto pela Rua Aeroporto (figura 10), fachada de acesso (figura 11), pátio para estacionamento de veículos (figura 12), casa do Guarda-Campo (figura 13), Estação de Passageiros (figuras 14a e 14b) e Placas de Advertência (figura 15).

Figura 10 – Acesso ao Aeroporto (Rua Aeroporto)



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 11 – Fachada de acesso ao Aeroporto



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 12 – Pátio para estacionamento de veículos do Aeroporto



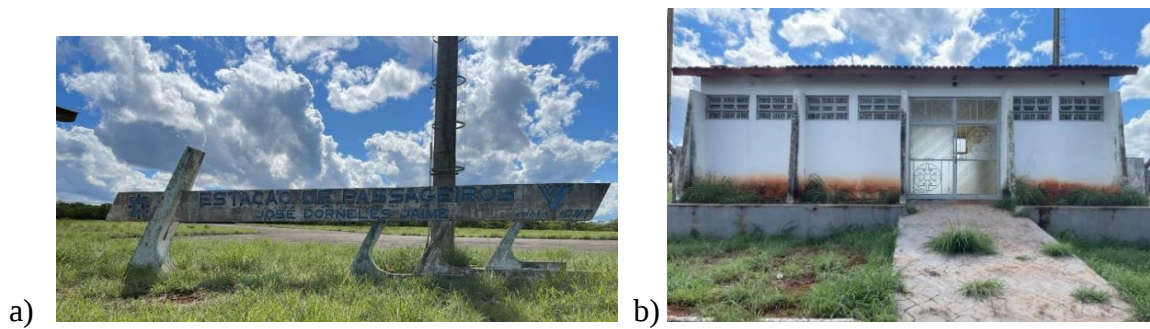
Fonte: autoria própria (2022).

Figura 13 – Casa do Guarda-Campo do Aeroporto



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 14 – Estação de Passageiros do Aeroporto



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 15 – Placas de advertência do Aeroporto



Fonte: autoria própria (2022).

As informações sobre o Aeroporto foram extraídas pela IAC, seguem as tabelas de informações gerais (tabela 1), área de movimento (tabela 2), área do terminal (tabela 3), serviços (tabela 4), obstáculos (tabela 5), movimento anual de passageiros (tabela 6) e movimento anual de aeronaves (tabela 7).

Tabela 1 – Informações gerais sobre o Aeroporto

INDICADOR ICAO	SWNQ
PROPRIEDADE	Prefeitura Municipal
ADMINISTRAÇÃO	GOINFRA
ÁREA PATRIMONIAL (ha)	36,25
ALTITUDE (m)	840
TEMP. DE REFERÊNCIA (°C)	30,2
CÓDIGO DE REFERÊNCIA	2
TIPO DE OPERAÇÃO	VFR Diurno

Fonte: Adaptado de IAC (1998) e ANAC (2020).

Tabela 2 – Área de movimento do Aeroporto

PISTA PPD	ORIENTAÇÃO	02/20
	DIMENSÕES (m x m)	1 479 x 18, asfalto
	SUPORTE	5 700kg/0,50MPa
PISTA DE TÁXI	DIMENSÕES (m x m)	114 x 20/ 100 x 20
PÁTIO DE AERONAVES	DIMENSÕES (m x m)	40 x 60
	ÁREA (m²)	2.400,00

Fonte: Adaptado de IAC (1998) e ANAC (2020).

Tabela 3 – Área do terminal do Aeroporto

TEPAX (m²)	130,00
EST. DE VEÍCULOS (m²)	1.380,00
HANGARES (quantidade)	-
OUTRAS EDIFICAÇÕES	4

Fonte: IAC (1998).

Tabela 4 – Serviços do Aeroporto

ABAST. DE COMBUSTÍVEL	-
AUXÍLIOS E ILUMINAÇÃO	S2, S3, S4, S6, L2, L3, L4, L5, L7, L8, FR, biruta
SERVIÇO CONTRA-INCÊNDIO	-

Fonte: IAC (1998).

Tabela 5 – Obstáculos à operação no Aeroporto

FAIXA DE PISTA	CAB. 02	vegetação
	CAB. 20	-
	LAT. DIR.	vegetação, elevação
	LAT. ESQ.	vegetação
APROXIMAÇÃO/ DECOLAGEM	CAB. 02	vegetação, cerca
	CAB. 20	via em terra
TRANSIÇÃO	LAT. DIR.	vegetação alta
	LAT. ESQ.	vegetação alta

Fonte: IAC (1998).

Tabela 6 – Volume Anual de Passageiros (embarcados e desembarcados) do Aeroporto

Aviação Doméstica Regional			
Ano	Pessimista	Média	Otimista
2003	4.654	5.346	5.987
2008	5.450	6.260	7.011
2018	6.862	7.882	8.827

Fonte: IAC (1998).

Tabela 7 – Movimento Anual de Aeronaves (pouso e decolagem) do Aeroporto

Aviação Doméstica Regional					Aviação Geral		
Ano	Pessimista	Média	Otimista	Limite de Assentos	Pessimista	Média	Otimista
2003	621	713	798	19	150	159	167
2008	727	835	935	21	161	171	179
2018	915	1.051	1.177	24	177	188	197

Fonte: IAC (1998).

4.3. Pavimentos Aeroportuários

Para SOUZA (1980), pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem, por meio de camadas de vários materiais de diferentes características de resistência e deformabilidade. Esta estrutura, assim constituída, apresenta um elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo das tensões e deformações.

Segundo a NBR 7207 (ABNT, 1982) tem-se a seguinte definição: "O pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a:

- a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- c) Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

Os pavimentos são divididos basicamente em três tipos, conforme o DNIT (2006), tais como: flexível, semirrígido e rígido.

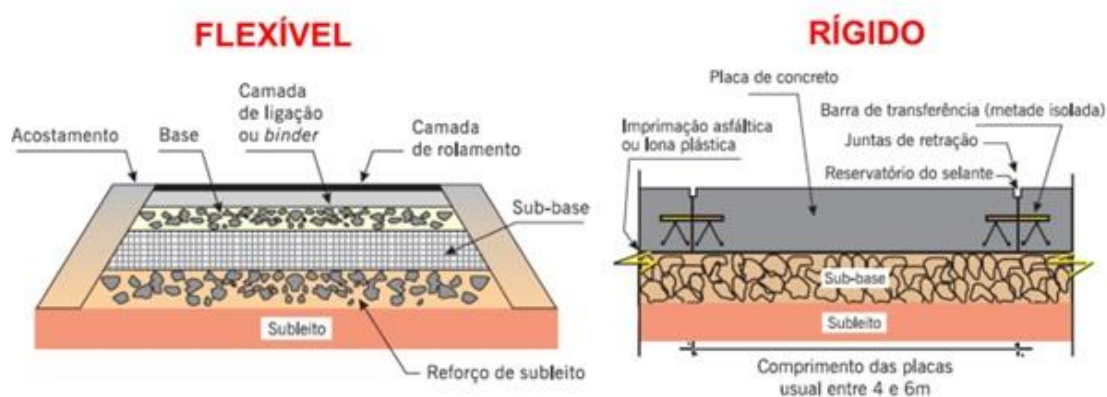
O pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (DNIT, 2006). O processo executivo do pavimento de Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ), segue os seguintes passos: Imprimação; pintura de ligação; lançamento do CBUQ; compressão e compactação do CBUQ (BERNUCCI *et al.*, 2008).

O pavimento semirrígido caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica (DNIT, 2006).

O pavimento rígido é aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado (DNIT, 2006). Será apresentado o processo executivo com equipamento de fôrma-deslizante, que segue os seguintes passos: lançamento, distribuição e adensamento; corte de juntas; cura e selagem de juntas; nivelamento; acabamento (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Segundo Bernucci *et al.* (2008), a principal diferença entre os pavimentos flexível e rígido (figura 16) é a distribuição de tensões nas camadas subjacentes. O pavimento flexível funciona como camada de rolamento, e quem absorve os esforços devido ao tráfego é a fundação. Enquanto no pavimento rígido, a camada de rolamento também funciona como estrutura, redistribuindo os esforços e diminuindo a tensão imposta à fundação.

Figura 16 – Seção típica de pavimentos flexíveis e rígidos



Fonte: BERNUCCI *et.al* (2008).

A realização de toda e qualquer viagem aeroportuária necessita-se de uma pista pavimentada para a realização de manobra da aeronave, pouso e decolagem. Estes pavimentos devem ser constituídos de uma superfície estável, regular e resistente à derrapagem. Além disso, a qualidade e a espessura do pavimento devem garantir que ele não falhe, sob a ação das cargas impostas pelo tráfego e outros agentes deteriorantes (FAA, 2014).

4.4. Características dos Pavimentos Aeroportuários

Os pavimentos aeroportuários devem propiciar aos seus usuários um elevado nível de serviço, obedecendo a condições operacionais, de segurança e de qualidade necessárias, contribuindo de forma positiva com a segurança das operações de pouso e decolagem e mitigando possíveis ocorrências de acidentes e/ou incidentes de aeronaves (OLIVEIRA, 2009).

Os pavimentos aeroportuários apresentam similaridades com os pavimentos rodoviários em termos do tipo de materiais e serviços utilizados na sua constituição e aplicação, mas diferem, consideravelmente, na magnitude da carga aplicada, na pressão dos pneus, na seção geométrica do pavimento e no número de repetições de carga durante sua vida útil.

4.4.1. Capacidade de suporte

O pavimento aeroportuário deve possuir a capacidade de suporte necessária para resistir às cargas atuantes das movimentações das aeronaves para pouso, decolagem, taxiamento e manobra.

Segunda a emenda nº 7 aos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil (RBAC) de nº 154, a resistência, ou capacidade de suporte, de um pavimento deve ser aferida e divulgada, observado o disposto em regulamento específico, para a manutenção em aeródromos. Devem ser observados os seguintes padrões mínimos:

- (a) A resistência de pavimentos destinados a aeronaves com peso de rampa superior a 5.700 kg deve ser divulgada utilizando-se o método ACN-PCN, na qual devem ser expressas através do Número de Classificação de Pavimentos (PCN) com as necessidades da aeronave expressas através do Número de Classificação de Aeronaves (ANC);
- (b) A resistência de pavimentos destinados a aeronaves com peso de rampa igual ou inferior a 5.700 kg deve ser divulgada informando-se o peso máximo permitido da aeronave e a pressão máxima permitida dos pneus.

4.4.2. Resistência à derrapagem

A aderência da pista de pouso e decolagem significa a propriedade física caracterizada pela força de contato entre os pneus da aeronave e a superfície da camada de rolamento do pavimento da pista, que assegura à aeronave resistência à derrapagem e controle direcional. As condições de aderência da pista de pouso e decolagem são fornecidas pela textura superficial (microtextura e macrotextura), pelo atrito e pela irregularidade longitudinal (ANAC, 2019).

A microtextura e macrotextura dependem da aspereza e rugosidade dos agregados e constituição da mistura do revestimento (BERNUCCI *et al.*, 2008). A microtextura possui comprimentos de ondas menores que 0,5mm e a macrotextura, de 0,5 mm até 50 mm. Para Rodrigues Filho (2006), a microtextura está associada à superfície do agregado e a macrotextura é representada pela altura média, em mm, do relevo da superfície.

A macrotextura e a microtextura estão diretamente ligadas ao fenômeno de aderência pneu-pavimento em pistas com lâmina d'água. Enquanto a microtextura é responsável pela ruptura da película d'água que se forma entre o pneu e o pavimento molhado, a macrotextura está associada ao tempo de drenagem desta mesma lâmina de água (PEREIRA, 2010).

A macrotextura refere-se às irregularidades de textura de escala grosseira da superfície do pavimento que afeta o seu atrito (MATAEI *et al.*, 2018). Em condições molhadas, a camada de água age como um lubrificante e reduz o contato entre os pneus e a superfície do revestimento (GERARDO, YINGJIAN e AL-QADI, 2005). Portanto, a macrotextura está associada à capacidade de drenagem da água superficial, o que interfere no contato pneu-pavimento.

4.4.3. Irregularidade longitudinal

A irregularidade é definida por DNER (1998) como o desvio da superfície do pavimento em relação a um plano de referência, que afeta a dinâmica dos veículos, a qualidade ao rolamento e as cargas dinâmicas sobre a via. A irregularidade é a grandeza física mensurável (direta ou indireta) da superfície do pavimento que melhor se correlaciona com o custo operacional dos veículos, o conforto, a segurança, a velocidade, a economia das viagens e com a drenagem e o risco de hidroplanagem.

Para Barros (2008), a irregularidade longitudinal é o somatório dos desvios da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal do projeto geométrico, causando a formação de depressões na superfície do pavimento e constituindo conseqüentemente um alto risco de hidroplanagem que comprometerá a circulação das aeronaves.

Segundo FAA (2009b), a irregularidade nos pavimentos aeroportuários, pode também ser definida em termos de fadiga do pavimento, devido ao aumento das tensões aplicadas e ao desgaste da superfície, além de outros fatores que prejudicam a segurança das operações das aeronaves como as vibrações geradas na cabine de mando, que impedem aos pilotos se concentrar na instrumentação e manipular os controles durante o pouso ou decolagem.

4.4.4. Danos por Objetos Estranhos

Segundo a NSCA 3-1 do Comando da Aeronáutica (2008) define como FOD (*Foreign Object Damage*) o “dano provocado à aeronave, geralmente ao grupo motopropulsor ou aos mecanismos de comando de voo, por ação de corpo estranho.”. Já o *U.S. Department of Transportation*, por meio do AC N° 150/5210-24 (2010), define o termo FOD como *Foreign Object Debris*, ou seja, “qualquer objeto, vivo ou não, localizado em um local inadequado no ambiente do aeroporto que tenha a capacidade de ferir o pessoal do aeroporto ou da companhia aérea e danificar a aeronave.

Para FAA (2009c) a presença de FOD nas pistas de pouso e decolagem, pistas de rolagem e pátios de aeronaves representam uma ameaça significativa para a segurança do transporte aéreo. FOD tem o potencial suficiente para danificar as aeronaves durante as operações aéreas, contribuindo com a ocorrência de acidentes que podem ocasionar perdas materiais e humanas irreparáveis e consideravelmente traumáticas, além de aumentar as atividades de M&R e os custos de operação.

De acordo com Oliveira (2009), os FOD estão diretamente relacionados com a segurança das condições de funcionamento diário dos pavimentos aeroportuários sendo indispensável a execução de diversas tarefas de manutenção como a remoção de neve e vegetação, drenagem, limpeza, ensaios, levantamentos e inspeções na busca de animais e todos aqueles objetos estranhos como porcas, parafusos, fios, entre outros que possam danificar as aeronaves e seus equipamentos.

4.4.5. Importância da drenagem

Uma adequada operação de pouso ou decolagem depende do contato pneu/pavimento, e da aderência entre ambos. A condição de boa aderência entre o pavimento/pneu pode ser atingida através de uma boa macrotextura e drenagem adequada. O acúmulo de água em pistas de pouso e decolagem pode representar um grande perigo para a trafegabilidade das aeronaves, devido a ocorrência do fenômeno de hidroplanagem/ aquaplanagem (FORTES, 2006).

4.5. Dimensionamento de pavimento aeroportuário no Brasil

Os pavimentos aeroportuários brasileiros são dimensionados através dos métodos norte-americanos desenvolvidos pela Administração Federal da Aviação (FAA). Segundo Taffe (2002), a FAA foi criada em 1958 nos Estados Unidos da América e conectada ao Departamento de Transportes, tornando-se responsável por todos os regulamentos e as particularidades ligadas a aviação civil.

Entre os documentos que a ANAC segue da FAA para realização do dimensionamento, são a AC 150/5320-6C (FAA, 1978), AC 150/5320-6D (FAA, 1995), AC 150/5320-6E, (FAA, 2009) e AC 150/5320-6F (FAA, 2016).

Ferreira *et al.* (2020), realizaram a listagem de etapas para o dimensionamento de pavimento aeroportuário segundo AC 150/5320-6D:

- 1ª) Identificar a aeronave de projeto como aquela que leve à maior espessura de pavimento;
- 2ª) Obter o peso máximo de decolagem e o tipo de trem de pouso da aeronave de projeto e de todas as outras aeronaves que vão utilizar o aeroporto em questão;
- 3ª) Obter o número de decolagens anuais previstas para cada aeronave;
- 4ª) Obter, para cada tipo de aeronave, a sua carga por roda como o resultado da divisão de 95% do seu peso máximo de decolagem pelo número de rodas do trem de pouso principal (ou dos trens de pouso principais, se aplicável);

- 5ª) Converter o número de decolagens de cada aeronave em termos da aeronave de projeto, considerando-se os fatores de conversão de cada trem de pouso para o trem de pouso da aeronave de projeto;
- 6ª) Determinar o número equivalente anual de decolagens da aeronave de projeto com base no número de decolagens de cada tipo de aeronave convertendo para a aeronave de projeto e na relação entre as cargas por roda de cada aeronave e da aeronave de projeto;
- 7ª) Empregar ábaco específico de projeto que relaciona o trem de pouso da aeronave de projeto, o tipo de pavimento (rígido ou flexível), o peso máximo de decolagem da aeronave de projeto, a resistência mecânica do solo [através do valor de CBR do subleito (pavimento flexível) ou do coeficiente de reação do subleito ou do sistema subleito/sub-base (pavimento rígido)] e o número equivalente anual de decolagens da aeronave de projeto, para fins de determinação da espessura do pavimento (espessura total de camadas de pavimento flexível ou da placa de concreto de pavimento rígido).

4.6. Relação entre os pavimentos aeroportuários e os rodoviários

Os pavimentos aeroportuários e rodoviários têm alguns pontos em comum em relação com seus princípios gerais. Diversas distinções fundamentais existem entre os dois tipos de pavimento, destacando-se entre elas as repetições e a magnitude das cargas aplicadas, a pressão de enchimento e largura dos pneus, a configuração dos trens de pouso, o posicionamento do centro de gravidade de cada aeronave, a seção geométrica da via e as espessuras das camadas que conformam a estrutura do pavimento. Tanto os pavimentos aeroportuários como os rodoviários baseiam-se nos mesmos critérios para o dimensionamento, no entanto o valor que cada um assume é bastante diferente. No caso dos pavimentos aeroportuários o peso total das aeronaves é superior ao dos veículos que circulam nas rodovias, não obstante o número de repetições de cargas é superior nos pavimentos rodoviários do que nos aeroportuários (Yoder e Witczak, adaptado por DURÁN, 2015).

4.7. Sistemas de Gerência de Pavimentos Aeroportuários

4.7.1. Conceituação

O Sistema de Gerenciamento de Pavimentos constitui-se em uma importante ferramenta de administração, cujo objetivo é a tomada de decisão mais eficiente considerando-se os recursos disponíveis, em diversos níveis de intervenção, garantindo a melhor relação entre o custo e benefício (DNIT, 2011).

O Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários (SGPA) consiste em um conjunto de ferramentas e métodos que auxiliam os gestores e os tomadores de decisões a encontrarem estratégias ótimas para construir, avaliar e manter os pavimentos em uma condição funcional aceitável, durante um certo período (RODRIGUES, 2007).

4.7.2. Objetivos do Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários

A finalidade básica de um SGPA é auxiliar a organização responsável pela administração de uma rede viária a responder à seguinte questão: “Sob certas restrições orçamentárias, quais as medidas de conservação e de restauração devem ser executadas, bem como quando e onde, de modo a se preservar o patrimônio representado pela infraestrutura existente e se obter o máximo retorno possível dos investimentos a serem realizados? Além disso, qual parcela dos recursos disponíveis deveria ser alocada para novas pavimentações?” (RODRIGUES, 2007).

Os principais requisitos de projeto e operação para pavimentos de aeroportos, segundo a análise realizada por Thom (2014) sobre o ICAO (2013) são: limitar deformação; garantir uma adequada resistência ao atrito; evitar fechamentos futuros; resistência ao derramamento de óleo e combustível, provenientes dos motores das aeronaves; e evitar os danos às aeronaves e seus equipamentos provocados por objetos estranhos (oriundos do próprio pavimento, ocasionados por desgastes e deteriorações diversas).

4.7.3. Componentes do Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários

Segundo o Manual do SGPA/ANAC (2017), os componentes do sistema de gerência a nível de rede (engloba toda a rede) são:

- a) Definição da rede de pavimentos;
- b) Banco de dados;
- c) Modelo de previsão da condição do pavimento.

4.7.4. Manutenção e reabilitação de pavimentos

A degradação do pavimento de pistas de pouso e decolagem, táxis, pátios e outras áreas de circulação e manobras ocorrem, em geral, de forma gradual, com o acúmulo de defeitos, tendo comportamentos e desempenho diferentes. Assim, conforme a ANAC (2017), cada trecho da rede de pavimentos do aeródromo encontra-se em um nível de serventia

diferente, ao longo da vida útil, necessitando ou não de intervenções de Manutenção e Restauração (M&R).

Em função de diversos fatores, como tráfego, clima e suporte do solo de subleito, por exemplo, as condições da superfície variam de excelente, quando recém-construída, a muito ruim, ao longo da vida de serviço da estrutura, podendo chegar até mesmo à condição de ruptura (MACEDO, 2005).

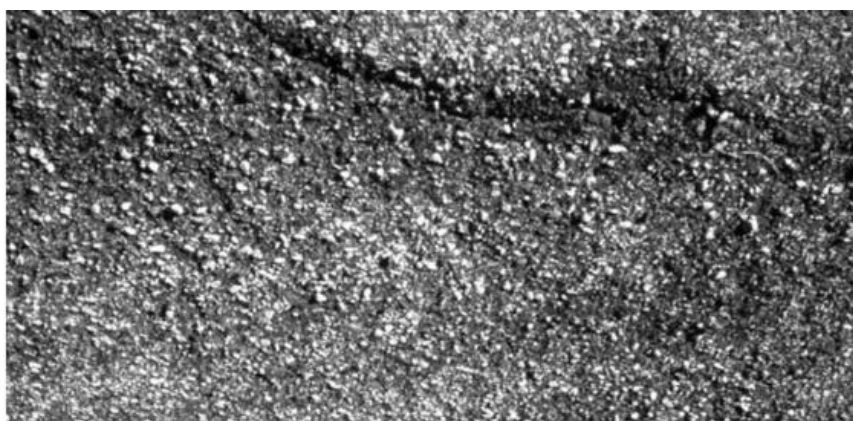
4.8. Patologias de Pavimentos Aeroportuários

4.8.1. Defeitos de superfície

a) Desgaste superficial:

Desgaste superficial (figura 17) consiste na perda progressiva da argamassa superficial, causada por: remoção do filme betuminoso do agregado, endurecimento do asfalto devido ao envelhecimento, má compactação, especialmente na construção em clima frio, ou teor insuficiente de asfalto. O desgaste superficial que ocorrem de forma leve a moderada há perda superficial de ligante, além de material fino. Já os desgastes superficiais que ocorrem de forma forte, além da perda de finos, ocorrem a perda de agregado graúdo (apresentando buraco ou decomposição profunda). Os detritos do desgaste superficial podem danificar a aeronave (FAA, 2004).

Figura 17 – Desgaste superficial forte em pavimento asfáltico



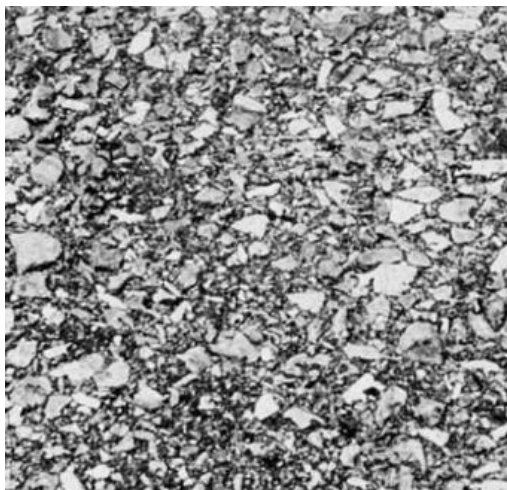
Fonte: FAA, 2004.

Observa-se na figura 17 a perda superficial de ligante, bem como de material fino, além de uma perda concentrada de material em alguns pontos, sem ainda se apresentar como buraco ou decomposição profunda (ANAC, 2019).

b) Polimento

O polimento (figura 18) é uma superfície lisa e escorregadia causada pelo tráfego que desgasta as bordas afiadas dos agregados. As ranhuras do pavimento também podem estar desgastadas. Reparação com tratamento de superfície ou camada betuminosa fina com agregado antiderrapante (FAA, 2004).

Figura 18 – Polimento de agregados em pavimento asfáltico.



Fonte: FAA (2004).

Observa-se na figura 18 o predomínio de agregados lustrados na superfície, com pouca presença de ligante, denunciando menor atrito e macrotextura (ANAC, 2019).

c) Exsudação

Exsudação de material betuminoso (figura 19) é o excesso de asfalto na superfície causado por um projeto inicial de mistura asfáltica ruim ou por pavimentação ou revestimento de vedação sobre uma superfície nivelada. Repare por sobreposição com mistura asfáltica ou camada de vedação adequadamente projetada (FAA, 2004).

Figura 19 – Exsudação do material betuminoso em pavimento asfáltico.



Fonte: FAA (2004).

Nota-se na figura 19 o acúmulo de ligante segregado da massa, com pouco agregado visível e compondo um filme liso (ANAC, 2019).

d) Desagregação

A desagregação superficial (figura 20) é perda de agregados, deixando a superfície rugosa e desprendendo agregado fino a médio. Geralmente não ocorre uniformemente, concentrando-se em alguns trechos (FAA, 2004).

Figura 20 – Desagregação superficial média em pavimento asfáltico



Fonte: SIA, extraído da ANAC (2019).

4.8.2. Deformação superficial

a) Afundamentos em trilhas (trilhas de rodas)

Os afundamentos plásticos em trilhas (figura 21) ocorrem pelo deslocamento do material, criando canais nos caminhos das rodas. É causada pela compactação do tráfego ou deslocamento de material instável (FAA, 2004).

Figura 21 – Afundamento plástico alto nas trilhas de roda de pavimento asfáltico



Fonte: FAA (2004).

Pode-se verificar na figura 21 a fluência clara de material superficial formando as trilhas de roda, com possível comprometimento da sub-base (ANAC, 2019).

b) Afundamentos pontuais

O afundamento pontual (figura 22) na região, diferindo das trilhas por ser localizado e com as trincas de ruptura mais marcadas (ANAC, 2019).

Figura 22 – Afundamento pontual de intensidade alta em pavimento asfáltico



Fonte: FAA (2004).

c) Fluência em extremidade

A fluência (figura 23) e deformação ocorre por deslocamento de material em direção à área não pavimentada. Ocorrência mais comum quando a zona de rolamento é muito próxima à extremidade do pavimento (ANAC, 2019).

Figura 23 – Fluência em extremidade de via pavimentada



Fonte: FAA (2004).

4.8.3. Trincas e fissuras

a) Trincas do tipo couro de jacaré ou couro de crocodilo

As trincas do tipo couro de jacaré (figura 24) são interligadas formando pequenas peças que variam em tamanho de cerca de 1" a 6". Isso é causado pela falha do todo o

pavimento devido ao carregamento de tráfego (fadiga) e geralmente devido a suporte de base ou subleito. Reparar escavando e substituindo a base e a superfície do subnível com falha. Grandes áreas requerem reconstrução. Muitas vezes, melhorias na drenagem podem ser necessárias (FAA, 2004).

Figura 24 – Trincas do tipo couro de jacaré de intensidade média



Fonte: FAA (2004).

Independente de algumas trincas maiores insuficientemente tratadas, nota-se na figura 24 a textura típica em blocos num setor relativamente reduzido (ANAC, 2019).

b) Trincas em geral

As fissuras térmicas são frequentemente espaçadas regularmente. A causa é o movimento devido às mudanças de temperatura e endurecimento do asfalto com o envelhecimento.

As fissuras térmicas (figura 25) serão inicialmente amplamente espaçadas (várias centenas de pés de distância). Fissuras adicionais ocorrerão com o envelhecimento até que sejam espaçadas (dentro de vários pés). Estes geralmente começam como fissuras finas ou muito estreitas; com o envelhecimento eles se alargam. Se não for devidamente vedado e mantido, fissuras secundárias ou múltiplas se desenvolvem paralelamente à fissura inicial. As bordas das fissuras podem se deteriorar ainda mais ao desfiar e erodir o pavimento adjacente (FAA, 2004).

Figura 25 – Trincas leves relacionadas a movimentação térmica em pavimento asfáltico



Fonte: FAA (2004).

As trincas (figura 25) possuem predominância transversal e pequena abertura. No caso, utiliza-se tratamento de selagem com ligante (ANAC, 2019).

c) Trincas em concreto

A fissuração em bloco (figura 26) é uma fissura interconectada formando grandes blocos. As rachaduras geralmente se cruzam em ângulos quase retos. Os blocos podem variar de um pé a aproximadamente 10" ou mais de diâmetro. O espaçamento mais próximo indica envelhecimento mais avançado causado pelo encolhimento e endurecimento do asfalto ao longo do tempo. Aplique tratamentos de superfície durante os estágios iniciais para reduzir o desgaste do asfalto causado pela exposição ao sol, umidade e congelamento. A sobreposição ou reconstrução é necessária nos estágios avançados (FAA, 2004).

Figura 26 – Trincas em pavimento rígido localizadas em pátios de estacionamento de aeronaves.



Fonte: GTEM/GCOP/SIA, extraído da ANAC (2019).

Na figura 26, observa-se peças estruturais (placas de concreto) provavelmente encontram fraturadas por toda a seção, com potencial de infiltração e perda de finos, com

possível ocorrência posterior de desnivelamento entre segmentos com risco aos pneus (ANAC, 2019).

d) Juntas não seladas

As fissuras nas juntas de pavimentação (figura 27) são causadas por colagem inadequada e má compactação de a junta durante a construção. Eles podem também ser causado pelo reflexo de juntas no pavimento subjacente. Fissuras dentro de um pé da borda são causadas por apoio insuficiente do ombro drenagem deficiente ou ação do gelo. As fissuras, geralmente, começam como uma linha fina ou muito estreitas, alargando e erodindo com a idade. Sem preenchimento das fissuras, eles podem desfiar, desenvolver múltiplas fissuras e se tornam largas suficiente para exigir remendos. A vedação de fissuras ajudara a reduzir penetração de umidade e evitar a ocorrência do enfraquecimento do subleito (FAA, 2004).

Figura 27 – Juntas não seladas e trincas em pavimento de concreto (pátio)



Fonte: SIA, extraído da ANAC (2019).

A provável infiltração por junta não tratada e perda de finos na sub-base, decorreu em descalçamento da peça e sua fragmentação (figura 27), com desnível, trazendo riscos de descontrole e danos a pneus (ANAC, 2019).

e) Esborcinamento de cantos em placas de concreto

São quebras nos cantos das placas (figura 28), que aparecem em forma de cunha. Diferindo-se da fissura do canto pelo fato dessas interceptar a junta verticalmente. Aparecem pela retirada da forma de forma abrupta, ou precocemente. Podem ainda aparecer por causa do tráfego inadequado de veículos pesados (MONZU; ELIEZER, 2018).

Figura 28 – Esborcinamento em placa de concreto



Fonte: GTEM/GCOP/SIA, extraído da ANAC (2019).

O não tratamento da patologia (figura 28) leva ao desprendimento da ponta e crescimento do dano à peça de concreto, com ocorrência de FO e cantos vivos agressivos aos pneus (ANAC, 2019).

4.8.4. Remendos e buracos

a) buracos ($l > 10$ cm)

Buracos e perda de material do pavimento são causados por carga de tráfego, fadiga e resistência inadequada (figura 29). Muitas vezes combinado com uma drenagem deficiente, isso pode criar detritos perigosos no pavimento. Reparar escavando ou reconstruindo buracos localizados. Reconstrução necessária para defeitos extensos (FAA, 2004).

Figura 29 – Formação de grande buraco com desprendimento de material asfáltico

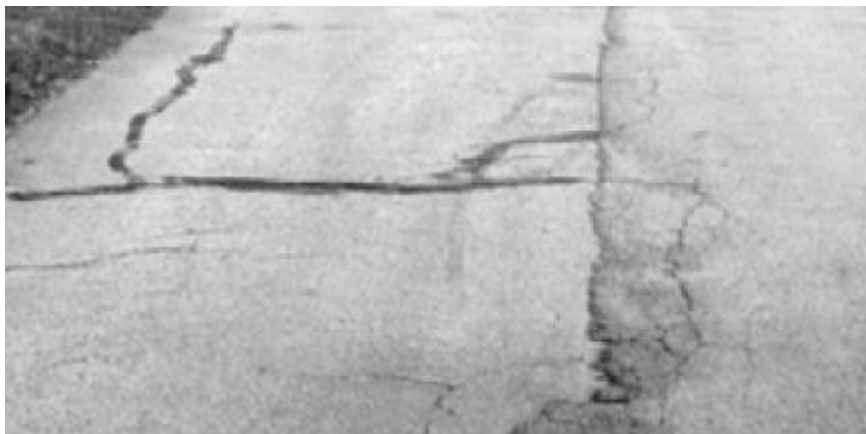


Fonte: FAA (2004).

b) remendos com desnível

Trata-se de uma execução deficiente do reparo, realizado com baixo controle de qualidade (figura 30) provocando solavanco (desníveis) no rolamento, além de trincas e o risco de descontrole direcional (ANAC, 2019).

Figura 30 – Remendo em pavimento asfáltico



Fonte: FAA (2004).

4.8.5. *Grooving* ou Camada Porosa de Atrito (CPA) sujo/colmatados

De ocorrência típica próximo à zona de toque, a observação mais próxima mostra que na figura 31 as ranhuras preenchidas com borracha e sujeira anulando seus efeitos na drenagem, como pode observar na figura 31 (ANAC, 2019).

Figura 31 – *Grooving* em PPD colmatado por borracha



Fonte: GTEM/GCOP/SIA, extraído da ANAC (2019).

4.8.6. Empoçamentos

Consistem em falhas no nivelamento construtivo ou deformações de uso (trilhas) provocam empoçamento, com potencial risco de alteração na trajetória, como mostra a figura 32 (ANAC, 2019).

Figura 32 – Empoçamento médio de água na PPD



Fonte: GTEM/GCOP/SIA, extraído da ANAC (2019).

4.8.7. Descolamento da camada asfáltica

O formato das trincas denuncia o escorregamento que, a seguir, provocou a múltipla ruptura da camada e o buraco, como pode-se observar na figura 33 (ANAC, 2019).

Figura 33 – Descolamento pontual intenso



Fonte: FAA (2004).

Na figura 33, o descolamento pontual intenso é provocado por escorregamento da camada de revestimento em função de má aderência.

4.8.8. Acúmulo visual de borracha

Muito comum, principalmente próximo a zonas de toque, o emborrachamento percebido visualmente pode se agravar rapidamente em aeroportos de grande tráfego, não

tendo sua conformidade (atrito mínimo) garantida por testes realizados a curto e a médio prazo. Percebe-se, aparentemente, a repintura da *center line* sobre superfície já emborrachada, como mostra a figura 34 (ANAC, 2019).

Figura 34 – Acúmulo de borracha em pavimento de pista de pouso e decolagem

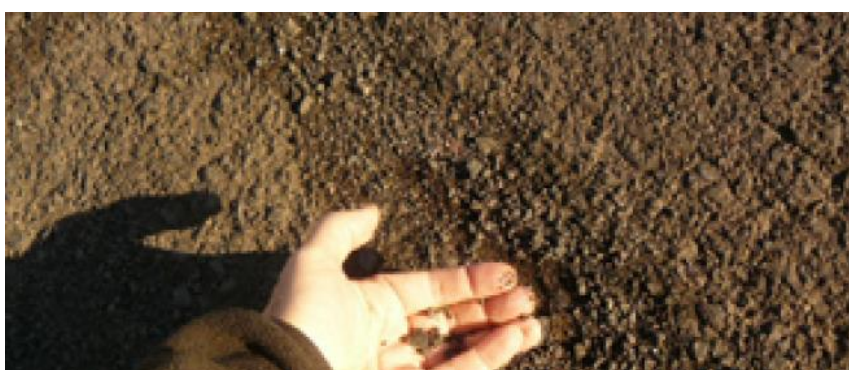


Fonte: GTEM/GCOP/SIA, extraído da ANAC (2019).

4.8.9. Pedriscos

A condição da presença dos pedriscos pode estar associada a outras patologias relacionadas com a degradação do pavimento do próprio local ou mesmo por arrastamento de material de área contígua (eventualmente externa ao pavimento) (figura 35) (ANAC, 2019).

Figura 35 – Presença de pedriscos soltos sobre a PPD



Fonte: SIA, extraído da ANAC (2019).

4.8.10. Acúmulo de óleo ou combustível

O acúmulo excessivo de óleo ou combustível, como mostra a figura 36, pode trazer risco às operações de pátio, além de ser rapidamente espalhado com a ocorrência de chuvas e rolamento de máquinas (ANAC, 2019).

Figura 36 – Acúmulo alto de óleo / combustível em pátio



Fonte: SIA, extraído da ANAC (2019).

4.8.11. Bombeamento de finos

Em associação a alguma patologia, a infiltração de água nas camadas inferiores, sob a ação da carga, acaba bombeando material à superfície, com o consequente recalque, afundamento ou descalçamento de placas (figura 37) (ANAC, 2019).

Figura 37 – Bombeamento de finos em pavimento asfáltico



Fonte: BERNUCCI *et. al* (2008).

4.9. Inspeção em pavimento aeroportuário

O pavimento aeroportuário passa diariamente por diversas inspeções, de forma a atender os critérios básicos para operações. Contudo, necessita diariamente de manutenções, seja de maneira preventiva e/ou corretiva.

Segundo Monzu e Eliezer (2018), a inspeção visual dos pavimentos é dividida em 4 (quatro) etapas sendo elas:

- a) Definição dos trechos: Baseada em dados de campo, informações documentadas ou indícios que mostrem necessidade em certos trechos.
- b) Determinação do tipo de inspeção: Existem dois tipos de inspeção: em todo o trecho e por amostragem.
- c) Levantamento dos defeitos visíveis: Estabelece os procedimentos preliminares (planejamento, segurança e limpeza) à inspeção, e define como é a execução do levantamento (tipo de defeito, grau de severidade e a contagem das placas realizada). As amostras que apresentarem defeitos atípicos (defeito pouco comum com ocorrência em geral na interrupção do pavimento) serão consideradas como adicionais, sendo necessário selecionar outra amostra caso esta tenha sido escolhida anteriormente para inspeção.
- d) Catalogação dos dados: Os defeitos levantados em pavimentos rígidos são catalogados na ficha de inspeção padrão anexada na norma do DNIT 060/2004, anexo G. Já as manifestações patológicas levantadas em pavimentos flexíveis e semirrígidos são catalogadas pelo formulário para levantamento visual contínuo anexado na norma do DNIT 008/2003, anexo B.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Materiais

Os materiais utilizados nesse trabalho foram régua acrílica de 30 cm com escala e trena graduada do tipo fita de aço de bolso 26’/8m x 1”.

5.2. Métodos

O estudo de caso foi realizado no Aeroporto de Niquelândia, localizado município de Niquelândia-GO com a seguinte localização geográfica: 14°26’11” S/ 48°29’31” W, sob autorização da Prefeitura Municipal.

O método adotado para o estudo consiste em realizar inspeções visuais das manifestações patológicas presentes no pavimento aeroportuário, bem como da pista de pouso e decolagem, cabeceiras e pátio de aeronaves.

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo *in loco* resultou na presença das seguintes manifestações patológicas.

6.1. Trincas

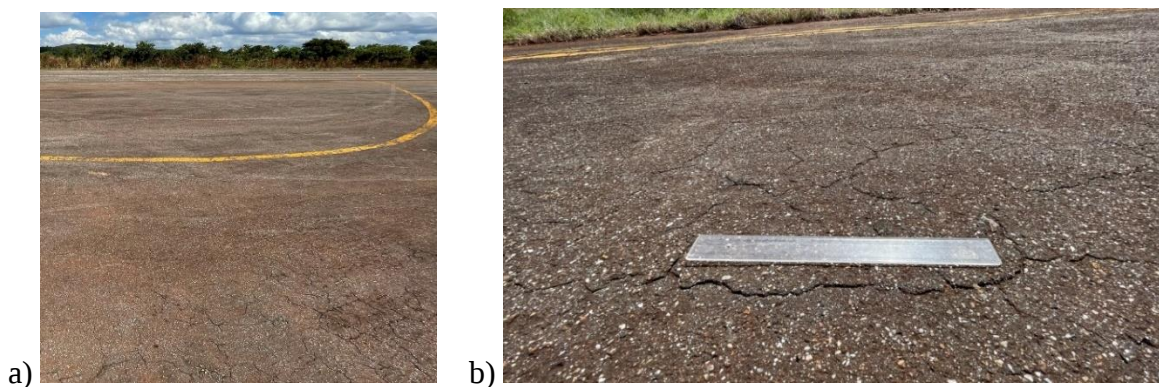
As trincas foram localizadas na pista de pouso e decolagem (PPD) e na cabeceira 02, conforme apresentado nas figuras 38 e 39 (39a e 39b).

Figura 38 – Trinca longitudinal na PPD



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 39 – Trincas de couro jacaré na cabeceira 02



Fonte: autoria própria (2022).

Na figura 38, observa-se a ocorrência de trinca longitudinal com 92 cm de largura e 4 cm de profundidade, localizado na cabeceira 20 com potencial de perca de finos e infiltrações.

Nas figuras 39a e 39b observam-se a ocorrência de trincas de couro jacaré na cabeceira 02 com 3,2cm de profundidade.

A técnica para conservação adequada para essa ocorrência destas trincas apresentadas está na aplicação de capa selante. Segundo Yoshizane (2005, p.8, adaptado por ROCHA, 2010), capa selante é a atividade que consiste na aplicação apenas de ligante asfáltico ou de ligante com agregados sobre a superfície do pavimento, com a finalidade de rejuvenescer o revestimento asfáltico, restabelecer o coeficiente de atrito pneu-pavimento, selar trincas com pequena abertura, impedir a entrada de água na estrutura do pavimento e retardar o desgaste causado por intemperismo.

6.2.Acúmulo visual de borracha

O acúmulo visual de borracha localizados na cabeceira 20 e no pátio de aeronaves, conforme apresentado nas figuras 40 e 41.

Figura 40 – Acúmulo visual de borracha na cabeceira 20



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 41 – Acúmulo visual da borracha no pátio



Fonte: autoria própria (2022).

Na figura 40, observa-se o acúmulo visual de borracha (tipo leve) na área de manobra da cabeceira 20. E na figura 41, observa-se o acúmulo visual de borracha (tipo leve) no pátio de aeronaves.

A técnica a ser realizada seria o *grooving*, que é realizar ranhuras na pista, porém o acúmulo visual de borracha na pista é leve. Portanto, ainda não necessita.

6.3. Afundamento Pontual e Remendo com Desnível

A ocorrência de afundamento pontual localizado na cabeceira, conforme mostrado na figura 42, na qual tem intensidade alta na com 12 m de largura e 5,4 cm de profundidade. Na figura 43, observa-se a ocorrência de remendo com desnível de 3,4 cm em PPD.

Figura 42 – Afundamento pontual na cabeceira 20



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 43 – Remendo com desnível em PPD



Fonte: autoria própria (2022).

A técnica para conservação adequada do afundamento pontual e do remendo com desnível identificados está na reciclagem a quente (por fresagem). Segundo Bernucci *et.al* (2008), a remoção da camada de rolagem por fresagem, onde é feito o corte com a máquina fresadora e posteriormente, é lançada uma camada de recomposição com concreto asfáltico como a “capa asfáltica”.

6.4.Buracos

Os buracos encontrados foram localizados próximos ao acostamento (figura 44), na PPD (figura 45) e no pátio de aeronaves (figura 46).

Figura 44 – Buraco próximo ao acostamento da PPD



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 45 – Buraco na PPD



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 46 – Buraco no pátio das aeronaves



Fonte: autoria própria (2022).

Na figura 44, observa-se a ocorrência de buraco com 20 m de largura e 5,8 cm de profundidade. A figura 45, o buraco possui 32 cm de largura e 5,9 cm de profundidade. E a figura 46, na qual o buraco possui 64 cm de largura e 5,2 cm de profundidade.

A técnica para recuperação dos buracos em pavimentos consiste em remendo, na qual será realizado um corte reto no revestimento (normalmente formando um retângulo), formando um ângulo de 90° com a superfície, mas evitando o desmoronamento do revestimento. Em seguida será imprimado todo o local, inclusive nas bordas do corte (1 metro a partir delas é, geralmente, suficiente) para selar trincas e depois será aplicado novo pavimento asfáltico, para a recuperação superficial, ou, no caso de recuperação profunda, todas as camadas do pavimento (SILVA, 2011).

6.5.Desgaste superficial e Desagregação Superficial

O desgaste superficial (figura 47) e a desagregação superficial (figura 48) foram localizados na PPD, observa-se em ambas a perda de material (bem como os agregados graúdos, miúdo e do *filler*).

Figura 47 – Desgaste superficial na PPD



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 48 – Desagregação superficial na PPD



Fonte: autoria própria (2022).

A técnica para conservação adequada para essa ocorrência do desgaste superficial e da desagregação está na aplicação de lama asfáltica, que consiste na mistura asfáltica resultante da associação, em consistência fluida, de agregados ou mistura de agregados miúdos, material de enchimento ("*filler*"), água e emulsão asfáltica. A consistência de lama asfáltica e a graduação dos agregados empregados permitem que a mistura seja aplicada em espessuras bastante delgadas. O serviço tem especial aplicação no rejuvenescimento de revestimentos porosos e/ou fissurados (DNIT, 2006).

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As manifestações patológicas levantadas e identificadas durante as vistorias nos pavimentos do Aeroporto de Niquelândia foram trincas, acúmulo visual de borracha, afundamento pontual, buracos, desgaste superficial, dessegregação superficial e remendo com desnível. Observa-se que a ocorrência destas advém de duas possíveis problemáticas, bem como erros do projeto de implantação e execução do aeroporto e/ou das manutenções realizadas posteriormente (pós-implantação).

No entanto, ainda não é possível afirmar a problemática apenas através do método visual, será necessário um estudo mais aprofundado como auxílio da verificação dos projetos de implantação/manutenção e dos relatórios de obras realizadas. O estudo de caso *in loco* pelo método visual apresentado contribuirá para a continuidade do trabalho com a análise e correção das manifestações patológicas em pavimentos aeroportuários com o objetivo de garantir a segurança nos voos e a redução de gastos com manutenções.

A criação e implantação do Sistema de Gerenciamento de Pavimento Aeroportuário (SGPA) para atender a demanda do Aeroporto de Niquelândia auxiliará na análise e correção, como a definição da rede de pavimentos, banco de dados e o modelo de previsão da condição do pavimento. Em seguida, a avaliação da condição funcional e estrutural. Acompanhar os ensaios em laboratório e a execução dos reparos *in loco*.

Dessa forma, o Aeroporto em boas condições irá contribuir para atrair os investimentos no município e região, garantindo benefícios a população, bem como a infraestrutura. Ademais, Niquelândia pertence a região turística Vale da Serra da Mesa (região do Lago Serra da Mesa), os municípios que fazem parte dessa são Porangatu-GO, Padre Bernardo-GO, Minaçu-GO e Uruaçu-GO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.G., GUMIERI; CARVALHO JUNIOR, A. N.. **Recuperação de pavimentos flexíveis em áreas de taxiamento de aeronaves**. 2013. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais.

ABAG. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AGRONEGÓCIO. **Notícia: Voo por Instrumento ou Voo Visual? Entenda a diferença!** São Paulo, 20 ago. 2018. Disponível em: <http://www.abag.org.br/2018/08/20/voo-por-instrumento-ou-visual-entenda-a-diferenca/>. Acesso em: 24 out. 2022.

AGM. ASSOCIAÇÃO GOIANA DE MUNICÍPIOS. **Niquelândia**. Disponível em: <http://www.agm-go.org.br/municipio/434-niquelandia>. Acesso em: 21 out. 2022.

ANAC. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Biblioteca de Patologias de Pavimentos Aeroportuários**. p. 2019.

ANAC. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Instrução de Aviação Civil (IAC) nº 157-1001**. Resistência de pavimentos aeroportuários. p. 2008.

ANAC. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Manual de projeto, execução e manutenção de grooving em pavimentos aeroportuários**. p. 2017.

ANAC. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Manual de Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários – SGPA**. 52 p. 2017.

ANAC. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Resolução n. 088, de 11 de maio de 2009**. Revoga o item 3.1 da IAC 4302-0501, estabelece parâmetros em testes de calibração e de monitoramento de atrito em pistas de pouso e decolagem e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Seção 1, p.146, 12 maio 2009.

ANAC. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Resolução nº 158, de 13 de julho de 2010**. Dispõe sobre a autorização prévia para a construção de aeródromos e seu

cadastramento junto à ANAC. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Seção 1, p.15-16, 14 de julho de 2010.

ANAC. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **PORTARIA Nº 3.888/SIA, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2020.** Altera e renova a inscrição do Aeródromo Público Niquelândia, em Niquelândia/GO, no cadastro de aeródromos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Seção 1, página 12, 5 de janeiro de 2021.

ANGLO AMERICAN BRASIL. **Imprensa/Notícia: Resultado no Brasil reflete os preços e câmbio praticados, que compensaram a queda de produção no período.** São Paulo, 24 fev. 2022. Disponível em: <https://brasil.angloamerican.com/pt-pt/imprensa/noticias/2022/24-02-22>. Acesso em 01 nov. 2022.

BERNUCCI, Liedi Bariani; DA MOTTA, Laura Maria Goretti; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. **Livro pavimentação asfáltica. Formação básica para engenheiros.** PETROBRAS: ABEDA. Rio de Janeiro, 2008.

BIANCHI, Flavia Regina; BRITTO, Isis Raquel Tacla; CASTRO, Verônica Amanda. **Estudo comparativo entre pavimento rígido e flexível.** Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto. Salvador, 2008.

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY – CIA. **The World Factbook.** Em: <<https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/airports/country-comparison/>>. Acesso 22 Nov. 2022.

DURAN, J. B. C. **Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários: Estudo de Caso no Aeroporto Estadual de Araraquara.** 2015. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2015.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 006/2003 – PRO. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos.** Rio de Janeiro, 2003. 10 p.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 060/2004 – PRO. Pavimento rígido – Inspeção visual**. Rio de Janeiro, 2004. 22 p.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos - 2. ed.** - Rio de Janeiro, 2005. 310p (IPR. Publ. 720).

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação. 3.ed.** – Rio de Janeiro, 2006. 274p (IPR. Publ., 719).

ELIEZER, Daniel; MONZU, Pedro. **Inspeção visual de pavimentos de concreto**. Seminário referente a disciplina de Avaliação e Reabilitação de Pavimentos do curso de graduação em Engenharia de Transportes da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2018.

EPL. EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. **Boletim de Logística: A importância do transporte aéreo para o Brasil**. ONTL, 2022.

FERREIRA, R. de S.; LOPES, N. M. D.; CARVALHO, P. H. V. de. **Composition of airport pavements and their particularities. Research, Society and Development, [S. l.]**, v. 9, n. 7, p. e180972510, 2020.

FRANÇA, Everton. **Manifestações Patológicas e Manutenção em Pavimento Rígido e Flexível: Estudo de caso na BR-101 no estado da Paraíba**. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ).

GOIÁS. **Lei nº 7.196, de 12-11-1968**. Publicado no Diário Of. de 04-12-68. Cria o Distrito de Vila Taveira, no Município de Niquelândia e dá outras providências. Disponível em: http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=11388. Acesso em: 22 out. 2022.

GOIÁS. **Lei nº 8.004, de 26-11-1975**. Publicado no Diário Of. de 15-12-75. Desmembra área do Município de Niquelândia para anexá-la ao de Padre Bernardo. Disponível em: http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=8777. Acesso em: 22 out. 2022.

GOIÁS. **Lei nº 8.111, de 14-05-1976**. Publicado no Diário Of. de 14-05-76. Fixa a divisão territorial-administrativa do Estado de Goiás, para o quadriênio 1977-1980, e dá outras providências. Disponível em: http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=8569. Acesso em: 22 out. 2022.

GOIÁS. **Mapeamento Situacional – Destinos Turísticos Inteligentes (DTI): Estudo 48 – Sistema Territorial Turístico de Niquelândia**. 2022. Disponível em: <<https://www.turismo.go.gov.br/files/dti48on.pdf>>. Acesso em 22 nov. 2022.

GOMES, A.F.S.S. (2008). **Tecnologia Aplicada à Avaliação das Estruturas dos Pavimentos Aeroportuários**, Monografia de Especialização, Publicação E-TA-006A/2008, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 75p.

IAC. INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL. **Plano Aeroviário do Estado de Goiás (PAEGO)**. 1998. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/paego-1998-pdf>. Acesso em: 10 nov 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades: Niquelândia-GO**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/niquelandia/panorama>. Acesso em: 25 out. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biblioteca/Catálogo. Fotografia: Cia Níquel Tocantins: Niquelândia, GO**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=441273>. Acesso em: 26 out. 2022.

IBRAM. INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Notícia: Goiás lidera produção de níquel**. São Paulo, 16 abr. 2014. Disponível em: <https://ibram.org.br/noticia/goias-lidera-producao-de-niquel/>. Acesso em 28 out. 2022.

INCRA. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Painel INCRA**. Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>. Acesso em: 29 out. 2022.

MACEDO, Marcelo de Canossa. **Estudo para a base técnica de um sistema de gerência de pavimentos para redes regionais de aeroportos**. 2005. 218f. Tese de doutorado – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos. São Paulo, 2005.

MATOS TEIXEIRA, A. **Emprego da Aviação Militar no Brasil (1860-1940)**. Semina - Revista dos Pós-Graduandos em História da UPF, v. 11, n. 1, 11 nov. 2013.

NIQUELÂNDIA. Prefeitura Municipal. **História do Município de Niquelândia-GO**. 2022. Disponível em: <http://www.niquelandia.go.gov.br/index.php>. Acesso em: 28 out. 2022.

ROCHA, R.S. **Patologias de pavimentos asfálticos e suas recuperações: estudo de caso da Avenida Pinto de Aguiar**. Salvador, 2010. 24p.

SOBRINHO, Nara Cristina Bueno. **Determinação da Espessura de Pavimentos Flexíveis de Aeroportos – Aeroporto de Cargas de Anápolis**. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 68 p. 2017.

SIEG. SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO. **Base de dados geográficos do estado de Goiás**. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 30 out. 2022.

SILVA, Lucas Pereira da. **Análise do processo de manutenção e conservação do pavimento da área de taxiamento de aeronaves no aeroporto de Palmas-TO**. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas – TO, 2019.

SILVA, P. F.A. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos**. 2. ed., 2011.

THOM, N. ***Principles of Pavement Engineering***. Thomas Telford Publishing Ltd., London, England, 2014.

US Department of Transportation. Federal Aviation Administration (FAA). ***Advisory Circular (AC) nº 150/5320-17. Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals***. Washington, DC, USA., p.2004.

*US Department of Transportation. Federal Aviation Administration (FAA). **Advisory Circular (AC) n° 150/5320-6D. Airport Pavement Design and Evaluation.** Washington, DC, USA., p.1995.*