



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS MECÂNICAS

Bruna Tamanini Barcelos

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO AEROPORTUÁRIO
SEGUNDO A METODOLOGIA DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO (PCI):
ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO DE JOINVILLE/SC

Joinville

2025

Bruna Tamanini Barcelos

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO AEROPORTUÁRIO
SEGUNDO A METODOLOGIA DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO (PCI):
ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO DE JOINVILLE/SC

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas (Pós-ECM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Ciências Mecânicas.

Orientador: Prof. Breno Salgado Barra, Dr.

Joinville

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Tamanini Barcelos, Bruna

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO
AEROPORTUÁRIO SEGUNDO A METODOLOGIA DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO
DO PAVIMENTO (PCI) ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO DE
JOINVILLE/SC / Bruna Tamanini Barcelos ; orientador, Breno
Salgado Barra, 2025.

112 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Campus Joinville, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia e Ciências Mecânicas, Joinville, 2025.

Inclui referências.

1. Engenharia e Ciências Mecânicas. 2. Aeroporto. 3.
Pavimento. 4. Índice de Condição do Pavimento. 5.
Manutenção e Reabilitação de Pavimentos. I. Salgado Barra,
Breno. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências
Mecânicas. III. Título.

Bruna Tamanini Barcelos

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO AEROPORTUÁRIO
SEGUNDO A METODOLOGIA DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO (PCI)
ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO DE JOINVILLE/SC

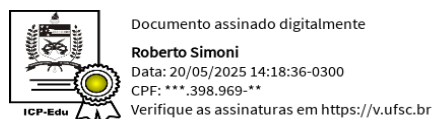
O presente trabalho em nível de mestrado avaliado e aprovado por banca examinadora
composta pelos seguintes membros:

Prof. João Victor Staub de Melo, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Yader Alfonso Guerrero Pérez, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

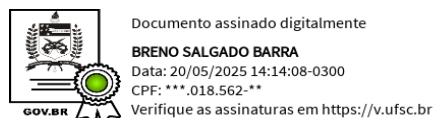
Prof. Alexandre Mikowski, Dr. Fís.
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado
adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia e Ciências Mecânicas.



Prof. Roberto Simoni, Dr. Eng.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas



Prof. Breno Salgado Barra, Dr. Eng.

Orientador

Joinville, 2025.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir esta dissertação, desejo expressar minha gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por permitir.

Agradeço à minha família, cujo amor, suporte emocional e incentivo incondicional foram fundamentais para que eu pudesse alcançar este objetivo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Breno Salgado Barra, manifesto minha gratidão por sua orientação, paciência, e apoio ao longo de todo o processo.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas (Pós-ECM), agradeço por proporcionarem um ambiente acadêmico rico em trocas de conhecimento e experiências.

Ao meu colega, Luan Pablo de Holanda Barros, dedico um agradecimento especial por me ajudar a compreender os processos de cálculo essenciais para este estudo. Sua colaboração foi crucial para esta pesquisa, e sua ausência hoje torna este momento de conclusão carregado de significados. Embora não esteja mais entre nós para celebrar esta conquista, sua memória permanece viva em meu coração e neste trabalho.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, apoiaram, incentivaram e acreditaram neste projeto, deixo meu mais sincero e profundo obrigado!

Estamos na situação de uma criancinha que entra em uma imensa biblioteca, repleta de livros em muitas línguas. A criança sabe que alguém deve ter escrito aqueles livros, mas não sabe como. Não compreende as línguas em que foram escritos. Tem uma pálida suspeita de que a disposição dos livros obedece a uma ordem misteriosa, mas não sabe qual ela é. Essa, ao que me parece, é a atitude até mesmo do mais inteligente dos seres humanos diante de Deus. Vemos o Universo, maravilhosamente disposto e obedecendo a certas leis, mas temos apenas uma pálida compreensão delas. Nossa mente limitada capta a força misteriosa que move as constelações.

Albert Einstein

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é propor soluções de Manutenção e Reabilitação (M&R) para a estrutura de pavimento do Aeroporto de Joinville, no Estado de Santa Catarina, utilizando como base o escopo da metodologia americana referente à determinação do Índice de Condição do Pavimento (PCI). Neste contexto, foram avaliadas as pistas de pouso, decolagem e taxiamento, além do pátio de estacionamento, permitindo a definição das intervenções adequadas para cada segmento. A coleta de dados foi realizada a partir de escaneamento das estruturas de pavimento mencionadas, utilizando um veículo equipado com perfilômetro a laser e sistema de videomonitoramento com imagens georreferenciadas. Os dados obtidos foram posteriormente compilados e analisados para a determinação do PCI. Os resultados indicaram que, na pista de pouso e decolagem, 70 % das unidades amostrais foram classificadas em níveis excelente e bom, 29 % como regular e ruim, e 1 % como muito ruim. No pátio de estacionamento, 86 % das unidades apresentaram condição excelente e boa, enquanto 14 % foram categorizadas como regular. A pista de taxiamento 'A' demonstrou a condição mais crítica, com apenas 23 % das unidades classificadas com nível excelente e bom, 18 % como regular e ruim, e 59 % como muito ruim e péssimo. No caso da pista de taxiamento 'B', 50 % das unidades foram classificadas como excelente e bom, enquanto os outros 50 % apresentaram condição ruim. Com base nos resultados obtidos, foram propostas estratégias de M&R adequadas às condições identificadas em cada caso. Para as Unidades Amostrais (UAs) classificadas em condição satisfatória, porém, com presença de trincas consideradas sem comprometimento estrutural, recomendou-se a selagem de trincas para evitar a progressão dos danos. Nos trechos onde o pavimento apresentou desgaste superficial e sinais de desagregação, sugeriu-se a aplicação de tratamento superficial, visando restaurar a superfície e melhorar suas características funcionais. Por fim, para os casos de defeitos críticos, como trincas com comprometimento estrutural, ondulações e afundamentos, indicou-se a reconstrução e recomposição do pavimento, garantindo a integridade estrutural e a regularidade funcional da infraestrutura aeroportuária.

Palavras-chave: aeroporto, defeitos, pavimento, Índice de Condição do Pavimento (PCI), manutenção e reabilitação (M&R).

ABSTRACT

The main aim of this research is to propose Maintenance and Rehabilitation (M&R) solutions for the pavement of Joinville Airport, in Santa Catarina, based on the american methodology scope for determining the Pavement Condition Index (PCI). Conditions of the runway, taxiways and parking lot were assessed, enabling the definition of the appropriate interventions for each segment. Data collection was performed by scanning the pavement, using a vehicle equipped with laser profilometer and video monitoring system with georeferenced images. The data obtained were subsequently analyzed to determine the PCI. The results indicated that on the runway 70 % of the sample units were qualified as excellent and good, 29 % as fair and poor and 1 % as very poor. In the parking lot, 86 % of the units were qualified as excellent and good, while 14 % as fair. Taxiway 'A' demonstrated the most critical condition, with only 23 % of the units qualified as excellent and good, 18 % as fair and poor, and 59 % as very poor and terrible. On taxiway 'B', 50 % of the units were qualified as excellent and good, while the other 50 % were classified as poor. Based on the results obtained, M&R appropriate strategies were proposed, considering the conditions identified in each case. For the Sample Units (SUs) qualified as in satisfactory condition, but without presence of structural compromising cracks, sealing procedure was recommended to prevent damage progression. In sections with surface wear, ravelling and stripping occurrences, the application of slurry seal was suggested, aiming to restore the surface and improve its functional characteristics. Finally, for critical defects cases, such as structural compromising cracks, corrugation, shoving and rutting, rebuilding and recomposition of the pavement structures were recommended, ensuring the structural integrity and functional regularity of the airport infrastructure.

Keywords: airport, defects, pavement, Pavement Condition Index (PCI), maintenance and rehabilitation (M&R).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	- Fluxograma das atividades realizadas na pesquisa	18
Figura 2.1	- Subsistemas de um aeroporto	23
Figura 2.2	- Estrutura típica de um pavimento de concreto asfáltico	26
Figura 2.3	- Estrutura típica de um pavimento de cimento Portland	27
Figura 2.4	- Histórico de acidentes da aviação civil brasileira até 2020	30
Figura 2.5	- Principais tipos de ocorrências de acidentes entre 2016 e 2020	30
Figura 2.6	- Percentual de Acidentes por Fase de Voo de 2014 a 2023	31
Figura 2.7	- Incidente com o pavimento no Aeroporto de Navegantes	32
Figura 2.8	- Incidente com o pavimento no Aeroporto na Austrália	33
Figura 2.9	- Incidente com o pavimento no Aeroporto de Congonhas	33
Figura 2.10	- Incidente com o pavimento no Aeroporto de Florianópolis	34
Figura 3.1	- Degradação do estado de um pavimento aeroportuário	49
Figura 4.1	- Mapa de Localização do Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola	55
Figura 4.2	- Mapa de divisão das áreas típicas pavimentadas do aeródromo	58
Figura 4.3	- Equipamentos utilizados	60
Figura 4.4	- Programas para processamento dos dados	60
Figura 4.5	- Exemplo da base de dados das seções da PPD 15/33	61
Figura 4.6	- Exemplo da base de dados das UAs na Seção PPD-15/33-1-C	62
Figura 4.7	- Exemplo da base de dados dos defeitos da UA 1 (PPD-15/33-1-C)	63
Figura 5.1	- Resumo dos defeitos elencados no pavimento de CA - PPD 15/33	65
Figura 5.2	- Resumo dos defeitos elencados no pavimento de PCC - PPD 15/33	65
Figura 5.3	- Exemplos dos defeitos registrados	66
Figura 5.4	- Mapa de calor de concentração de defeitos no pavimento - PPD 15/33	66
Figura 5.5	- Classificação PCI - PPD 15/33	67
Figura 5.6	- Resumo dos defeitos elencados no pavimento de CA - Pátio 1	69
Figura 5.7	- Resumo dos defeitos elencados no pavimento de PCC - Pátio 1	70
Figura 5.8	- Exemplos dos defeitos registrados	71
Figura 5.9	- Mapa de calor de concentração de defeitos no pavimento - Pátio 1	71
Figura 5.10	- Classificação PCI - Pátio 1	72
Figura 5.11	- Resumo dos defeitos elencados no pavimento de CA - Taxi A	74
Figura 5.12	- Exemplos dos defeitos registrados	75

Figura 5.13 - Mapa de calor de concentração de defeitos no pavimento - Taxi A	75
Figura 5.14 - Classificação PCI - Taxi A	76
Figura 5.15 - Resumo dos defeitos elencados no pavimento de CA - Taxi B	78
Figura 5.16 - Exemplos dos defeitos registrados	79
Figura 5.17 - Mapa de calor de concentração de defeitos no pavimento - Taxi B	79
Figura 5.18 - Classificação PCI - Taxi B	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	- Escala PCI	39
Tabela 3.1	- Estratégia de M&R	50
Tabela 3.2	- Nível crítico do PCI pelo uso do pavimento	50
Tabela 3.3	- Estratégia de M&R relacionado com a criticidade dos defeitos	51
Tabela 4.1	- Características da PPD 15/33	56
Tabela 4.2	- Distâncias declaradas da PPD 15/33	57
Tabela 4.3	- Características das pistas de taxiamento	57
Tabela 4.4	- Características do pátio	57
Tabela 5.1	- Seções da PPD-15/33	64
Tabela 5.2	- M&R sugeridas para o pavimento de CA da PPD 15/33	68
Tabela 5.3	- M&R sugeridas para o pavimento de PCC da PPD 15/33	68
Tabela 5.4	- Seções do Pátio 1	69
Tabela 5.5	- M&R sugeridas para o pavimento de CA do Pátio 1	73
Tabela 5.6	- M&R sugeridas para o pavimento de PCC do Pátio 1	73
Tabela 5.7	- Seções do Taxi A	73
Tabela 5.8	- M&R sugeridas para o pavimento de CA da Taxi A	77
Tabela 5.9	- Seções do Taxi B	77
Tabela 5.10	- M&R sugeridas para o pavimento de CA da Taxi B	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	- Eventos de segurança aeroportuária de acordo com a taxonomia	28
Quadro 2.2	- Lista de Defeitos no Pavimento de Concreto Asfáltico	35
Quadro 2.3	- Lista de Defeitos no Pavimento de Cimento <i>Portland</i>	37
Quadro 3.1	- Guia rápido para manutenção de defeitos em pavimento de CA	53
Quadro 3.2	- Guia rápido para manutenção de defeitos em pavimento de PCC	54
Quadro 4.1	- Características gerais das áreas típicas pavimentadas	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	- <i>Advisory Circular</i> (Circular Consultiva)
ACRP	- Programa Cooperativo de Pesquisa em Aeroportos
ANAC	- Agência Nacional de Aviação Civil
ASTM	- <i>American Society for Testing and Materials</i> (Sociedade Americana de Testes e Materiais)
CA	- Pavimento de Concreto Asfáltico
CENIPA	- Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
DNER	- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
FAA	- <i>Federal Aviation Administration</i> (Administração Federal de Aviação)
FWD	- <i>Falling Weight Deflectometer</i> (Deflectômetro de queda de peso)
HWD	- <i>Heavy Weight Deflectometer</i> (Deflectômetro de Peso Pesado)
IATA	- <i>International Air Transport Association</i> (Associação Internacional de Transporte Aéreo)
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICAO	- <i>International Civil Aviation Organization</i> (Organização Internacional da Aviação Civil)
LOC-G	- Perda de Controle no Solo
M&R	- Manutenção e Reabilitação
PA	- Pátio de Estacionamento
PCC	- Pavimento de cimento Portland
PCI	- <i>Pavement Condition Index</i> (Índice de Condição do Pavimento)
PPD	- Pista de Pouso e Decolagem
RBAC	- Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RE	- Excursão de Pista
SC	- Santa Catarina
SGPA	- Sistema de Gerenciamento do Pavimento Aeroportuário
Sreal	- Desvio Padrão Real
TRB	- Transportation Research Board (Conselho de Pesquisa em Transporte)
TXY	- Pista de Taxiamento
UA	- Unidade Amostral
USACE	- US Army Corps of Engineers (Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO	16
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 PROCEDIMENTOS PARA ALCANÇAR O OBJETIVO	17
1.4 DELIMITAÇÃO DO ESPAÇO DA PESQUISA	19
1.5 RELEVÂNCIA DO TEMA	19
1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	21

CAPÍTULO 2

AValiação Funcional de Pavimentos Aeroportuários	22
2.1 SUBSISTEMAS AEROPORTUÁRIOS	22
2.2 COMPOSIÇÃO DE UM AERODRÓMO	22
2.2.1 Pista de Pouso e Decolagem	23
2.2.2 Pista de Taxiamento	23
2.2.3 Pátio de Estacionamento de Aeronaves	24
2.3 PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS	24
2.3.1 Pavimento de Concreto Asfáltico (CA)	25
2.3.2 Pavimento de Cimento Portland (PCC)	26
2.4 O PAVIMENTO E A SEGURANÇA OPERACIONAL AEROPORTUÁRIA	27
2.4.1 Históricos dos Acidentes Aeronáuticos	28
2.4.2 A Relação da Condição do Pavimento com os Acidentes Aeroportuários	29
2.5 DEFEITOS EM PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS	33
2.5.1 Defeitos em Pavimentos de Concreto Asfáltico	34
2.5.2 Defeitos em Pavimentos de Cimento Portland	36
2.6 PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)	38
2.6.1 Divisão da Rede Pavimentada	39
2.6.2 Determinação das Unidades Amostras	40

2.6.3 Inspeção das Unidades Amostras	42
2.6.4 Cálculo do PCI das Unidades Amostras	42

CAPÍTULO 3

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS (SGPA)

3.1 ELEMENTOS ESSENCIAIS DE UM SGPA	44
3.1.1 Coleta de dados	45
3.1.2 Base e Bancos de Dados	45
3.1.3 Critérios de Decisão	45
3.1.4 Otimização e Análise de Consequências	46
3.1.5 Resultados e Retroalimentação	46
3.2 PROGRAMAS DE GESTÃO DE PAVIMENTOS DE AEROPORTOS	46
3.3 ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO (M&R)	47
3.3.1 Estratégia de M&R correspondente ao tipo de defeito	51

CAPÍTULO 4

MEDODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO DE CASO	54
4.1 AEROPORTO DE JOINVILLE - LAURO CARNEIRO DE LOYOLA	54
4.1.1 Características Gerais	55
4.1.2 Distâncias Declaradas	55
4.1.2 Descrição das Áreas Pavimentadas	56
4.2 DIVISÃO DA REDE	57
4.2.1 Determinação das Seções	57
4.2.2 Determinação das Unidades Amostras	58
4.3 AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	58
4.3.1 Escaneamento do Pavimento em Campo	58
4.3.2 Processamento dos Defeitos	59
4.4 INSERÇÃO DOS DADOS NO <i>PAVEAIR</i>	60
4.5 DEFINIÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE M&R	62

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
5.1 PISTA DE POUSO E DECOLAGEM 15/33	63
5.2 PÁTIO DE ESTACIONAMENTO 1	68
5.3 PISTA DE TAXIAMENTO A	72
5.4 PISTA DE TAXIAMENTO B	76

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS	74
ANEXO I	92
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO PERFILOMETRO	
APÊNDICE A	94
DESCRIÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS	
APÊNDICE B	100
INVENTÁRIO DE DEFEITOS	
APÊNDICE C	108
PLANTA GRÁFICA DO PCI POR UA	
APÊNDICE D	110
PLANTA GRÁFICA ESTRATÉGIAS DE M&R POR UA	

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os aeroportos são essenciais para o desenvolvimento econômico de regiões industrializadas, pois garantem a movimentação eficiente de pessoas e mercadorias, estimulando o crescimento econômico local e regional. No Brasil, esses investimentos em infraestrutura geralmente dependem de recursos públicos para sua construção e aprimoramento, refletindo seu papel estratégico no impulso da economia nacional (Almeida, 2022).

Do ponto de vista da infraestrutura, os pavimentos aeroportuários representam os ativos de maior valor patrimonial dentro de um aeroporto. Um pavimento com defeitos impacta diretamente as atividades que garantem a operação dos voos, a segurança e a imagem da administração. Portanto, a qualidade dos pavimentos é crucial para atender aos requisitos de segurança e conforto, prevenindo acidentes e reduzindo custos a longo prazo. O gerenciamento do pavimento aeroportuário, incluindo manutenção constante, pode evitar que as estruturas atinjam um estado crítico, reduzindo a necessidade de reconstrução precoce (Moura, 2021).

De acordo com o *Advisory Circular* (AC) 150/5380-7B da *Federal Aviation Administration* (FAA), os aeroportos federais devem realizar uma inspeção detalhada dos pavimentos dos aeródromos pelo menos uma vez por ano (FAA, 2014a). Caso a inspeção seja realizada pela metodologia *Pavement Condition Index* (PCI), descrita na norma *American Society for Testing and Materials* (ASTM) D5340 (2024), a frequência das inspeções poderá ser estendida para três anos.

Um aspecto crucial das inspeções periódicas é a capacidade de monitorar as condições do pavimento. Isso exige um processo de avaliação objetivo, sistemático e reproduzível. O sistema de classificação da condição do pavimento *Pavement Condition Index* (PCI) é o método padrão para levantamento do índice de condição de pavimentos aeroportuários, definido pelos órgãos regulamentadores. O monitoramento contínuo do PCI é empregado para determinar as causas da degradação do pavimento, permitindo a identificação oportuna das principais necessidades de reabilitação, este método oferece dados importantes sobre o desempenho do pavimento, que podem ser utilizados como base lógica e objetiva para definir as necessidades

e prioridades de manutenção e reparos, estabelecendo uma conexão entre as estratégias de Manutenção e Reabilitação (M&R) (ANAC, 2017).

Nesta dissertação, a proposta relacionada à inspeção do pavimento pela metodologia PCI pretende avaliar as condições funcionais do pavimento. A análise envolve a quantificação da gravidade e dos tipos de defeitos identificados para, posteriormente, apresentar sugestões estratégicas de M&R.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo contribuir para a avaliação da qualidade funcional do pavimento utilizando a metodologia PCI, com base em um estudo de caso realizado no Aeroporto de Joinville, Santa Catarina (SC). Além disso, a pesquisa visa apresentar sugestões sobre o tipo de manutenção recomendada e até a necessidade de reconstrução de determinados locais dos pavimentos.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

- Sistematizar uma revisão da literatura existente sobre o tema abordado;
- Efetuar uma inspeção em campo, com a coleta de dados sobre defeitos existentes no pavimento do Aeroporto de Joinville;
- Analisar a condição funcional do pavimento por meio da metodologia PCI;
- Utilizar o modelo de previsão de desempenho de pavimentos aeroportuários gerado pelo programa *Paveair* da FAA;
- Sugerir estratégias de manutenção e reabilitação com base nos resultados observados.

1.3. PROCEDIMENTOS PARA ALCANÇAR O OBJETIVO

A pesquisa teve início com uma revisão de literatura focada em estudos que abordam pavimentos aeroportuários, com ênfase nos métodos utilizados para avaliação da qualidade

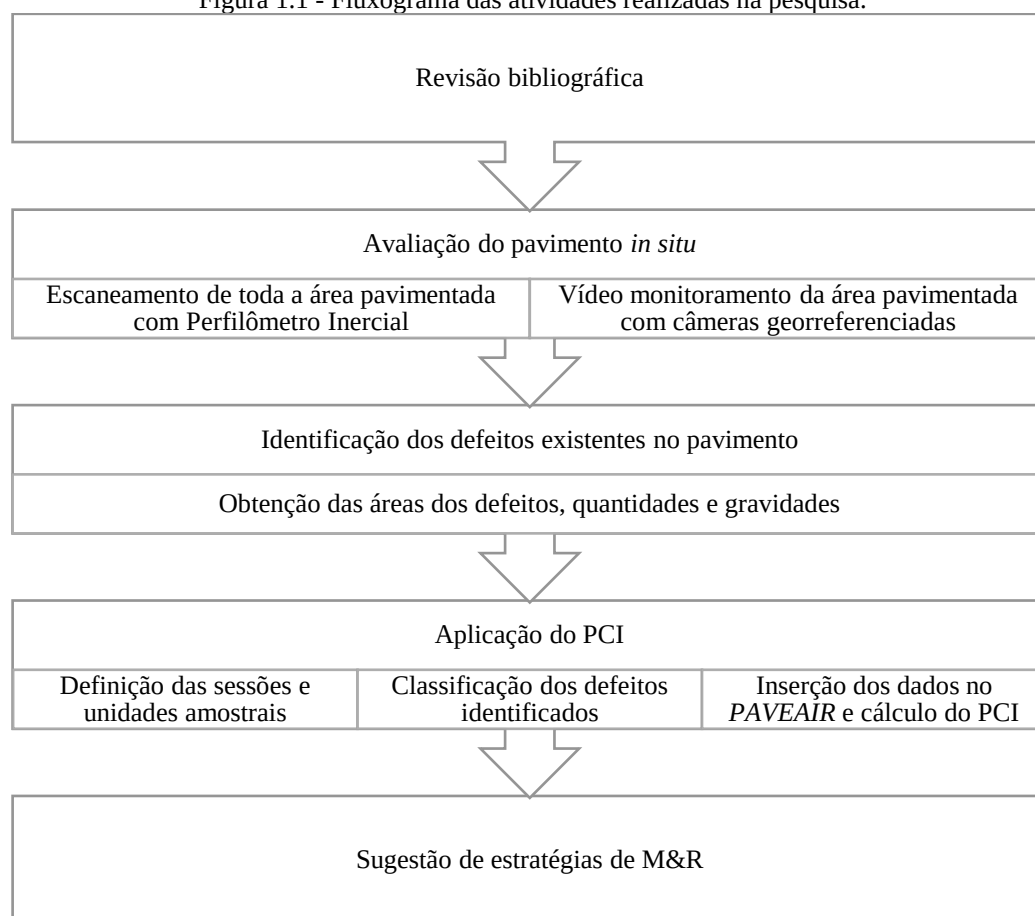
funcional do pavimento pela metodologia PCI e sua correlação com a proposição de ações de M&R.

Em seguida, foi realizada uma avaliação presencial da condição da superfície do pavimento no Aeroporto de Joinville/SC, incluindo imageamento da superfície utilizando equipamento de escaneamento, abrangendo tanto o pavimento de cimento *Portland* quanto o de concreto asfáltico das pistas de pouso e decolagem, pistas de taxiamento e pátios de aeronaves.

Após a coleta de dados em campo, o método PCI, recomendado pela FAA, foi aplicado. A identificação e quantificação dos defeitos do pavimento, seus respectivos níveis de gravidade e o cálculo do PCI seguiram as normas estabelecidas pela ASTM D5340 (2024). Para o cálculo do PCI, utilizou-se o programa *Paveair*, disponibilizado publicamente pela FAA.

Com base nos resultados obtidos, foram apresentadas sugestões sobre o tipo de manutenção a ser realizada e a necessidade de reconstrução de determinadas seções dos pavimentos. A Figura 1.1 ilustra o fluxograma das atividades realizadas nesta pesquisa.

Figura 1.1 - Fluxograma das atividades realizadas na pesquisa.



Fonte: Autora.

1.4. DELIMITAÇÃO DO ESPAÇO DA PESQUISA

Esta pesquisa configura-se como bibliográfica, quantitativo-descritiva e estudo de caso. Caracteriza-se pela combinação da coleta de dados *in situ* com investigações fundamentadas em fontes bibliográficas e documentais. Como estudo de caso, foca na análise aprofundada de uma situação específica, buscando compreender os fatos e fenômenos tal como ocorrem na realidade. Os dados coletados em campo são posteriormente analisados e interpretados à luz de uma fundamentação teórica previamente estabelecida.

A pesquisa é focada no Aeroporto de Joinville, situado no estado de Santa Catarina, Brasil. O estudo abrange todas as áreas pavimentadas, o que inclui a pista de pouso e decolagem, as pistas de taxiamento e os pátios de aeronaves. A escolha dessas áreas se justifica pela sua importância crucial para a operação segura e eficiente do aeroporto, além de representarem os maiores desafios em termos de manutenção e gestão de pavimentos.

A avaliação tem cunho funcional, sendo a coleta de dados realizada por meio de inspeções em campo e imageamento da superfície do pavimento, utilizando equipamento de escaneamento. A análise das condições do pavimento seguiu o método PCI, conforme recomendado pela FAA e normatizado pela ASTM D5340 (2024). Os dados coletados foram inseridos no programa *Paveair* para cálculo do PCI.

As estratégias de manutenção e recuperação propostas foram elaboradas especificamente para este aeroporto, considerando suas características únicas e demandas operacionais. O estudo limita-se à avaliação funcional do pavimento, sem a realização de inspeção estrutural. Além disso, a inspeção foi realizada *in situ*, sem a necessidade de ensaios laboratoriais ou simulações numéricas.

1.5. RELEVÂNCIA DO TEMA

No Brasil, um dos requisitos estabelecidos pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) para a certificação dos aeroportos é a elaboração do Manual de Operações do Aeródromo (MOPS). Esse documento normativo descreve detalhadamente as condições operacionais e os procedimentos que devem ser adotados pelo operador do aeródromo, com o objetivo de assegurar a segurança operacional, atender às exigências administrativas e implementar de forma eficaz o Sistema de Gerenciamento do Pavimento Aeroportuário (SGPA) (ANAC, 2017).

De acordo com o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 156, os aeródromos são definidos como a área operacional que compreende as pistas de circulação, que oferece acomodação para a chegada de aeronaves antes do pouso e logo após a decolagem. Os pavimentos dos aeródromos, constituem os ativos de maior valor em um aeroporto. Por essa razão, é fundamental a implementação de políticas rigorosas de controle, manutenção e restauração (ANAC, 2011a).

O investimento em manutenção e gerenciamento de pavimentos é justificado pela necessidade de suportar as cargas pesadas das aeronaves modernas e as exigências operacionais de aeroportos movimentados. É preciso dispor de uma infraestrutura aeroportuária capaz de permitir a execução segura de todas as operações das aeronaves e seus ocupantes, pois os incidentes ou acidentes aéreos podem proporcionar perdas materiais e humanas irreversíveis. (Moura, 2020).

A degradação dos pavimentos aeroportuários, resultante de fatores como condições climáticas e ambientais, efeito do tempo, tráfego intenso, falta de manutenção adequada ou a combinação desses elementos, é um dos principais responsáveis por incidentes ou acidentes envolvendo aeronaves. Por isso, é essencial implementar e aprimorar ações que assegurem a preservação dos pavimentos, evitando que contribuam para a ocorrência de acidentes ou incidentes em operações no solo (Oliveira, 2016).

Órgãos regulamentadores e administradores operadores aeroportuários, públicos e privados, a partir de diretrizes da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), utilizam as inspeções periódicas para a avaliação das condições das pistas e a sua consequente manutenção. Com base nessas inspeções, um operador aeroportuário conscientiza-se da condição atual do pavimento (ICAO, 2010).

Neste contexto, o PCI é uma ferramenta amplamente utilizada para avaliar e monitorar a condição dos pavimentos, fornecendo uma base sólida para a manutenção preventiva e corretiva. A utilização do PCI permite uma avaliação detalhada do estado dos pavimentos, identificando defeitos e degradações que podem comprometer a segurança das aeronaves. Trincas, ondulações e outros tipos de defeitos são quantificados e classificados, proporcionando uma visão clara das áreas que necessitam de intervenção (Hermawan, 2024).

A metodologia PCI permite a programação de manutenções preventivas, que são geralmente mais econômicas e menos disruptivas do que as ações corretivas emergenciais. Isso resulta em uma utilização mais eficiente dos recursos financeiros e materiais, prolongando a vida útil do pavimento e reduzindo a necessidade de reparos intensivos e custosos. Do ponto de

vista ambiental, manutenções bem planejadas e executadas minimizam a geração de resíduos e a necessidade de extração de novos materiais, alinhando-se com práticas de gestão sustentável (Cho, 2022).

De acordo com o RBAC nº 156, o PCI é o método padrão para avaliar as condições dos pavimentos em aeroportos brasileiros. Sendo a apresentação deste parâmetro uma exigência contratual dos administradores dos aeroportos perante o órgão fiscalizador (ANAC, 2011a). Portanto, a aplicação do PCI no Aeroporto de Joinville/SC tem como objetivo contribuir para a análise detalhada das condições dos pavimentos, subsidiando a tomada de decisão quanto às ações de manutenção necessárias.

1.6. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta pesquisa está organizada em seis capítulos, descritos a seguir:

- Capítulo 1: Apresenta a contextualização do tema central da pesquisa, incluindo os objetivos, proposições do estudo, justificativa e a estrutura geral do trabalho;
- Capítulo 2: Aborda a revisão bibliográfica, com destaque para os conceitos fundamentais relacionados à infraestrutura aeroportuária, com ênfase na avaliação funcional de pavimentos aeroportuários pela metodologia do PCI;
- Capítulo 3: Explora o SGPA, suas atividades básicas e os critérios fundamentais para a tomada de decisão em estratégias de M&R;
- Capítulo 4: Detalha a metodologia aplicada ao estudo de caso, abrangendo as características gerais do aeroporto, a divisão das seções e unidades amostrais, auscultação do pavimento in loco, a inserção dos dados no programa *Paveair* e a definição das estratégias de M&R;
- Capítulo 5: Apresenta os resultados da pesquisa, elucidando os defeitos identificados no pavimento, os resultados de PCI e as estratégias de M&R sugeridas;
- Capítulo 6: Apresenta as conclusões obtidas e as sugestões para trabalhos futuros.

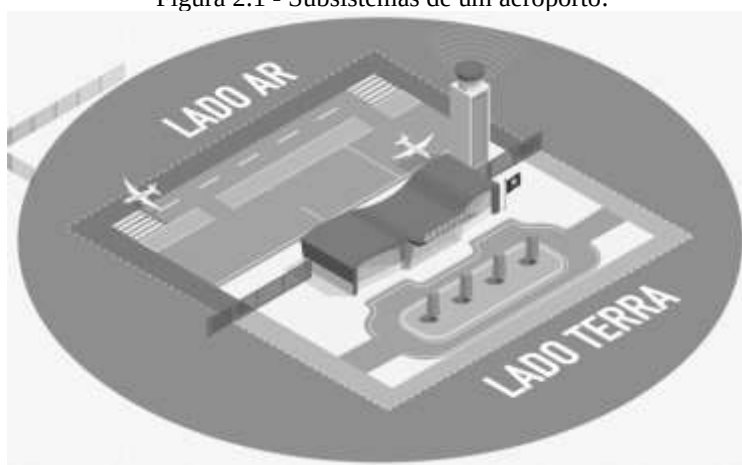
CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS

2.1. SUBSISTEMAS AEROPORTUÁRIOS

Os aeroportos são compostos por dois subsistemas principais: o Lado Terra e o Lado Ar. O Lado Ar, também chamado de lado aéreo, corresponde à área destinada às operações das aeronaves, incluindo a pista de pouso e decolagem, pistas de taxiamento, pátios de estacionamento de aeronaves, áreas de segurança e outras instalações de apoio, onde está localizado o aeródromo. Já o Lado Terra, ou lado terrestre, tem a função de garantir o acesso ao aeroporto, realizar o processamento de passageiros e cargas ao longo da viagem e possibilitar sua transferência para as aeronaves. (Flemming, 2011; Sobrinho, 2016; ANAC, 2020), esse sistema pode ser observado na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Subsistemas de um aeroporto.



Fonte: Silva (2022).

2.2. COMPOSIÇÃO DE UM AERODRÔMO

O Código Brasileiro de Aeronáutica define o aeródromo como toda área destinada ao pouso, decolagem e movimentação de aeronaves, incluindo as instalações e equipamentos necessários para o controle operacional dessas atividades (Brasil, 1986). As principais áreas pavimentadas de um aeródromo são a pista de pouso e decolagem, as pistas de taxiamento e os pátios de estacionamento de aeronaves (ANAC, 2011b).

2.2.1. Pista de Pouso e Decolagem

De acordo com Horonjeff et al. (2010), a pista de pouso e decolagem é um elemento fundamental de qualquer aeroporto. Trata-se de uma área retangular destinada às operações de aeronaves, projetada para garantir segurança e eficiência. O sistema de pista de pouso e decolagem é composto por diversos elementos. Os principais componentes, são:

- Pavimento estrutural: responsável por suportar os esforços gerados pelo peso das aeronaves, suas manobras e outras condições operacionais;
- Acostamento: área ao longo das bordas do pavimento estrutural, projetada para evitar que partículas sólidas sejam aspiradas pelas turbinas das aeronaves, além de acomodar veículos de apoio e equipamentos de manutenção;
- Faixa de pista: área que circunda as extremidades da pista, reduzindo o risco de danos às aeronaves caso ultrapassem os limites do pavimento;
- Área de segurança de fim de pista: Localizada ao longo do eixo da pista e adjacente ao final da faixa de pista, essa área é projetada para minimizar os danos às aeronaves em situações como pouso antes da cabeceira ou ultrapassagem dos limites da pista.

De acordo com o Manual de Projetos Aeroportuários, um fator relevante em uma pista de pouso e decolagem é o estado da superfície do pavimento em termos de conservação, irregularidade, condição de atrito e a condição de drenagem. O pavimento da pista de pouso e decolagem não pode apresentar defeitos que comprometam a operação e deve propiciar uma boa resistência à derrapagem (Brasil, 2021).

2.2.2. Pista de Taxiamento

De acordo com Horonjeff et al. (2010), as pistas de taxiamento, são caminhos construídos sobre a superfície do aeroporto para permitir o deslocamento das aeronaves, conectando as diferentes áreas do aeródromo. Essas pistas devem ser em quantidade suficiente para garantir agilidade e segurança na movimentação das aeronaves.

O RBAC nº 154, define as pistas de taxiamento como trajetória em um aeródromo, estabelecida para o rolamento de aeronaves e com a função de oferecer uma ligação entre as partes do aeródromo. Para maior eficiência, as pistas de taxiamento devem ser projetadas de forma simples, direta e reta (ANAC, 2011b).

Assim como no pavimento das pistas de pouso e decolagem, as pistas de taxiamento também não devem apresentar defeitos que comprometam a segurança operacional nas pistas.

2.2.3. Pátio de Estacionamento de Aeronaves

De acordo com Ashford, Mumayiz e Wright (2011), o projeto de aeroportos deve incluir áreas pavimentadas conhecidas como pátios de estacionamento de aeronaves, destinadas ao estacionamento durante operações como embarque e desembarque de passageiros, abastecimento, manutenção e movimentação de cargas. Esses pavimentos devem oferecer boas condições de resistência e conservação, visando a integridade das aeronaves que o utilizam.

2.3. PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS

Pavimento é uma estrutura composta por múltiplas camadas de espessuras finitas, formada por diversos materiais com características distintas de resistência e deformabilidade. Essa estrutura é construída sobre a superfície final de terraplenagem, projetada para suportar os esforços decorrentes do tráfego, das condições climáticas e oferecer conforto ao rolamento (Chu et al., 2023).

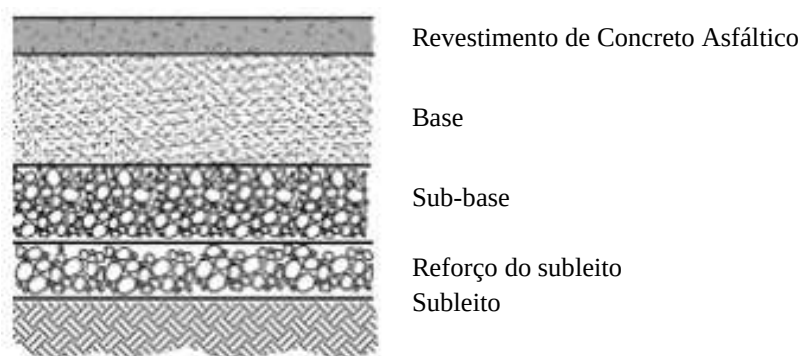
Os pavimentos aeroportuários devem ser capazes de proporcionar segurança ao tráfego de aviões durante pousos e decolagens além de resistir as cargas mecânicas e intempéries. De modo geral, as áreas pavimentadas dos aeródromos são constituídas por pavimentos de concreto asfáltico (CA) ou pavimentos de cimento *Portland* (PCC). Ambos necessitam atender aos requisitos mínimos de operação, portanto, sua estrutura deve ser projetada e dimensionada de forma tal que as tensões impostas pelo tráfego sejam progressivamente dissipadas por cada uma das camadas, até chegar no terreno de fundação em um valor admissível por este (FAA, 2007; Chen et al., 2022).

A definição do tipo de pavimento para as diferentes áreas de um aeródromo é orientada por critérios técnicos e econômicos. Em geral, as pistas de pouso, decolagem e taxiamento são pavimentadas com concreto asfáltico, devido à sua capacidade de suportar os esforços dinâmicos gerados pelo tráfego intenso de aeronaves. Por outro lado, os pátios de estacionamento são comumente construídos com pavimento de concreto *Portland*, que apresenta maior resistência às cargas estáticas prolongadas e à exposição a agentes químicos, como combustíveis, óleos e lubrificantes (Silva, 2016; Ferreira 2020).

2.3.1. Pavimento de Concreto Asfáltico (CA)

Os pavimentos de concreto asfáltico são formados por uma camada de concreto asfáltico betuminoso assentada sobre uma série de camadas subsequentes, feitas com materiais criteriosamente escolhidos, como solos ou misturas de solos e materiais granulares. Essas camadas experimentam uma deformação elástica considerável devido à carga aplicada, o que permite que a carga seja distribuída de maneira gradual entre elas (FAA, 2007^a; Bernucci et. al., 2008). As camadas de concreto asfáltico são ilustradas pela Figura 2.2 e descritas a seguir.

Figura 2.2 - Estrutura típica de um pavimento de concreto asfáltico.



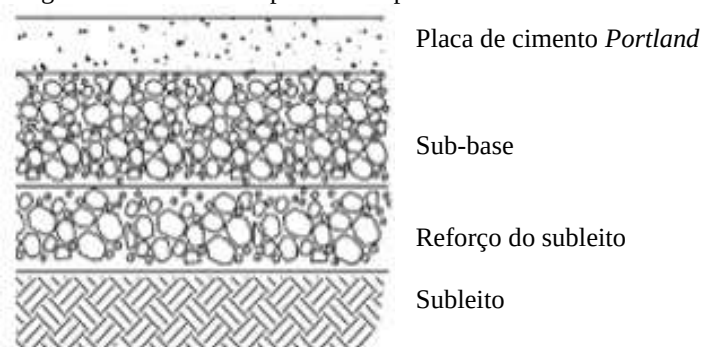
Fonte: Duran (2015).

- **Revestimento de Concreto Asfáltico:** é a camada superficial de concreto asfáltico, resistente ao desgaste, proporciona uma superfície de rolamento suave. É composta por uma mistura de agregados e ligante asfáltico, que confere visco elasticidade e resistência à tração;
- **Base:** Camada composta de materiais granulares compactados, como brita graduada, que distribuem as cargas aplicadas e suportam o revestimento asfáltico;
- **Sub-base:** Camada de materiais granulares ou estabilizados com cimento ou asfalto para fornecer suporte adicional a camada de base;
- **Reforço do subleito:** camada do pavimento composta por solo selecionado, proveniente de jazidas ou áreas de empréstimo, aplicada sobre o subleito com o objetivo de melhorar a capacidade estrutural do pavimento. Quando adequadamente compactada, proporciona maior estabilidade e durabilidade à estrutura.
- **Subleito:** é o solo compactado sob as camadas estruturais, que deve ter capacidade de suporte suficiente para evitar deformações excessivas.

2.3.2. Pavimento de Cimento Portland (PCC)

O pavimento de cimento *Portland* tem como elemento estrutural principal o concreto de cimento *Portland*. São projetados em placas cujas dimensões e especificações variam conforme sua utilização. Essas placas são apoiadas sobre uma sub-base ou um reforço do subleito, quando necessário, e podem ser do tipo armado ou protendido (FAA, 2007a). As camadas de pavimento de cimento *Portland* são ilustradas pela Figura 2.3 e descritas a seguir.

Figura 2.3 - Estrutura típica de um pavimento de cimento *Portland*.



Fonte: Duran (2015).

- **Placas de cimento *Portland*:** Camada superficial da estrutura, são placas de cimento *Portland*, projetadas para suportar grandes cargas com mínima deformação. Podem ser reforçadas com aço ou pré-tensionadas para aumentar a resistência a trincas e melhorar a durabilidade;
- **Sub-base:** Camada composta por material granular ou estabilizado, para melhorar a capacidade de suporte e fornece uma base uniforme para as placas de concreto;
- **Reforço do subleito:** camada do pavimento composta por solo selecionado, proveniente de jazidas ou áreas de empréstimo, aplicada sobre o subleito com o objetivo de melhorar a capacidade estrutural do pavimento. Quando adequadamente compactada, proporciona maior estabilidade e durabilidade à estrutura;
- **Subleito:** é o solo compactado sob as camadas estruturais, que deve ter capacidade de suporte suficiente para evitar deformações excessivas.

2.4. O PAVIMENTO E A SEGURANÇA OPERACIONAL AEROPORTUÁRIA

A segurança operacional é definida como o estado em que o risco de lesões a pessoas ou danos a propriedades é reduzido e mantido em níveis aceitáveis por meio de um processo contínuo de identificação e gerenciamento de riscos nos serviços relacionados à navegação aérea (ACRP, 2015; DECEA, 2024).

Stolzer et al. (2012) conceituam os riscos como condições, situações ou ações com o potencial de causar prejuízos a um sistema. Os autores destacam que a identificação dos riscos presentes em um sistema é um passo essencial, pois evidencia que ele está constantemente suscetível a eventos que podem resultar em acidentes. Identificar e compreender esses riscos é fundamental para a implementação de medidas que reduzam a probabilidade de incidentes e garantam a segurança operacional de maneira eficiente e sustentável.

O modelo proposto por Reason (1990) categoriza os riscos em sistemas complexos como falhas ativas e falhas latentes. As falhas ativas referem-se a ações inseguras, geralmente associadas a erros humanos, que produzem impactos imediatos na segurança do sistema. Por outro lado, as falhas latentes representam ações, condições ou situações que, embora não iniciem diretamente um acidente, podem contribuir significativamente para sua ocorrência.

Diante desse contexto, o Comando da Aeronáutica, responsável pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), estabeleceu orientações para o controle das ocorrências aeronáuticas. Essas devem ser classificadas em taxonomias padronizadas, conforme demonstra o Quadro 2.1, que incluem a definição e a descrição detalhada dos eventos. A relevância desse processo se intensifica à medida que o setor enfrenta desafios crescentes relacionados ao aumento do tráfego aéreo, à complexidade das operações e à diversidade de contextos operacionais, reforçando a necessidade de sistemas robustos de monitoramento e análise para a melhoria contínua da segurança operacional (Brasil, 1946; Wiegmann, 1997; ICAO, 2017).

Quadro 2.1 - Eventos de segurança aeroportuária de acordo com a taxonomia.

Taxonomia	Definição
ADRM	Aeródromo (ocorrências envolvendo questões de design, serviços e funcionalidade de aeródromo)
ARC	Contato anormal com a pista
ATM/CNS	Ocorrências envolvendo questões de gerenciamento de tráfego aéreo (ATM) ou serviço de comunicações, navegação ou vigilância (CNS)
BIRD	Uma colisão/quase-colisão com (ou ingestão de) uma ou várias aves

Taxonomia	Definição
CFIT	Colisão em voo ou quase colisão com terreno, água ou obstáculo sem indicação de perda de controle
CTOL	Colisão com obstáculo na decolagem ou pouso
F-NI	Fogo ou fumaça na aeronave, em voo ou no solo, não resultante de impacto
F-POST	Fogo ou fumaça resultante de impacto
FUEL	Ocorrência relacionada com combustível
GCOL	Colisão em solo (colisão durante o taxiamento para ou de uma pista em uso)
LALT	Operação de baixa altitude
LOC-G	Perda de controle da aeronave enquanto se encontra no solo
LOC-I	Perda de controle da aeronave enquanto se encontra em voo
OTHR/UNK	Outras ocorrências (em aeródromo)
RAMP	Operações no solo (ocorrências durante ou em consequência de operações em solo)
RE	Excursão de pista saída pela lateral (<i>vier off</i>), ou ultrapassagem da extremidade longitudinal (<i>overrun off</i>) da pista).
RI	Incursão em pista (qualquer ocorrência num aeródromo envolvendo a presença incorreta de uma aeronave, veículo ou pessoa na área protegida de uma superfície designada para pouso e decolagem de aeronaves)
SCF-NP	Falha ou mal funcionamento de um sistema ou componente da aeronave, exceto motores
SCF-PP	Falha ou mal funcionamento de um sistema ou componente da aeronave relacionado a motor
USOS	Toque no solo fora da superfície de pouso
WILD	Colisão com fauna

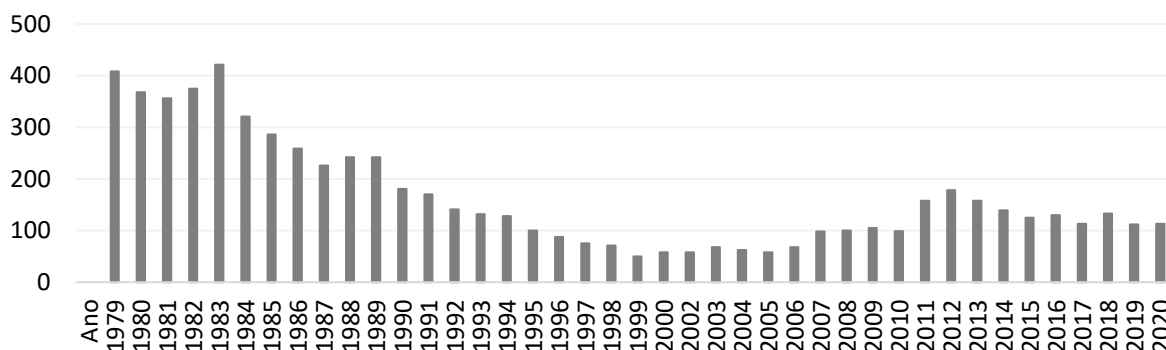
Fonte: Silva (2022).

2.4.1. Históricos dos Acidentes Aeronáuticos

Através do Relatório Anual de Segurança Operacional da ANAC (2022b), é possível observar o total de acidentes aeronáuticos registrados ao longo dos anos. De acordo com a Figura 2.4, constata-se que desde 1979 até o ano de 2020, houve uma diminuição significativa no número absoluto de acidentes. No entanto, observa-se que os anos com menor incidência de acidentes foram entre 1995 e 2010, com um aumento de aproximadamente 60 ocorrências nos anos seguintes. Uma análise complementar considerando a classificação por tipo de taxonomia entre 2016 e 2020, pode ser observada na Figura 2.5.

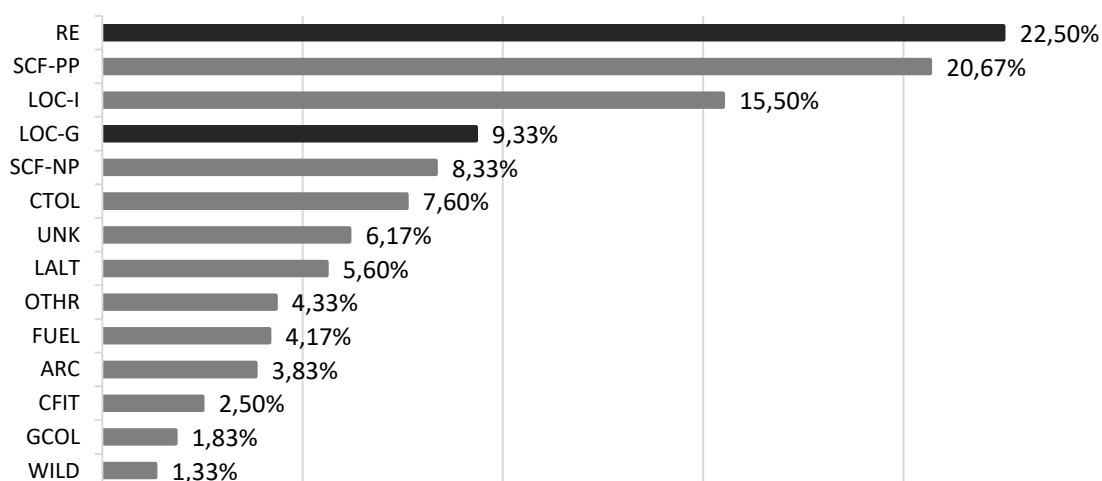
Conforme os dados ilustrados, os incidentes relacionados à excursão de pista (RE), e perda de controle no solo (LOC-G) juntos, somam 31,8% do total de acidentes registrados no período analisado.

Figura 2.4 - Histórico de acidentes da aviação civil brasileira até 2020.



Fonte: ANAC (2022b).

Figura 2.5 - Principais tipos de ocorrências de acidentes entre 2016 e 2020.



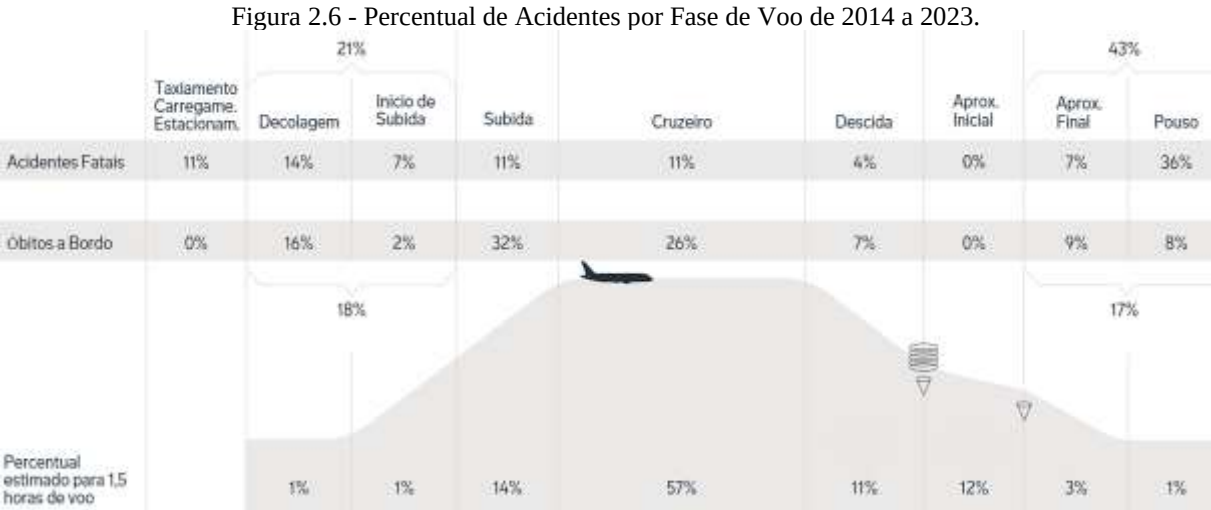
Fonte: ANAC (2022b).

2.4.2. A Relação da Condição do Pavimento com os Acidentes Aeroportuários

De acordo com o Manual sobre Critérios de Movimentação em Solo da ANAC (2022a), uma excursão de pista (RE) ocorre quando uma aeronave sai da superfície da pista do aeródromo durante uma operação de pouso ou de decolagem. Esses eventos envolvem diversos fatores contribuintes, que vão desde uma aproximação desestabilizada até condições inadequadas de aderência do pavimento.

Já a perda de controle no solo (LOC-G) é caracterizada pela impossibilidade de o piloto manter o controle da aeronave, seja por falta de condições adequadas, seja pela ineficácia da atuação dos comandos. Esse evento pode ocorrer desde o início do deslocamento da aeronave por meios próprios até sua decolagem, bem como do toque no pouso até sua parada completa. A perda de controle no solo também pode estar relacionada a condições inadequadas da pista de pouso e decolagem, como buracos, depressões, desagregações ou acúmulo de água no pavimento.

Um estudo da Boeing (2024) analisou os acidentes fatais por fase de voo, considerando dados da frota mundial de aeronaves no período de 2014 a 2023, Figura 2.6. Os resultados indicaram que a fase de cruzeiro (em ar) é responsável por apenas 11% de todos os acidentes fatais. Por outro lado, a fase de pouso representa 36% desses acidentes, enquanto as fases de taxiamento e decolagem, juntas, correspondem a 25% dos acidentes fatais.



Fonte: Boeing (2024).

Nesse sentido, observa-se que a maior parte dos acidentes fatais ocorre em contato com o solo. Dessa forma, os pavimentos das infraestruturas aeroportuárias desempenham um papel essencial na segurança e na eficiência das operações aéreas, sendo um dos elementos mais críticos de toda a estrutura aeroportuária. Devido à sua relevância estratégica, esses pavimentos demandam investimentos significativos para garantir tanto a durabilidade quanto o desempenho adequado ao longo do tempo. Além disso, é indispensável adotar uma abordagem proativa de manutenção, com inspeções regulares e intervenções corretivas que minimizem o risco de falhas estruturais ou funcionais (ANAC, 2019).

Quando os pavimentos não apresentam condições adequadas, há um aumento significativo no risco à vida de passageiros, tripulações e equipes de solo. Além disso, a interdição de uma pista devido a condições inadequadas pode gerar impactos econômicos expressivos, como atrasos e cancelamentos de voos, aumento nos custos operacionais das companhias aéreas e prejuízos para a infraestrutura aeroportuária, afetando diretamente a logística e a economia da região (Costa, 2018).

Um exemplo dessa problemática ocorreu no Aeroporto de Navegantes em 14 de novembro de 2023. O aeroporto permaneceu fechado por aproximadamente quatro horas após pedaços de asfalto atingirem a fuselagem de uma aeronave durante a decolagem. O incidente foi causado pela desagregação do pavimento durante a manobra. A Figura 2.7 mostra a situação do pavimento após o incidente (CNN, 2023).

Figura 2.7 - Incidente com o pavimento no Aeroporto de Navegantes.



Fonte: CNN (2023).

Outro evento como este ocorreu na Austrália em 15 de outubro de 2023, quando ao iniciar a decolagem do Aeroporto Internacional de Perth, um pedaço de pavimento soltou e levantou da pista. O aeroporto ficou fechado durante um dia inteiro para reparos. A Figura 2.8 mostra a situação do pavimento no momento do incidente (Moreira, 2023).

Figura 2.8 - Incidente com o pavimento no Aeroporto na Austrália.



Fonte: Moreira (2023).

Em 08 de dezembro de 2023 o Aeroporto de Congonhas sofreu 29 atrasos e 2 cancelamentos, devido a um incidente que ocorreu quando uma aeronave ficou presa em um afundamento no pavimento. O pavimento afundou e travou o pneu da aeronave que precisou ser rebocada do local. A Figura 2.9 mostra o incidente ocorrido (NEWS, 2023).

Figura 2.9 - Incidente com o pavimento no Aeroporto de Congonhas.



Fonte: News (2023).

Um exemplo de excursão de pista (RE) ocorreu no aeroporto de Florianópolis no dia 12 de julho de 2023, onde uma aeronave derrapou na pista durante o pouso. Devido chuva, a pista estava molhada no momento do pouso e a aeronave derrapou após a frenagem, ela parou somente quando tocou o canteiro do aeroporto, conforme ilustra a Figura 2.10. O Aeroporto precisou ser fechado para investigações da qualidade do pavimento (Lyra, 2023).

Figura 2.10 - Incidente com o pavimento no Aeroporto de Florianópolis.



Fonte: Lyra (2023).

2.5. DEFEITOS EM PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS

De acordo com o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER, 1999), os pavimentos são projetados para apresentar uma vida útil definida. Após a sua concepção, o pavimento inicia em condições ótimas, a sua deterioração evolui progressivamente até atingir um estado de degradação crítico. Esse declínio das condições funcionais e estruturais pode ser observado através da existência de defeitos em sua superfície, um conceito essencial para avaliar a serventia do pavimento ao longo do tempo. O entendimento detalhado dos mecanismos de deterioração, que incluem fatores estruturais, climáticos e operacionais, é importante para identificar as causas da perda de desempenho e para embasar a seleção das técnicas mais adequadas para sua reabilitação.

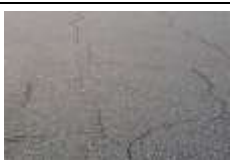
Os defeitos dos pavimentos são comumente classificados em duas categorias considerando suas causas e impactos, os estruturais e os funcionais. Os defeitos estruturais referem-se à incapacidade da estrutura em suportar as cargas aplicadas sem apresentar falhas críticas, como trincas profundas, afundamento ou colapsos de camadas. Já os defeitos funcionais afetam diretamente a segurança e o conforto dos usuários, comprometendo a aderência, a drenagem e o rolamento regular e suave (Silva, 2008).

A identificação precisa dos tipos de defeitos, acompanhada da quantificação de sua extensão, seja pela frequência de ocorrência ou pela área afetada do revestimento, e pela classificação do nível de gravidade é fundamental para a seleção de estratégias de intervenção. (Fernandes. et al., 2011; ALACPA, 2012).

2.5.1. Defeitos em Pavimentos de Concreto Asfáltico

Existem 17 tipos de defeitos classificados em pavimentos de concreto asfáltico, que são fundamentais para o diagnóstico e planejamento de manutenções corretivas. Esses defeitos são identificados por meio de uma série de critérios relacionados ao tipo de falha e à sua severidade, a classificação detalhada desses defeitos é definida normativamente pela ASTM D 5340 de 2024. O Quadro 2.2, apresenta a descrição dos defeitos, definições e a forma de medição de cada um.

Quadro 2.2 - Lista de Defeitos no Pavimento de Concreto Asfáltico.

Defeito	Descrição	Unidade	Ilustração
Trinca Couro de Jacaré	Fissuras interligadas formadas por fadiga do revestimento asfáltico devido a tensões repetitivas do tráfego	Área (m ²)	
Exsudação	Filme brilhante na superfície devido ao excesso de ligante asfáltico, comprometendo a aderência pneu-pavimento.	Área (m ²)	
Trincas em Bloco	Fissuras que dividem o pavimento em blocos, causadas por oxidação e variação térmica.	Área (m ²)	
Ondulação	Sequência de elevações e depressões perpendiculares ao tráfego.	Área (m ²)	
Depressão	Abatimento da superfície formando pontos baixos, frequentemente associados a acúmulo de água	Área (m ²)	
Erosão por Carbonização	Degradação superficial causada pelo calor das turbinas de aeronaves.	Área (m ²)	
Trinca por Reflexão de Juntas	Trincas que surgem sobre juntas do pavimento de concreto recoberto por camada asfáltica	Metros lineares (m)	

Defeito	Descrição	Unidade	Ilustração
Trincas Longitudinais e Transversais	Trincas direcionais ao longo ou perpendicularmente ao eixo da pista	Metros lineares (m)	
Contaminação por Óleo	Degradação do pavimento devido a derramamento de óleos e solventes	Área (m²)	
Remendo	Reparo de superfície pavimentada, podendo ser superficial ou profundo	Área (m²)	
Agregado Polido	Baixa porção do agregado fino na superfície do pavimento e pouca angularidade ou rugosidade dos agregados graúdos	Área (m²)	
Desagregação ou Desprendimento	Envelhecimento do revestimento asfáltico, que endurece e passa a sofrer desgaste superficial com a perda de partículas de agregado e partes endurecidas do ligante asfáltico	Área (m²)	
Afundamento Trilha de Roda	Depressão localizado na trilha de roda devido à repetição das cargas	Área (m²)	
Elevação no Encontro de Placas	Desnível causado pela elevação de placas de cimento <i>portland</i>	Área (m²)	
Trinca de Escorregamento	Trincamento, deformação e o escorregamento de massa asfáltica	Área (m²)	
Expansão ou Inchamento	Elevação na superfície do pavimento que pode ser acompanhado pelo trincamento da superfície	Área (m²)	
Desprendimento	Envelhecimento de misturas asfálticas que pela oxidação endurecem e perdem partículas, deixando o agregado grosso exposto e ocasionando	Área (m²)	

Fonte: ANAC (2021).

2.5.2. Defeitos em Pavimentos de Cimento *Portland*

Existem 17 tipos de defeitos classificados em pavimentos de cimento *Portland*, que são fundamentais para o diagnóstico e planejamento de manutenções corretivas. Esses defeitos são identificados por meio de uma série de critérios relacionados ao tipo de falha e à sua severidade, a classificação detalhada desses defeitos é definida normativamente pela ASTM D 5340 de 2024. O Quadro 2.3 a seguir, apresenta a descrição dos tipos de defeitos, padronizados e a forma de medição de cada um deles.

Quadro 2.3 - Lista de Defeitos no Pavimento de Cimento *Portland*.

Defeito	Descrição	Unidade	Ilustração
Levantamento de Placas	Expansão e levantamento das placas de cimento <i>Portland</i>	Frequência	
Quebra de Canto	As trincas associadas que interceptam as juntas a uma distância menor do que metade do comprimento do lado da placa de concreto	Frequência	
Trinca Transversal, Longitudinal ou Diagonal	Trincas lineares sem interligação, na direção horizontal vertical ou diagonal	Frequência	
Trincas de Durabilidade D	Trincas correndo paralelas a junta ou trinca linear. Uma coloração escura pode ser vista em volta das trincas D	Frequência	
Material Selante Danificado	O material selante, que preenche o espaço das juntas entre as placas degradado ou ausente	É registrado de acordo com o estado geral na UA	
Remendo Pequeno (< 0,5 m²)	O defeito remendo pequeno tem origem em um reparo com área inferior a 50 cm executado na placa de concreto	Frequência	
Remendo Grande (> 0,5 m²)	O defeito remendo pequeno tem origem em um reparo com área superior a 50 cm executado na placa de concreto	Frequência	

Defeito	Descrição	Unidade	Ilustração
Pequenos Buracos	Pequenos buracos são caracterizados por buracos de 25,0 mm a 100,0 mm de diâmetro e 13,0 a 51,0 mm de profundidade	Frequência	
Bombeamento	Solo da base é encontrado próximo das juntas entre placas	Frequência	
Trincas Desordenadas e Descamamento	Trincas finas desordenadas e descamação da superfície	Frequência	
Desnívelamento de Placas	O defeito desnivelamento de placas tem origem na elevação da junta entre as placas de concreto, ou então, na consolidação de uma ou mais camadas sob a placa	Frequência	
Placa Dividida	Esse defeito se caracteriza por trincas que se cruzam e que dividem a placa em quatro ou mais pedaços	Frequência	
Trinca de Contração	Se caracterizam por trincas capilares que não cruzam toda a largura da placa	Frequência	
Esborcinamento de Juntas	Quebra da parte superior da placa de concreto a uma distância de até 60 cm da junta.	Frequência	
Esborcinamento de Canto	O esborcinamento de canto é caracterizado pela deterioração da parte superior da placa de concreto, a uma distância de até 60,0 cm do canto da placa	Frequência	
Reação de Sílica Alcalina	Forma de mapa, presença de gel ou manchas brancas, castanhas, cinzentas ou de outra cor, saliência nos agregados ou aumento de volume (expansão)	Frequência	

Fonte: ANAC (2021).

2.6. PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)

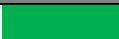
Um dos métodos de avaliação funcional utilizados para pavimentos aeroportuários é o PCI. Amplamente adotado em diversos países, o PCI foi desenvolvido pelo *US Army Corps of Engineers* (USACE) com o objetivo de fornecer um índice numérico que permita avaliar a degradação do pavimento e determinar suas reais condições funcionais (Macedo 2008; Nikolaides, 2014; Merighi, 2017).

De acordo com Domingos (2017), o PCI possui aplicações ainda mais amplas, permitindo o monitoramento do estado do pavimento ao longo dos anos e a elaboração de modelos de previsão de desempenho. Esses modelos auxiliam os gestores na avaliação de diferentes cenários de intervenção, possibilitando a definição dos momentos e das estratégias mais adequadas para a manutenção, considerando aspectos técnicos, econômicos e operacionais.

Para Oliveira (2009), o PCI foi inicialmente desenvolvido em ambiente de escritório, testado em campo e validado com a colaboração de engenheiros experientes em nove aeroportos. Esses testes abrangeram mais de 100 pavimentos expostos a diferentes condições climáticas e variados níveis de tráfego. Atualmente, o PCI é amplamente utilizado como uma ferramenta essencial na gestão de pavimentos aeroportuários, sendo aplicado não apenas nos Estados Unidos, mas também em aeroportos da Europa, América Latina e Brasil.

A análise do PCI é realizada por meio da identificação dos defeitos presentes na superfície do pavimento e de uma metodologia que atribui pontuações conforme o tipo e o grau de severidade de cada falha. O resultado é expresso em uma escala que varia de 0 a 100, onde 0 representa a pior condição possível do pavimento, e 100 indica um pavimento em perfeitas condições (ANAC, 2017). A Tabela 2.1 apresenta a classificação do método PCI.

Tabela 2.1 - Escala PCI.

PCI	Escala	
85 a 100	Excelente	
70 a 84	Bom	
55 a 69	Regular	
40 a 54	Ruim	
25 a 39	Muito Ruim	
10 a 24	Péssimo	
0 a 9	Ruptura	

Fonte: ANAC (2017).

2.6.1. Divisão da Rede Pavimentada

Uma rede de pavimentos aeroportuário é todo o pavimento existente no aeródromo (FAA, 2014b). Deste modo, o primeiro passo do método do PCI consiste na identificação dos diferentes pavimentos que constituem a rede do aeródromo, de acordo com a função que cada um deles assume dentro da infraestrutura, e são separados em áreas típicas.

Seguidamente cada área típica é dividida em secções homogêneas com base no dimensionamento da estrutura do pavimento, no histórico de construção e manutenção, no tráfego e no estado do pavimento, e por fim, cada uma das secções é subdividida em unidades amostrais com tamanho padrão, sendo a menor área a ser seccionada, conforme os níveis apresentados a seguir:

- Primeiro nível: Rede, é o conjunto de áreas pavimentadas que constituem o espaço reservado ao tráfego aéreo e que permitem a realização em segurança das manobras de pouso, decolagem, circulação e estacionamento das aeronaves. O aeródromo inteiro é geralmente considerado como uma rede;
- Segundo nível: Área Típica, é parte identificável de uma rede de pavimentos considerada uma entidade individual que possui uma função distinta na rede. As principais áreas típicas que conformam uma rede são as pistas de pouso e decolagem, as pistas de taxiamento e os pátios de estacionamentos das aeronaves;
- Terceiro nível: Seção, é a fração de uma área típica que possui características semelhantes relativamente à sua estrutura, espessura, materiais, data e histórico de construção, tráfego e estado de conservação;
- Quarto nível: A unidade amostral (UA) é a subdivisão de uma seção, estabelecida como a unidade básica para a inspeção de pavimentos aeroportuários. Para pavimentos de concreto asfáltico, a UA corresponde a 450 m² contíguos, com uma variação de até 180 m² quando a seção do pavimento não puder ser dividida de forma exata por 450 m² ou para atender a condições específicas do local. Já para pavimentos de cimento *Portland*, a UA é composta por 20 placas contíguas, podendo haver uma variação de até 8 placas caso o número total de placas não seja divisível por 20 ou quando houver necessidade de ajustes para condições específicas de campo (ASTM D 5340, 2024).

2.6.2. Determinação das Unidades Amostrais

É importante ressaltar que a ASTM D 5340 (2024) permite realizar uma inspeção completa em todas as unidades amostrais dos pavimentos, neste caso, o PCI será representado por uma avaliação de 100% da área pavimentada. Por outro lado, uma vez que a observação de todas as unidades amostrais dos pavimentos do aeródromo pode exigir um elevado tempo de exposição nas pistas, também é possível a determinação de uma quantidade mínima de unidades amostrais (UA), neste caso, a escolha das unidades amostrais deve representar um nível de confiança de 95% na determinação do PCI da seção. Então o número mínimo de unidades amostrais a serem avaliadas pode ser calculado pela Equação 2.1.

$$n = \frac{N \cdot s^2}{\left(\left(\frac{e^2}{4}\right) \cdot (N - 1) + s^2\right)} \quad (2.1)$$

Onde:

n: Número de amostras a inspecionar;

N: Número total de amostras na seção;

e: Erro tolerado (± 5 pontos);

s: Desvio padrão da seção (usualmente igual a 10 para CA e 15 para PCC).

Posteriormente deve ser calculado o desvio padrão real das unidades amostrais inspecionadas, para verificar a necessidade de inspeção em novas unidades amostrais. O desvio padrão deve ser calculado pela Equação 2.2.

$$S_{real} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(PCI_i - PCI_f)^2}{(n - 1)}} \quad (2.2)$$

Onde:

Sreal: Desvio padrão real;

n: Número de amostras a inspecionar;

PCIi: PCI da unidade i; e

PCIf: PCI médio.

Com o valor do desvio padrão real obtido recalcula-se o número mínimo de amostras utilizando a Equação 2.1 e o valor do desvio padrão real obtido na Equação 2.2. Caso o novo valor de n for superior ao inicialmente determinado, é necessário selecionar de modo aleatório, e uniformemente espaçadas, as unidades de amostra adicionais, procedendo-se posteriormente à sua inspeção. Este processo é repetido até que o número de unidades de amostra inspecionadas for superior ou igual ao número mínimo de unidades de amostra requeridas pela aplicação da Equação 2.1.

Uma vez determinado o número de amostras a inspecionar, é necessário calcular o espaçamento entre elas. As amostras são igualmente espaçadas ao longo da secção, sendo a primeira amostra selecionada aleatoriamente. O intervalo de espaçamento das unidades (i) é calculado pela aplicação da Equação 2.3, sendo o resultado arredondado para o número inteiro mais baixo.

$$i = \frac{N}{n} \quad (2.3)$$

De acordo com o Manual de SGPA, recomenda-se que para levantamento em uma pista de pouso e decolagem, pelo menos 50% das amostras localizadas na faixa central da pista sejam avaliadas.

2.6.3. Inspeção das Unidades Amostrais

Se o inspetor optar por inspecionar 100% das unidades amostrais, dever-se-á avaliar individualmente todas as unidades amostrais da rede. Caso tenha optado pela avaliação da quantidade mínima, deverá direcionar-se para cada unidade amostral escolhida.

A inspeção é realizada visualmente, sobre a unidade de amostra, obtendo-se os defeitos, (tipo, dimensões e gravidades) existentes nas unidades amostrais, repetindo o procedimento para todas as unidades amostrais que serão avaliadas.

Para o bom entendimento do método, é importante considerar que cada tipo de defeito contribui de forma diferente para a redução do valor numérico do índice. Os diferentes graus de gravidade, nos respectivos defeitos, também contribuem de forma diferente na dedução do valor numérico do índice, portanto é importante que a classificação destes defeitos siga estritamente as orientações normativas.

2.6.4. Cálculo do PCI das Unidades Amostrais

Diante de cada uma das fichas de avaliação, com os tipos, quantidades e gravidades de defeitos registrados, o primeiro passo para o cálculo do índice de PCI da unidade amostral é calcular a densidade. A densidade é a porcentagem de incidência de um defeito, calculada por nível de gravidade, numa determinada unidade de amostra, conforme a Equação 2.4.

$$D (\%) = \frac{\text{Quantidade da degradação (m ou m}^2\text{)}}{\text{Área total da UA (m}^2\text{)}} \cdot 100 \quad (2.4)$$

Posteriormente, realiza-se o cálculo do valor a deduzir (VD) que se refere a cada par de informação, defeito e gravidade. O valor a deduzir é obtido nos gráficos de dedução de cada defeito, conforme apêndice X3 da norma ASTM D 5340 (2024). Se nenhum ou apenas um dos valores de dedução é superior a cinco, o valor máximo de dedução corrigido a usar no cálculo do PCI será igual à soma de todos os VD. Caso mais do que um valor a deduzir apresente valor superior a cinco, é necessário calcular o número máximo de deduções conforme Equação 2.5, a considerar no cálculo de forma a ajustar a influência que o conjunto das anomalias produz no estado da amostra, evitando assim a extrapolação dos resultados de PCI.

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) \cdot (100 - HVD) \leq 10 \quad (2.5)$$

Onde:

m: Número máximo de degradações admissíveis;

HVD: O maior valor de dedução (VD) da unidade de amostra.

Neste caso, o Valor Máximo de Dedução Corrigido (Max VDC) é determinado através de um processo iterativo que inclui os seguintes passos:

1. Colocar por ordem decrescente os valores;
2. Determinar o número de valores deduzidos superiores a 5;
3. Calcular o somatório de valores deduzidos;
4. Determinar o valor de dedução corrigido (VDC) por consulta da curva de VDs corrigidos;
5. Reduzir para 5 o menor VD superior a 5 e repetir os passos anteriores até obter $q = 1$;
6. O VDC final é o maior valor de VDC determinado por este processo (Max VDC).

Por fim, o valor do PCI da unidade amostral será a diferença entre o conceito 100 e o valor do Max VDC, segundo a Equação 2.6.

$$PCI(UA) = 100 - Max VDC \quad (2.6)$$

CAPÍTULO 3

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS (SGPA)

A gerência de pavimentos compreende o conjunto de atividades técnicas da gestão aeroportuária. Ela inclui o planejamento, a programação dos investimentos, as obras de manutenção e a avaliação periódica dos pavimentos de modo sistemático. Tem como principal objetivo prover a aplicação racional dos recursos disponíveis, tendo como fatores externos e condicionantes as aplicações dos recursos orçamentários, os dados necessários ao sistema e as diretrizes políticas e administrativas (Visconti, 2000; Alves, 2015).

Um Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários na opinião de Fernandes (2010), é essencialmente um sistema de informação, como tal, o seu elemento de maior importância é a base de dados. Nela encontram-se reunidos todos os dados referentes à infraestrutura e ao seu estado num determinado momento.

Rodrigues (2007) afirma que um SGPA é definido como um conjunto integrado de métodos e ferramentas projetados para apoiar gestores e tomadores de decisão na identificação de estratégias eficazes para a construção, avaliação e manutenção de pavimentos. O objetivo principal é garantir que esses pavimentos permaneçam em condições funcionais adequadas ao longo de um período determinado.

O RBAC 153 determina que operadores de aeródromos classificados como Classe IV implementem um SGPA (ANAC, 2019). Para os aeródromos de outras classes, a adoção do sistema é recomendada, pois representa uma estratégia eficaz para aprimorar a qualidade dos pavimentos aeroportuários. Além disso, sua utilização contribui para a redução de custos associados à manutenção, otimiza o ciclo de vida dos pavimentos e prolonga sua durabilidade.

3.1. ELEMENTOS ESSENCIAIS DE UM SGPA

Os componentes básicos de funcionamento do SGPA constituem-se em: coleta de dados; formação de base e banco de dados; modelo de previsão; critérios de decisão; geração de alternativas; saídas; retroalimentação; pesquisa e treinamento (Marcon, 2008).

3.1.1. Coleta de dados

No inventário são levantados dados quanto às características do pavimento, sejam elas: localização; tipo de pavimento; classificação funcional; geometria transversal e longitudinal; materiais e espessuras das camadas; histórico de construção, conservação e restauração; condição de drenagem; sistema de referenciamento. Com relação ao tráfego, analisam-se variáveis como: tipo, modelo e configuração de aeronaves, frequência de operação, classificação e cargas.

Uma das componentes mais relevantes do sistema é a avaliação da qualidade dos pavimentos, uma vez que suporta a definição das ações de intervenção necessárias com vista a garantir a qualidade funcional e estrutural do pavimento. Em geral, a caracterização do estado de conservação dos pavimentos é efetuada através da determinação do PCI, que traduz o estado funcional da superfície dos pavimentos e permite suportar decisões de intervenção no pavimento através da sua interpretação.

3.1.2. Base e Bancos de Dados

Os dados são catalogados de forma organizada, compondo a base de dados que irá facilitar a obtenção, atualização e emprego de informações. Para a formatação do banco de dados do SGPA, é essencial o uso de programas de computador, entretanto, alguns cuidados devem ser tomados ao escolher determinado programa, como por exemplo: compatibilidade e intercâmbio entre bases, capacidade de armazenamento e processamento de muitos dados, acesso rápido e controlado, flexibilidade para mudanças, facilidade de operação e entendimento e segurança garantida por senhas e funções de alteração.

3.1.3. Critérios de Decisão

Dependem do tipo de pavimento e do padrão de qualidade estabelecido para a rede. Com base nesse padrão, são definidos os valores limites para os parâmetros de controle. Os critérios podem ser técnicos, econômicos e administrativos. As agências reguladoras costumam padronizar critérios de desempenho para avaliar as concessionárias quanto ao atendimento as obrigações dos contratos de concessões.

3.1.4. Otimização e Análise de Consequências

Busca-se aperfeiçoar benefícios e minimizar custos através da comparação das estratégias, definição da estratégia base, identificação do tempo ótimo para intervenção e das restrições, bem como a análise da repercussão das decisões tomadas na aplicação dos recursos.

3.1.5. Resultados e Retroalimentação

São os resultados sintetizados e organizados em forma de relatórios, gráficos, tabelas e outros produtos acabados, representando a condição funcional e estrutural dos pavimentos que irão compor os programas de trabalho e orçamentos em nível de rede. E a reavaliação periódica do sistema, promovendo a atualização das informações da base de dados de forma a calibrar modelos de desempenho e programas de trabalho, apurar a eficácia das medidas de intervenção e atualizar as condições médias da rede.

3.2. PROGRAMAS DE GESTÃO DE PAVIMENTOS DE AEROPORTOS

A eficácia e o sucesso de um SGPA dependem do uso de diversos programas computacionais que complementam a análise e a gestão dos pavimentos, oferecendo ferramentas específicas para o projeto geométrico, dimensionamento, análise da irregularidade da superfície, integridade estrutural, e análise de custos.

Nos últimos anos, a FAA tem desenvolvido e disponibilizado gratuitamente vários desses programas, com o objetivo de oferecer soluções práticas e de curto prazo para os desafios enfrentados pelas administrações aeroportuárias. Esses programas, resultantes das iniciativas de pesquisa do Programa Cooperativo de Pesquisa em Aeroportos (ACRP), gerido pelo *Transportation Research Board* (TRB), incluem ferramentas como o *Faarfield*, para o cálculo de espessuras de pavimentos rígidos, o *ProFAA*, para análise de perfis longitudinais, o *ComFAA*, para classificação de aeronaves e dimensionamento de pavimentos, e o *Aircost*, para avaliação de custos do ciclo de vida dos pavimentos (Duran, 2015).

Destaca-se, entre esses, o *Paveair*, um programa público e gratuito desenvolvido pela FAA que visa auxiliar as autoridades aeroportuárias na gestão e manutenção de pavimentos, oferecendo estimativas precisas do PCI e integrando funcionalidades como a previsão de desempenho e o planejamento de atividades de manutenção e reparo (M&R).

Lançado em 2011, o *Paveair* se tornou uma ferramenta muito utilizada, acessível pela internet, permite aos usuários gerenciar redes de pavimentos, acompanhar seu estado de conservação e tomar decisões informadas sobre as intervenções necessárias para garantir a segurança e a longevidade das infraestruturas aeroportuárias (FAA, 2015).

3.3. ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO (M&R)

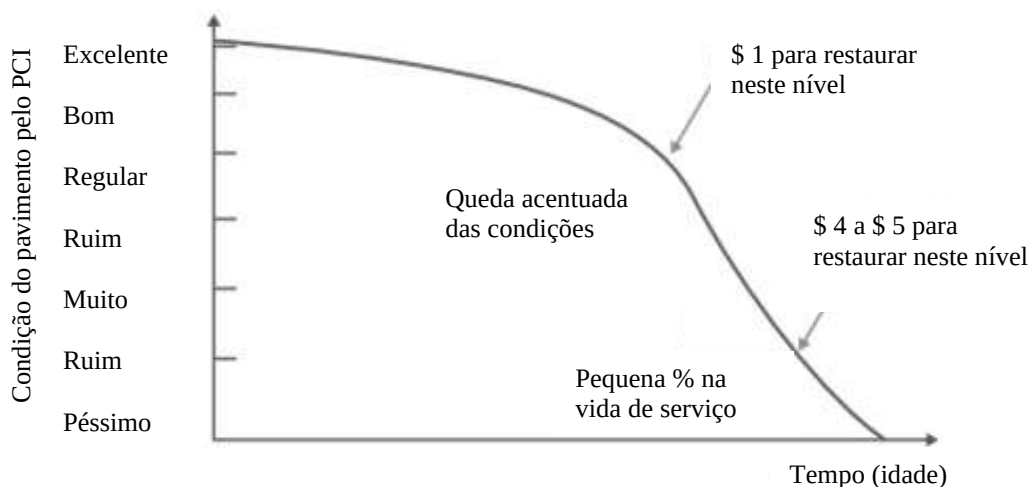
A manutenção visa preservar ou prolongar o período de projeto do pavimento, aumentando ligeiramente sua serventia e prevenindo a deterioração precoce. Já a reabilitação tem o objetivo de estender a vida útil do pavimento, elevando seu nível de serventia o mais próximo possível do ideal (Balbo, 2007).

Os custos de manutenção estão diretamente relacionados ao potencial de desenvolvimento de defeitos no pavimento. A possibilidade de surgimento de falhas depende do tipo de estrutura do pavimento, que, por sua vez, está associada aos custos de construção. Os pavimentos possuem um ciclo de vida específico e são projetados para durar um determinado período. Por isso, é essencial realizar manutenções periódicas para que possam desempenhar adequadamente suas funções. As manutenções preventivas são fundamentais para garantir que os pavimentos cumpram plenamente a finalidade para a qual foram projetados, atendendo aos requisitos técnicos e operacionais estabelecidos (Gomes, 2008; Wesolowski, 2020).

Além disso, a implementação de estratégias eficientes de manutenção pode reduzir significativamente os custos ao longo do ciclo de vida do pavimento, evitando intervenções corretivas mais onerosas. Métodos como selagem de trincas, reforço estrutural e recapagem periódica são algumas das abordagens utilizadas para preservar a integridade da estrutura.

A quantidade de anos em que um pavimento permanece em boas condições depende de vários fatores, incluindo o tipo e a qualidade da construção, a forma como o pavimento é utilizado, as condições climáticas e as práticas de manutenção adotadas. Normalmente, um pavimento mantém-se em bom estado de conservação durante a maior parte de seu ciclo de vida, mas, ao atingir seu estado regular, sua degradação ocorre mais rapidamente (Domingos, 2017). A Figura 3.1 ilustra a o comportamento de deterioração de um pavimento e o custo relativo da reabilitação em várias etapas ao longo do seu período de projeto.

Figura 3.1 - Degradação do estado de um pavimento aeroportuário ao longo do seu ciclo de vida.



Fonte: ANAC (2017).

Nota-se que o custo de reabilitar um pavimento em condições ruins é cinco vezes maior do que o custo de manter um pavimento em boas condições. Isso também mostra que o momento ideal para uma intervenção de manutenção preventiva é logo antes de ocorrer um aumento significativo na taxa de deterioração do pavimento, ou seja, na condição Regular (Kalika, 2021). Cada tipo de intervenção é caracterizado não apenas pelo estado de conservação do pavimento, mas também pelas atividades de reparo associadas a ele. Os tipos de intervenção podem ser interpretados em termos de PCI da seguinte maneira:

- **Manutenção Preventiva:** Realizada antes que o pavimento atinja um valor de PCI crítico, indicando a necessidade de intervenção, ou para evitar que atinja esse valor. Na maioria dos casos, as atividades realizadas incluem selagem de trincas e juntas e pequenas reparações no pavimento;
- **Manutenção Corretiva:** Ocorre quando os valores de PCI são inferiores ao PCI crítico. A atividade mais comum é a reabilitação do pavimento, que pode incluir fresagem e aplicação de uma camada de reforço, utilizando o pavimento existente como base, ou até mesmo a substituição da camada de desgaste;
- **Reconstrução:** Considerada quando a reabilitação não é mais suficiente para corrigir os problemas do pavimento e o nível mínimo de serviço não é mais atendido, comprometendo a segurança dos usuários. A reconstrução envolve a remoção do pavimento existente, a correção da fundação (se necessário) e a construção de um novo pavimento com materiais novos ou reciclados.

Conforme a ANAC (2017), as estratégias de manutenção e reabilitação devem ser definidas levando em conta fatores como tipos de defeito, nível de gravidade e volume de tráfego. Além disso, o operador pode estabelecer parâmetros para a vida útil do pavimento com base no limite de serviço do PCI. Para determinar o momento adequado para intervenções de restauração de acordo com a taxa de degradação do pavimento, é crucial identificar o valor de PCI crítico de cada seção. Resumidamente, o PCI crítico para manutenção é 70, enquanto o PCI crítico para serviço é 40. A conexão entre estratégias de M&R e PCI pode ser visualizada na Tabela 3.1 a seguir.

Tabela 3.1 - Estratégia de M&R.

PCI	Escala	Reparo
85 a 100	Excelente	Manutenção Preventiva
70 a 84	Bom	
55 a 69	Regular	Reabilitação
40 a 54	Ruim	
25 a 39	Muito Ruim	Reconstrução
10 a 24	Péssimo	
0 a 9	Ruptura	

Fonte: ANAC (2017).

A avaliação do PCI de acordo com a categoria de uso do pavimento permite priorizar e otimizar as estratégias de manutenção com base nas características operacionais e na intensidade do tráfego. Pavimentos que suportam altas cargas ou tráfego frequente exigem níveis mais rigorosos de monitoramento e manutenção, com PCI crítico mais baixo, enquanto pavimentos em áreas de menor relevância operacional pode tolerar maiores níveis de deterioração sem comprometer a segurança (ANAC,2017; DIO, 2024).

Essa abordagem permite uma gestão mais eficiente dos recursos, alocando esforços de manutenção onde são mais necessários, e contribuindo para a maximização da vida útil dos pavimentos conforme sua função e importância estratégica, conforme detalhado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Nível crítico do PCI pelo uso do pavimento.

Categoria do Pavimento	Uso do Pavimento	Nível Crítico do PCI
Primário	Pista de Pouso e Decolagem; Pistas de Emergências	70
Secundário	Demais Pistas de Taxiamento e Pátios	55
Terciário	Plataformas de lavagem de aeronaves	40

Fonte: ANAC (2017).

Pavimentos com PCI abaixo de 35 são considerados altamente degradados e apresentam um potencial significativo de danos às aeronaves, exigindo uma revisão urgente da continuidade das operações aéreas na área (ANAC, 2017). Além disso, as ações de manutenção e recuperação devem considerar os tipos e a gravidade dos defeitos identificados.

Defeitos críticos, que geralmente apresentam um alto grau de gravidade e não podem ser recuperados devido a causas como deficiências na fundação, subdimensionamento ou fadiga do pavimento, e falhas nos dispositivos de transmissão de carga nas juntas, podem necessitar de demolição e reconstrução do pavimento (DNIT, 2010). Para o pavimento de cimento *Portland*, os defeitos considerados irrecuperáveis, são aqueles críticos que apresentam um alto grau de gravidade: Placas divididas; Quebras de canto; Levantamento de placas; ou uma grande quantidade de outros defeitos em uma mesma placa (DNIT, 2005).

A matriz de priorização considera o nível de PCI de cada seção, a criticidade e os tipos de defeitos encontrados. O nível de priorização das intervenções, que pode variar de 1 (priorização alta) a 5 (priorização baixa). A Tabela 3.3 ilustra a priorização, relacionando o PCI com o grau de gravidade dos defeitos.

Tabela 3.3 - Estratégia de M&R relacionado com a criticidade dos defeitos.

Categoria PCI	De	Até	Estratégia M&R	Criticidade dos Defeitos			
				Baixa	Média	Alta	
Excelente	85	100	Manutenção de rotina/preventiva	5	5	4	Priorização
Bom	70	84	Manutenção de rotina/preventiva	4	4	3	
Regular	55	69	Manutenção de correção e reabilitação	3	3	2	
Ruim	40	54	Reabilitação ou reconstrução	3	3	2	
Muito Ruim	25	39	Reabilitação e reconstrução	2	1	1	
Péssimo	10	24	Reparos imediatos e reconstrução	1	1	1	
Ruptura	0	9	Reconstrução	1	1	1	

Fonte: FAA (2014b).

A condição funcional do pavimento tende a permanecer estável por um determinado período; no entanto, com o passar do tempo, observa-se uma degradação progressiva de sua qualidade, o que pode elevar os custos de intervenção em até seis a dez vezes.

De acordo com as diretrizes da FAA (2014b), é responsabilidade dos aeroportos implementar cronogramas regulares de inspeção, bem como realizar avaliações adicionais sempre que houver ocorrência de condições climáticas adversas, assegurando a execução das correções necessárias conforme a situação identificada.

3.3.1. Estratégia de M&R correspondente ao tipo de defeito

As atividades de conservação de pavimentos compreendem uma variedade de intervenções de engenharia, frequentemente de pequeno porte e realizadas periodicamente. A frequência dessas ações depende de fatores como condições climáticas, tipo de solo, intensidade do tráfego, qualidade da construção e tipo de revestimento utilizado.

De acordo com Bernucci et al. (2008), a escolha do tratamento mais adequado deve considerar o objetivo da intervenção. Quando os danos observados são predominantemente funcionais e superficiais, é comum empregar tratamentos superficiais simples ou duplos, especialmente em casos nos quais se busca restaurar a aderência e a textura da superfície.

Para selagem de trincas e rejuvenescimento do revestimento, esses tratamentos são frequentemente indicados. Já em pavimentos sujeitos a desgaste mais acentuado pelo tráfego, recomenda-se a aplicação de microrrevestimento asfáltico, tanto a frio quanto a quente, por sua eficácia na selagem de trincas e recuperação da macrotextura.

Quando os danos possuem origem estrutural, ou há necessidade de reforço em função do aumento de cargas, as soluções mais indicadas são o recapeamento e a reconstrução das camadas estruturais. O recapeamento pode ser feito com concreto asfáltico, misturas descontínuas, pré-misturado a quente ou *Stone Matrix Asphalt* (SMA). Na presença de trincas pré-existentes, recomenda-se a fresagem da camada superficial para minimizar o reflexo das fissuras no novo revestimento.

A reciclagem, por sua vez, consiste na reutilização de materiais fresados combinados com agentes rejuvenescedores e/ou ligantes asfálticos, podendo incluir agregados minerais para ajuste granulométrico e aditivos como espuma de asfalto, emulsões ou cimento Portland, conforme a necessidade de estabilização (Bernucci et al., 2008).

A escolha de um método de reparo para pavimentos dependerá de vários fatores, como o tipo de dano, o clima, a experiência, e a disponibilidade de materiais, entre outros (FAA, 2014b), no entanto, é possível estabelecer os procedimentos mais adequados levando em conta o tipo e a gravidade dos defeitos identificados, conforme demonstra o Quadro 3.1 e Quadro 3.2.

Quadro 3.1 - Guia rápido para manutenção de defeitos em pavimento de CA.

Trincas longitudinais, transversais, tipo bloco e couro de jacaré		
Severidade	Procedimentos (Etapas detalhadas)	Observações
Baixa	1. Limpeza das trincas com ar comprimido ou escova metálica. 2. Aplicação de primer. 3. Aplicação do selante com bico dosador. 4. Acabamento com espátula ou régua niveladora.	Usar selantes resistentes a combustíveis de aviação. Temperatura ideal: >10°C, sem umidade.
Média	1. Abertura da trinca com serra ou fresadora. 2. Limpeza profunda da fissura. 3. Aplicação de primer adesivo. 4. Injeção de selante quente com pistola aplicadora. 5. Compactação leve e liberação após resfriamento.	Verificar profundidade antes de alargar; usar areia seca sobre o selante para prevenir perda de aderência de pneus.
Alta	1. Delimitação da área afetada. 2. Fresagem ou corte com serra em profundidade até a camada íntegra. 3. Remoção de entulhos. 4. Compactação da base, se necessária. 5. Aplicação de nova camada asfáltica.	Realizar sondagem simples para verificar falha estrutural. Adotar reforço com manta geossintética, se reincidente.
Deformações plásticas, afundamentos, ondulações e depressões		
Severidade	Procedimentos (Etapas detalhadas)	Observações
Baixa	1. Fresagem da camada superior (profundidade variável conforme desnível). 2. Aplicação de pintura de ligação. 3. Aplicação de nova camada asfáltica.	-
Média e Alta	1. Escavação total da área deformada (incluindo base, se comprometida). 2. Substituição da sub-base e base com material estabilizado granulometricamente. 3. Compactação em camadas. 4. Aplicação de revestimento.	Avaliar causas da degradação, se é subdimensionamento, problemas de drenagem, e atuar corretivamente na causa.
Irregularidades superficiais		
Severidade	Procedimentos (Etapas detalhadas)	Observações
Baixa, Média e Alta	1. Corte total da área com desnível excessivo (uso de serra diamantada para concreto ou fresagem profunda para CBUQ). 2. Remoção de camadas. 3. Reconstrução da estrutura conforme projeto: sub-base, base, binder e revestimento. 4. Compactação e controle topográfico.	-
Desprendimento, desagregação, agregado polido		
Severidade	Procedimentos (Etapas detalhadas)	Observações
Baixa	1. Limpeza da superfície (lavagem com jato de água ou ar).	-
Média e Alta	1. Limpeza da superfície (lavagem com jato de água ou ar). 2. Aplicação de primer. 3. Aplicação de tratamento superficial, duplo ou triplo. 4. Compactação leve com rolo de pneus.	-

Fonte: Adaptado de FAA (2014b).

Quadro 3.2 - Guia rápido para manutenção de defeitos em pavimento de PCC

Defeitos no pavimento rígido			
Defeito	Severidade	Procedimentos (etapas detalhadas)	Observações
Danos em material selante nas juntas	Baixa, média e Alta	1. Remover completamente o selante deteriorado; 2. Limpar as paredes da junta com ar comprimido seco; 3. Verificar integridade da junta; 4. Aplicar novo selante compatível.	Deve ser feito com clima seco e temperatura estável para garantir aderência adequada.
Trincas	Baixa, média e Alta	1. Avaliar profundidade e extensão da trinca; 2. Realizar serragem leve se necessário para abertura uniforme; 3. Limpeza da trinca com ar comprimido ou água sob pressão; 4. Aplicar selante flexível ou, se necessário, reparar com argamassa epóxi ou concreto polimérico.	Selagem é indicada para trincas inativas ou estáveis; trincas estruturais exigem intervenção mais profunda.
Quebras de canto	Baixa, média e Alta	1. Demarcar e cortar a área danificada em formato regular; 2. Remover fragmentos soltos ou comprometidos; 3. Preparar a base (compactação ou recomposição); 4. Aplicar concreto com características compatíveis; 5. Curar adequadamente.	Evitar emendas secas entre o concreto novo e antigo; utilizar juntas serradas se necessário.
Placas divididas	Baixa, média e Alta	1. Remoção completa da placa fraturada; 2. Verificação e correção da base ou sub-base; 3. Nova concretagem com mistura compatível; 4. Inserção de barras de transferência e juntas adequadas; 5. Cura rigorosa.	Preferir concreto de alta resistência inicial em áreas com reabertura rápida ao tráfego.
Irregularidades, ondulações, depressões	Baixa, média a alta	1. Para ondulações leves: moagem superficial (diamond grinding); 2. Para afundamentos: remoção da placa ou aplicação de preenchimento; 4. Reperfilamento final.	Irregularidades devem ser corrigidas rapidamente em zonas de toque de aeronaves.
Reparos danificados (remendos deteriorados)	Média a alta	1. Remover completamente o material do reparo anterior; 2. Reavaliar a base e corrigir, se necessário; 3. Executar novo reparo com material durável; 4. Curar e proteger a área.	Causa da falha anterior deve ser identificada para evitar recorrência.

Fonte: Adaptado de FAA (2014b).

CAPÍTULO 4

MEDOLOGIA APLICADA AO ESTUDO DE CASO

4.1. AEROPORTO DE JOINVILLE - LAURO CARNEIRO DE LOYOLA

O aeroporto avaliado neste estudo é o Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola, localizado na cidade de Joinville, região norte de Santa Catarina. É o município mais populoso do estado, com 616.317 habitantes segundo o Censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), superando a capital Florianópolis em população.

Ocupa a terceira posição entre as maiores cidades da Região Sul do Brasil, atrás apenas de Porto Alegre e Curitiba, da qual está a apenas 130 km de distância. Joinville apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano de 0,809, colocando-se na 21ª posição nacional. A cidade é reconhecida por diversos títulos, como Manchester Catarinense, Cidade das Flores, Cidade dos Príncipes e Cidade da Dança. Se destaca no cenário cultural por sediar o renomado Festival de Dança de Joinville, considerado o maior festival de dança do mundo, e pela presença da Escola do Teatro Bolshoi no Brasil, a única filial do Bolshoi fora da Rússia.

O Aeroporto de Joinville é um aeródromo civil público, Figura 4.1, foi inaugurado em 23 de julho de 1972. Está localizado a 13 km do Centro da cidade, a 75 km do Aeroporto de Navegantes, a 110 km do Aeroporto de Curitiba e a 163 km do Aeroporto de Florianópolis.

Figura 4.1 - Mapa de Localização do Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola.



Fonte: Google Earth (2025).

4.1.1. Características Gerais

- NOME OFICIAL: Lauro Carneiro de Loyola;
- ENDEREÇO: Avenida Santos Dumont, nº 9.000, Aventureiro, Joinville/SC;
- TIPO DE USO: Público;
- COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 26° 13' 23 S/ 48° 47' 52 W;
- ELEVAÇÃO: 5 metros;
- CÓDIGO IDENTIFICADOR DO AÉRODROMO (CIAD): SC0004;
- SIGLA IATA (*International Air Transport Association*): JOI;
- SIGLA ICAO (*International Civil Aviation Organization*): SBJV;
- ÁREA BRUTA LOCÁVEL (ABL): 675 m², que representam 20,1% do Terminal de Passageiros, distribuídos em térreo e 1º pavimento;
- SÍTIO AEROPORTUÁRIO: 1.669.203,97 m²;
- TERMINAL DE PASSAGEIROS: 3.350 m²;
- PASSAGEIROS CAPACIDADE: Aproximadamente 0,8 milhão/ano.

4.1.2. Distâncias Declaradas

As características físicas e distâncias declaradas são apresentadas em Portaria nº 1.029/SIA (ANAC, 2020) conforme demonstram as Tabelas a seguir.

Tabela 4.1 – Características da PPD 15/33.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM	
Designação	15/33
Comprimento (m)	1540
Largura (m)	45
Natureza da superfície	Asfalto
Resistência do pavimento	59/F/C/X/T
Zona de parada (SWY) - comprimento x largura (m)	—
Zona desimpedida (CWY) - comprimento x largura (m)	—
Dimensões da faixa de pista - comprimento x largura (m)	1660 x 280

Fonte: ANAC (2020).

Tabela 4.2 – Distâncias declaradas da PPD 15/33.

DISTÂNCIAS DECLARADAS		
RWY	15	33
TORA (m)	1540	1540
TODA (m)	1540	1540
ASDA (m)	1540	1540
LDA (m)	1540	1540
Observações	—	

Fonte: ANAC (2020).

Tabela 4.3 – Características das pistas de taxiamento.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE PISTA DE TAXI							
Designação	Comprimento (m)	Largura (m)	Natureza da superfície	Resistência do pavimento	Distância até o eixo da RWY ¹ (m)	Natureza da superfície do acostamento	Largura do acostamento (m)
* A	300	15,0	Asfalto Concreto	60/F/B/X/T —	158,0	Asfalto	5,0
B	87	22,0	Asfalto	51/F/A/W/T	—	Asfalto	1,5
Táxi do Pátio 1	170	15,0	Asfalto	60/F/B/X/T	—	Asfalto	5,0
* Táxi do Pátio 2	239	19,2	Asfalto	—	192,0	—	—

¹distância entre o eixo da pista de táxi e o eixo da pista de pouso e decolagem mais próxima para pistas de táxi paralelas

Fonte: ANAC (2020).

Tabela 4.4 – Características do pátio.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE PÁTIO		
Designação	Natureza da superfície	Resistência do pavimento
1	Asfalto Concreto	60/F/B/X/T 54/R/B/W/T

Fonte: ANAC (2020).

4.1.3. Descrição das Áreas Pavimentadas

As áreas típicas pavimentadas do Lado Ar do aeroporto incluem a Pista de Pouso e Decolagem 15/33, que possui extensão de 1.640 m e largura de 45 m, a Pista de Taxiamento A, com 370 m de comprimento e 20 m de largura, a Pista de Taxiamento B, com 68 m de extensão e com 22 m de largura e o Pátio 1 com 28.167 m². Com o intuito de apresentar a delimitação das áreas, de forma mais didática, a Figura 4.2 e a Quadro 4.1 apresenta o esquema das áreas típicas pavimentadas do aeródromo.

Figura 4.2 - Mapa de divisão das áreas típicas pavimentadas do aeródromo.



Fonte: Google Earth, adaptado pela Autora.

Quadro 4.1 - Características gerais das áreas típicas pavimentadas.

Identificação	Descrição da Área Típica	Área (m²)	Tipo de Superfície
PPD 15/33	Pista de Pouso e Decolagem 15/33	73.800	AC/PCC
Pátio 01	Pátio de Aeronaves 1	28.167	AC/PCC
Taxi A	Pista de Taxiamento A	8.625	AC
Taxi B	Pista de Taxiamento B	2.144	AC

Fonte: Autora.

4.2. DIVISÃO DA REDE

4.2.1. Determinação das Seções

Cada área típica é segmentada em seções homogêneas, que por sua vez, são subdivididas em unidades amostrais. Essas unidades amostrais são determinadas a partir da subdivisão da seção do pavimento em um tamanho padronizado.

Embora a metodologia do PCI permita calcular o número mínimo de amostras necessárias para atender a um nível de confiança de 95%, neste estudo foi possível avaliar todas as amostras que compõem a rede analisada. A divisão das seções buscou representar a realidade observada em campo, visando assegurar consistência e representatividade na análise. Para tal, foram determinadas seções respeitando as áreas homogêneas quanto às características geométricas, ao tipo de revestimento e níveis de tráfego similares.

As seções foram nomeadas com códigos que levam em consideração a localização das seções, como por exemplo, Pista de Pouso e Decolagem 15/33 (PPD 15/33), separadas em zona carregada e não carregada, identificadas com as letras E (Área Esquerda), C (Área Central) e D (Área Direita), partindo-se da cabeceira de número menor, o mesmo foi feito para as pistas de taxiamento e pátio de estacionamento.

4.2.2. Determinação das Unidades Amostrais

No caso do pavimento de concreto asfáltico, as seções foram subdivididas em áreas contíguas de aproximadamente 450 m², admitindo-se uma variação de até 180 m². Para o pavimento de cimento *Portland*, a subdivisão foi realizada em 20 placas de concreto contíguas, permitindo-se uma variação de até 8 placas.

4.3. AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

4.3.1. Escaneamento do Pavimento em Campo

O levantamento das condições do pavimento foi realizado por meio do escaneamento de sua superfície, utilizando um veículo equipado com um perfilômetro a laser modelo *CiberLaser*, composto por cinco módulos. Além do perfilômetro, o veículo também foi equipado com câmeras de vídeo de alta resolução e sistema de georreferenciamento, onde foi possível realizar o registro das dimensões de todos os defeitos superficiais visuais existentes na superfície avaliada.

A inspeção realizada em veículo com dispositivos de auscultação a laser e de captação de imagem e de georreferenciação teve como principal objetivo inovar no sistema de levantamento, com vistas a mitigar a interrupção dos pousos e decolagens, bem como, reduzir o tempo de exposição de pessoas nas pistas dos aeroportos. A Figura 4.3 ilustra os equipamentos utilizados em campo.

Figura 4.3 - Equipamentos utilizados.

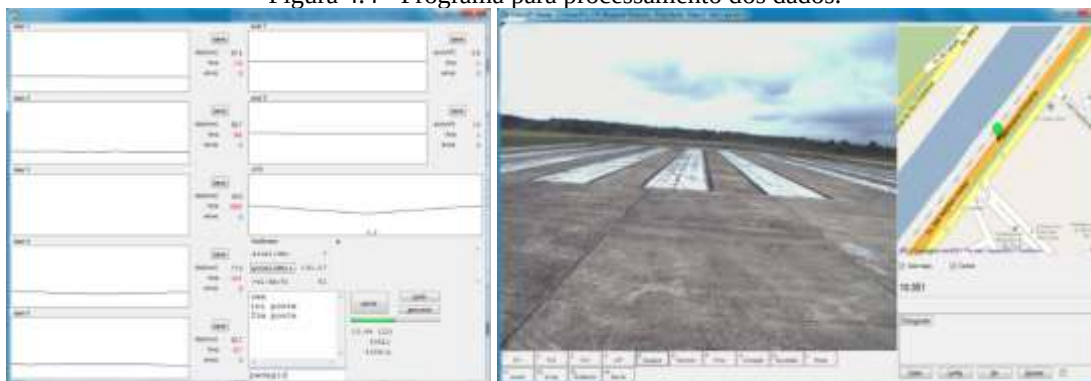


Fonte: Autora.

4.3.2. Processamento dos Defeitos

Após o escaneamento da superfície, os dados foram processados no Programa *Cybershell*, obtendo-se a identificação dos defeitos do tipo depressão, afundamento e trilha de roda. Já as imagens georreferenciadas foram avaliadas obtendo-se o cadastro da área e comprimento dos defeitos visuais. A Figura 4.4 ilustra os programas utilizados obtenção do cadastro dos defeitos identificados.

Figura 4.4 - Programa para processamento dos dados.



Fonte: Autora.

4.4. INSERÇÃO DOS DADOS NO PAVEAIR

No *Paveair* criou-se a base de dados da rede do Aeroporto de Joinville e posteriormente carregou-se as informações de cada uma das seções no servidor do programa, conforme exemplifica a Figura 4.5.

Figura 4.5 - Exemplo da base de dados das seções da PPD 15/33.

FAA PAVEAIR : Member Area : Inventory Current Database: SBJV

Select Network SBJV Add New Edit Delete

Branch Name	Branch Use	True Area	Edit	Delete
Pista Pouso e Decolagem 15-33	RUNWAY	73,710.00	Edit	Delete

Add New Branch Data

Add New End Data

Name	Start	End	Last Major M&R	Rank	Surface	Length	Width	Edit	Delete
PPD-15.33-1-C	0	60	10/01/2023	P - Primary	PCC	196.85	49.21	Edit	Delete
PPD-15.33-1-D	0	60	10/01/2023	P - Primary	PCC	196.85	49.21	Edit	Delete
PPD-15.33-1-E	0	60	10/01/2023	P - Primary	PCC	196.85	49.21	Edit	Delete
PPD-15.33-2-C	60	1580	10/01/2023	P - Primary	AC	4980.31	49.21	Edit	Delete
PPD-15.33-2-D	60	1580	10/01/2023	P - Primary	AC	4980.31	49.21	Edit	Delete
PPD-15.33-2-E	60	1580	10/01/2023	P - Primary	AC	4980.31	49.21	Edit	Delete
PPD-15.33-3-C	1580	1645	10/01/2023	P - Primary	PCC	196.85	49.21	Edit	Delete
PPD-15.33-3-D	1580	1645	10/01/2023	P - Primary	PCC	196.85	49.21	Edit	Delete
PPD-15.33-3-E	1580	1645	10/01/2023	P - Primary	PCC	196.85	49.21	Edit	Delete

Add New Section Data

Fonte: Autora.

Posteriormente carregou-se as informações das unidades amostrais no servidor do programa *Paveair*. A Figura 4.6 exemplifica a inserção dos dados das unidades amostrais para a uma das seções (PPD-15/33-1-C) da Pista de Pouso e Decolagem 15/33. O mesmo procedimento foi realizado para todas as unidades amostrais da Pista de Pouso e Decolagem, do Pátio e Pistas de Taxiamento.

Figura 4.6 - Exemplo da base de dados das UAs na Seção PPD-15/33-1-C.



Federal Aviation
Administration

Exit Member Area Logout

FAA PAVEAIR : Member Area : Update Inspection

Current Database: SBJV

Select Inventory

Network SBJV SBJV

Branch Pista Pouso e De

Section PPD-15.33-1-C PPD-15.33-1-C 0 60

A condition value (PCI, SCI, FOD) of -1 indicates an error has been detected in the distress data. Common causes include distress quantity greater than sample unit size, incorrect distress code and severity combinations, samples with "No Distress" checked that contain distresses, and samples with no distresses that do not have "No Distress" checked.

Condition Survey Data Sheets:

Asphalt Pavements Concrete Pavements Section 269142 Summary

Branch Use	Surface	True Area	Width	Length
RUNWAY	PCC	900.00	15.00	60.00

View PCI

Inspections for Section PPD-15.33-1-C

Select	Inspection Date	Samples	Inspected Samples	New Construction	Surface Category	Use Category	Edit	Run PCI Inspection	Delete
Select	10/1/2023	0		☒	Rigid	Airfield		Run PCI	
Select	1/6/2024	25		☐	Rigid	Airfield	Edit	Run PCI	Delete
Add New									

Samples for Inspection Date: 1/6/2024

Select	Sample Number	Sample Type	Sample Size	Size Unit	Comment	No Distress	Edit	Run PCI for Sample	Delete
Select	1	R	25	C		☐	Edit	Run PCI	Delete
Select	2	R	25	C		☐	Edit	Run PCI	Delete

Fonte: Autora.

Em seguida foram inseridas, para cada unidade amostral as informações sobre os defeitos identificados, a Figura 4.7 exemplifica a inserção dos defeitos identificados na Unidade Amostral 1 da Seção PPD-15/33-1-C da Pista de Pouso e Decolagem 15/33.

Figura 4.7 - Exemplo da base de dados dos defeitos da UA 1 (PPD-15/33-1-C).

Select	Sample Number	Sample Type	Sample Size	Size Unit	Comment	No Distress	Edit	Run PCI for Sample	Delete
Select	1	R	25	C		☐	Edit	Run PCI	Delete
Select	2	R	25	C		☐	Edit	Run PCI	Delete
Random C Add New									
Distresses for Sample Number 1									
ASTM Code	Severity	Comment	Quantity	Quantity Unit	Edit	Delete			
3 Long/Trans/Diagonal Crack	L		2.00	C	Edit	Delete			
02 Corner Break	01 Low			C	Add New				

Fonte: Autora.

Depois de carregar os dados de defeitos em todas as seções e unidades amostrais, o programa *Paveair* realizou de forma automática o cálculo do PCI para cada unidade amostral.

4.5. DEFINIÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE M&R

Após a avaliação das condições do pavimento, um conjunto de ações ou alternativas de M&R foram sugeridas. Para definição das possíveis estratégias de M&R realizou-se uma análise das informações obtidas considerando o resultado do PCI, bem como, os tipos de defeitos existentes e a gravidade destes defeitos.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. PISTA DE POUSO E DECOLAGEM 15/33

A Pista de Pouso e Decolagem 15/33 foi subdividida em 9 seções homogêneas, conforme apresentado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Seções da PPD-15/33.

Descrição da Área Típica	Identificação da Seção	Tipo de Superfície	Tamanho da seção	Unidade de medida
Pista de Pouso e Decolagem Cabeceira 15	PPD-15/33-01-C	PCC	50	Placas
	PPD-15/33-01-D	PCC	50	Placas
	PPD-15/33-01-E	PCC	50	Placas
Pista de Pouso e Decolagem 15/33	PPD-15/33-02-C	AC	22.800	Área
	PPD-15/33-02-D	AC	22.800	Área
	PPD-15/33-02-E	AC	22.800	Área
Pista de Pouso e Decolagem Cabeceira 33	PPD-15/33-03-C	PCC	50	Placas
	PPD-15/33-03-D	PCC	50	Placas
	PPD-15/33-03-E	PCC	50	Placas

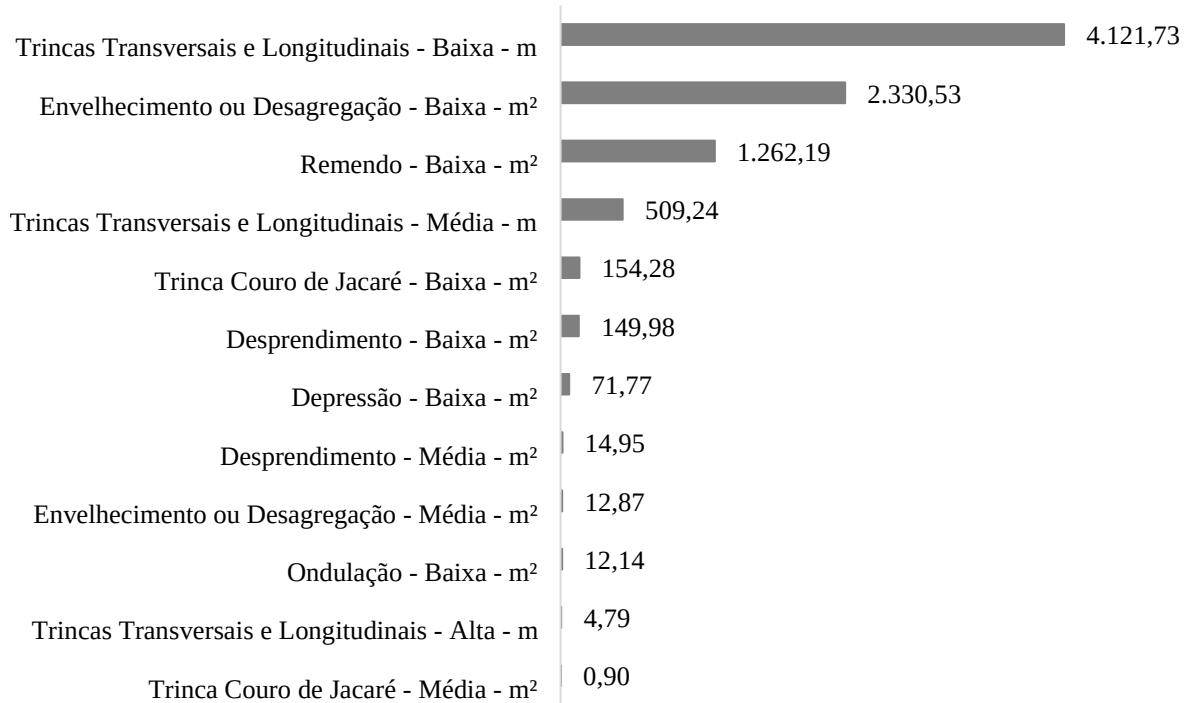
Fonte: Autora.

Dessa forma, o pavimento da pista de pouso e decolagem, foi dividido em 165 unidades amostrais, conforme detalhado no Apêndice A.

Observou-se que na Pista de Pouso e Decolagem, os defeitos predominantes são as trincas transversais e longitudinais, seguido de envelhecimento ou desagregação. Também foram identificados outros tipos de defeitos em menor quantidade. Conforme ilustra a Figura 5.1 e Figura 5.2. O Inventário de todos os defeitos cadastrados, detalhados por unidade amostral, pode ser observado no Apêndice B deste estudo.

Figura 5.1 - Resumo dos defeitos elencados no pavimento de CA - PPD 15/33.

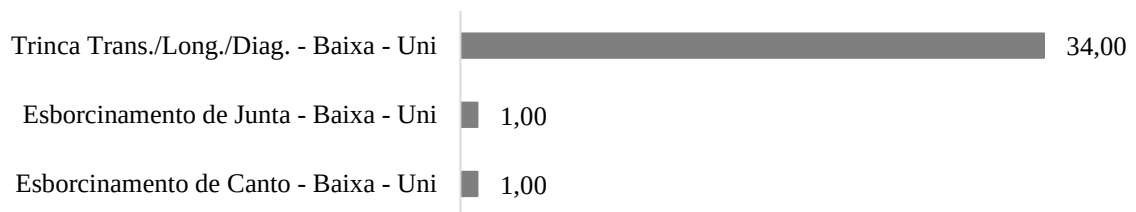
Defeitos no Pavimento de Concreto Asfáltico - PPD 15/33



Fonte: Autora.

Figura 5.2 - Resumo dos defeitos elencados no pavimento de PCC - PPD 15/33.

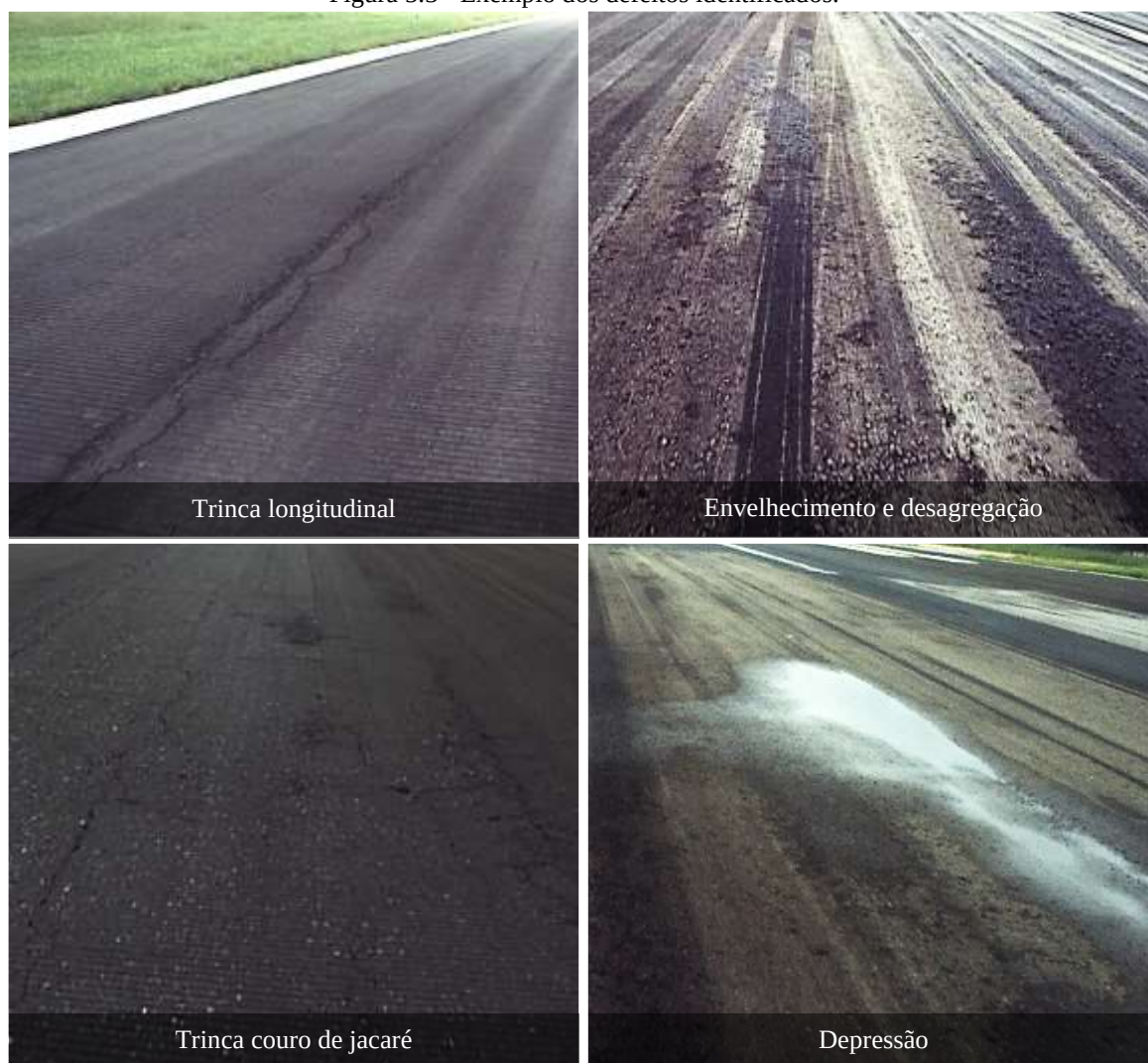
Defeitos do Pavimento de Cimento Portland - PPD 15/33



Fonte: Autora.

A Figura 5.3 ilustra alguns dos defeitos identificados na Pista de Pouso e Decolagem 15/33.

Figura 5.3 - Exemplo dos defeitos identificados.



Fonte: Autora.

A Figura 5.4 apresenta o mapa de calor da concentração e localização dos defeitos mais relevantes, sendo as cores azul e verde os locais com uma menor quantidade de defeitos, e as cores amarelas e vermelhas os locais com a maior concentração do defeito indicado.

Figura 5.4 - Mapa de calor de concentração de defeitos no pavimento - PPD 15/33.



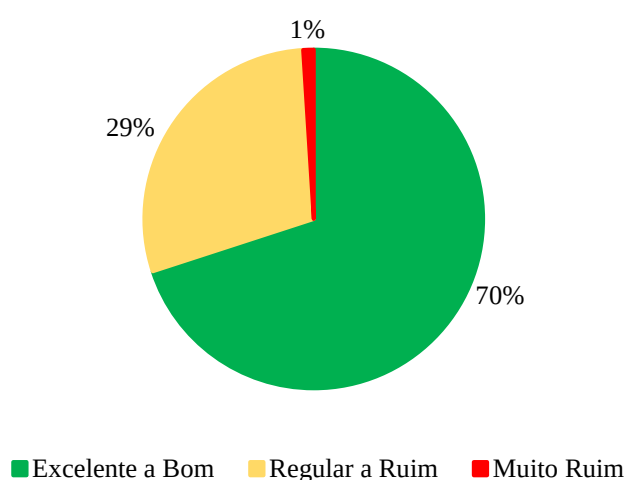
Fonte: Autora.

Os resultados do PCI indicaram que 70% das unidades amostrais foram classificadas nas categorias excelente e bom. Por outro lado, 29% das unidades amostrais enquadram-se nas categorias Regular e Ruim, enquanto 1% foi categorizado como Muito Ruim.

Esses dados estão representados no Figura 5.5. Adicionalmente, o Apêndice C apresenta, em escala apropriada, a Planta Gráfica das Unidades Amostrais, indicando suas respectivas classificações de PCI.

Figura 5.5 - Classificação PCI - PPD 15/33.

Síntese dos resultados de PCI por categoria (%)



Fonte: Autora.

Observou-se que, nas unidades amostrais cujo PCI foi classificado entre excelente e bom, foram identificados no máximo quatro tipos de defeitos, todos com área reduzida, baixa severidade e ausência de trincas do tipo couro de jacaré. Nas UAs com PCI classificado como regular, verificou-se um aumento na ocorrência de trincas longitudinais com severidade média, além da presença de trincas do tipo couro de jacaré com gravidade baixa, atingindo até 4% da área da unidade. As UAs avaliadas como ruins apresentaram entre três e sete tipos distintos de defeitos, incluindo trincas do tipo couro de jacaré com gravidade variando de baixa a média, afetando até 10% da área da UA. Por fim, na unidade amostral classificada como muito ruim, foi constatada alta incidência de trincas do tipo couro de jacaré com severidade média a alta, ocupando até 30% da área avaliada.

Diante do exposto, para a manutenção e reabilitação do pavimento de concreto asfáltico, foram recomendadas diferentes estratégias de M&R, conforme o estado de conservação das UAs.

Para as UAs classificadas em condição satisfatória, porém com presença de trincas de baixa gravidade, sugere-se a realização da selagem de trincas, a fim de prevenir a evolução do dano e prolongar a vida útil do revestimento. Nos trechos onde o pavimento apresenta envelhecimento e sinais de desagregação, mas ainda se encontra em condição estrutural adequada, recomenda-se a aplicação de tratamento superficial para restaurar a superfície e melhorar as características funcionais. Nas UAs que apresentaram defeitos como trincas avançadas, ondulações e afundamentos, sugere-se a fresagem e a recomposição da camada superficial do pavimento, visando restabelecer a integridade estrutural e a regularidade funcional. Apenas uma UA apresentou condições que indicam a necessidade de reconstrução estrutural do pavimento. Para embasar a definição da intervenção adequada, recomenda-se a realização de uma investigação detalhada das camadas inferiores por meio de equipamentos não destrutivos, possibilitando a avaliação das condições estruturais e de deflexão das camadas de base e sub-base.

A Tabela 5.2 apresenta as estratégias de M&R sugeridas e a quantidade de UAs impactadas, no Apêndice D, podem ser observadas as sugestões de intervenções para cada UA.

Tabela 5.2 - M&R sugeridas para o pavimento de CA da PPD 15/33.

Estratégia de M&R	Quantidades UA	%
Selagem das trincas	63	41%
Selagem das trincas e tratamento superficial	34	22%
Fresagem e recomposição da camada superficial	55	36%
Reconstrução da Estrutura	1	1%

Fonte: Autora.

No caso do pavimento de cimento *Portland*, foram identificados exclusivamente defeitos de baixa gravidade, consistindo em trincas longitudinais e esborcinamento. Diante desse cenário, a estratégia de M&R recomendada é a selagem das trincas e dos esborcinamentos, com o objetivo de evitar a progressão dos danos e preservar a integridade da estrutura. A Tabela 5.3 ilustra as intervenções sugeridas para esses trechos.

Tabela 5.3 - M&R sugeridas para o pavimento de PCC da PPD 15/33.

Estratégia de M&R	Quantidades UA	%
Nada a fazer, monitorar	2	17%
Selagem das trincas	10	83%

Fonte: Autora.

5.2. PÁTIO DE ESTACIONAMENTO 1

O pátio foi dividido em 3 seções homogêneas, conforme apresenta a Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Seções do Pátio 1.

Descrição da Área Típica	Identificação da Seção	Tipo de Superfície	Tamanho da seção	Unidade de medida
Pátio de Estacionamento 1	PA-01-01	PCC	763	Placas
Pátio de Estacionamento 1	PA-01-02	PCC	192	Placas
Pátio de Estacionamento 1	PA-01-03	AC	4.318	Área

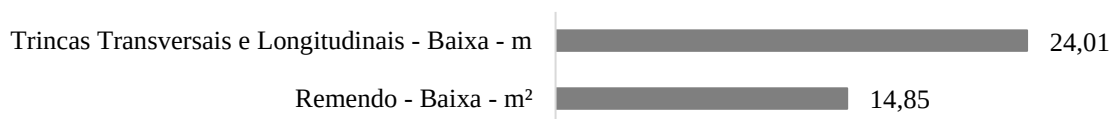
Fonte: Autora.

Portanto, o pavimento do Pátio foi dividido em 50 unidades amostrais, conforme detalhado no Apêndice A.

Os defeitos predominantes no Pátio foram as trincas transversais, longitudinais e os remendos, também foram identificados outros defeitos em menor quantidade, conforme pode ser observado no Figura 5.6 e Figura 5.7. A Figura 5.8 ilustra alguns dos defeitos identificados no Pátio 1.

Figura 5.6 - Resumo dos defeitos elencados no pavimento de CA - Pátio 1.

Defeitos do Pavimento de Concreto Asfáltico - Pátio 1



Fonte: Autora.

Figura 5.7 - Resumo dos defeitos elencados no pavimento de PCC - Pátio 1.

Defeitos do Pavimento de Cimento Portland - Pátio 1

Fonte: Autora.

Figura 5.8 - Exemplos dos defeitos registrados.



Fonte: Autora.

A Figura 5.9 apresenta o mapa de calor da concentração dos defeitos mais relevantes identificados, sendo as cores azul e verde os locais com uma menor quantidade de defeitos, e as cores amarelas e vermelhas os locais com a maior concentração do defeito.

Figura 5.9 - Mapa de calor de concentração de defeitos no pavimento - Pátio 1.



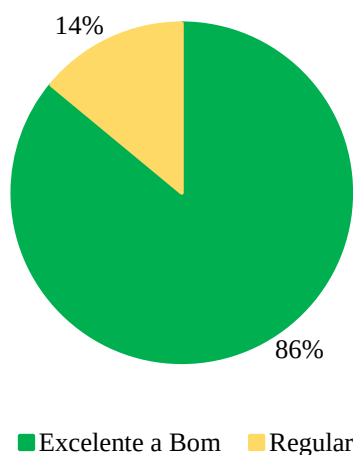
Fonte: Autora.

Os resultados do PCI indicaram que 86% das unidades amostrais encontram-se nas categorias excelente e bom, enquanto 14% foi categorizado como regular.

Esses dados estão representados no Figura 5.10. Adicionalmente, o Apêndice C apresenta, em escala apropriada, a Planta Gráfica das Unidades Amostrais, indicando suas respectivas classificações de PCI.

Figura 5.10 - Classificação PCI - Pátio 1.

Síntese dos resultados de PCI por categoria (%)



Fonte: Autora.

Verificou-se que as UAs classificadas como excelentes apresentaram, no máximo, dois tipos de defeitos, com ocorrência esporádica de trincas transversais ou longitudinais, geralmente limitadas a poucas placas dentro da UA. Nas UAs com PCI classificado como bom, foram identificados até quatro tipos distintos de defeitos, com presença pontual de trincas com gravidade média, limitadas a uma unidade por UA. As UAs avaliadas como regulares apresentaram entre três e cinco tipos de defeitos distintos, com até três unidades de trincas de gravidade média e ocorrência de placas divididas com gravidade baixa.

Diante do exposto, as estratégias de M&R incluem a selagem de trincas, reparos localizados em quebras de canto e esborcinamentos de baixa gravidade. Para placas que apresentaram defeitos de gravidade média, foi sugerida a remoção e reconstrução completa da placa garantindo a recuperação das condições estruturais e funcionais do pavimento.

Além disso, em algumas unidades amostrais, recomendou-se a substituição do material selante nas juntas entre as placas, visando restaurar a vedação e evitar infiltrações que possam comprometer a durabilidade do pavimento.

A Tabela 5.5 e Tabela 5.6 apresentam as estratégias de M&R sugeridas, no Apêndice D, podem ser observadas as sugestões de intervenções para cada UA.

Tabela 5.5 - M&R sugeridas para o pavimento de CA do Pátio 1.

Estratégia de M&R	Quantidades UA	%
Nada a fazer, monitorar	8	80%
Selagem das trincas	2	20%

Fonte: Autora.

Tabela 5.6 - M&R sugeridas para o pavimento de PCC do Pátio 1.

Estratégia de M&R	Quantidades UA	%
Nada a fazer, monitorar	13	32%
Selagem das trincas	12	31%
Recomposição pontual	15	37%

Fonte: Autora.

5.3. PISTA DE TAXIAMENTO A

A Pista de Taxiamento A foi subdividida em 3 seções homogêneas, conforme apresentado na Tabela 5.7, e em 22 unidades amostrais, conforme detalhado no Apêndice A.

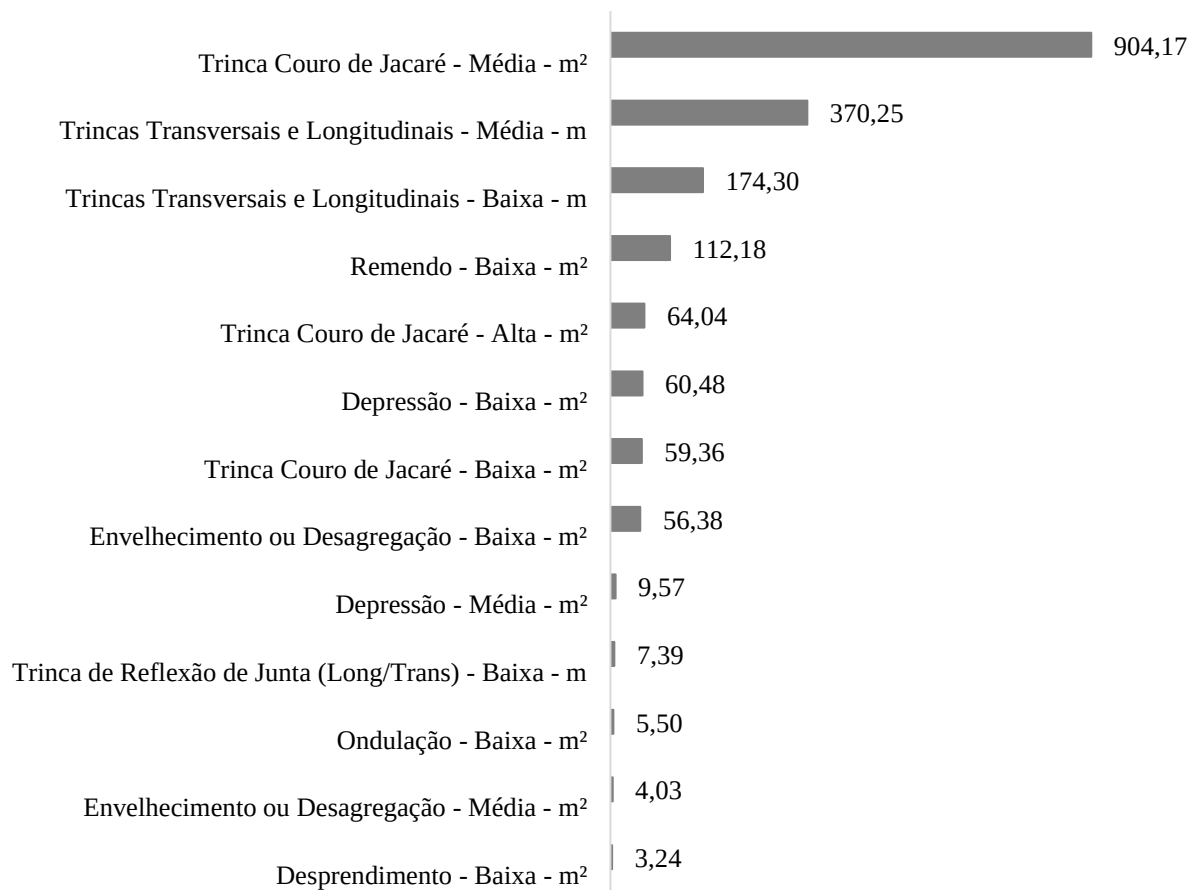
Tabela 5.7 - Seções do Taxi A.

Descrição da Área Típica	Identificação da Seção	Tipo de Superfície	Tamanho da seção	Unidade de medida
Pista de Taxiamento A	TXYA-01-C	AC	3.065,42	Área
Pista de Taxiamento A	TXYA-01-D	AC	3.052,08	Área
Pista de Taxiamento A	TXYA-01-E	AC	3.341,91	Área

Fonte: Autora.

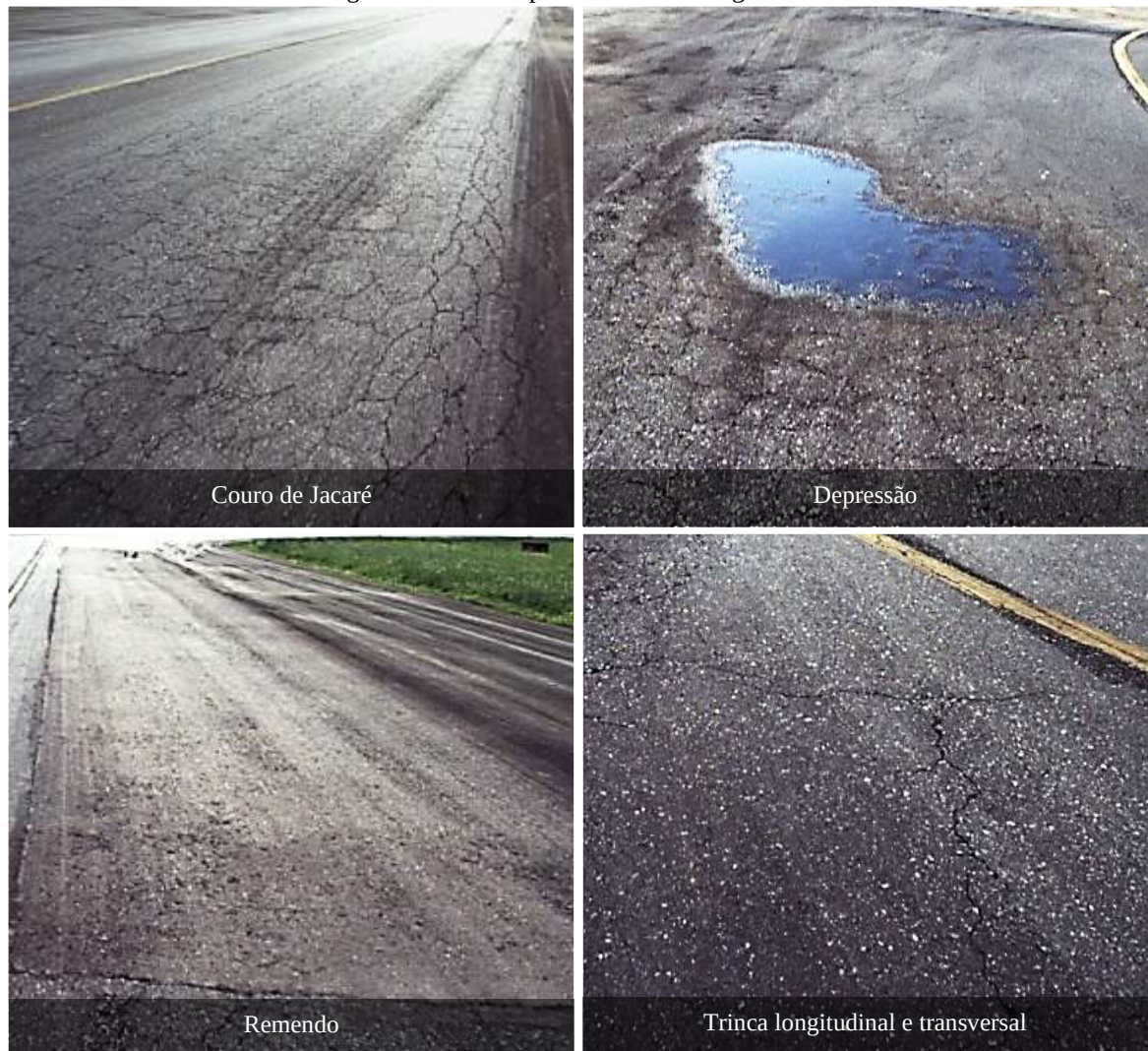
Verificou-se que os defeitos predominantes na pista de taxiamento A são as trincas do tipo couro de jacaré e as trincas longitudinais, embora outros tipos de defeitos também tenham sido identificados em menor quantidade. Um resumo da quantidade de defeitos cadastrados é apresentado no Figura 5.11. O Inventário de todos os defeitos cadastrados, detalhados por Unidade Amostral, segue apensado no Apêndice B deste estudo.

Figura 5.11 - Resumo dos defeitos elencados no pavimento de CA - Taxi A.

Defeitos do Pavimento de Concreto Asfáltico - Taxi A

Fonte: Autora.

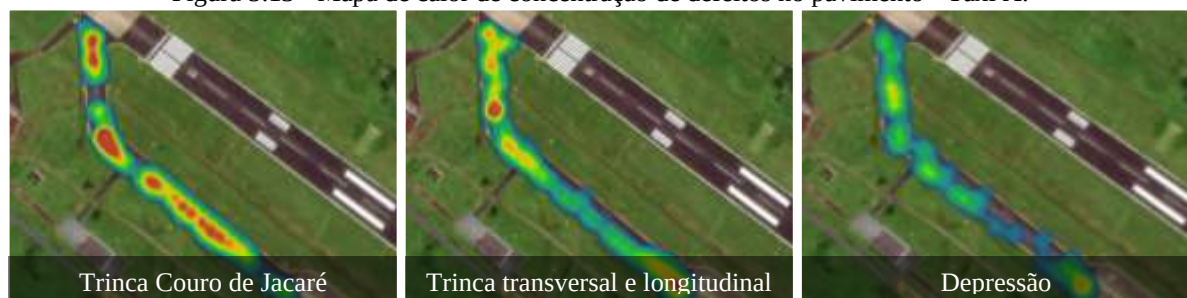
Figura 5.12 - Exemplos dos defeitos registrados.



Fonte: Autora.

A Figura 5.13 apresenta o mapa de calor da concentração dos principais defeitos mais relevantes identificados, sendo as cores azul e verde os locais com uma menor quantidade de defeitos, e as cores amarelas e vermelhas os locais com a maior concentração do defeito.

Figura 5.13 - Mapa de calor de concentração de defeitos no pavimento - Taxi A.

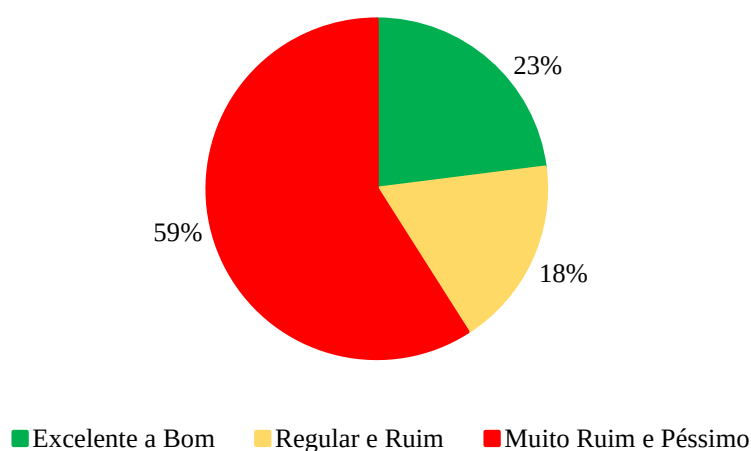


Fonte: Autora.

Os resultados do PCI indicaram que 23% das unidades amostrais foram classificadas nas categorias excelente e bom, 18% foram classificadas como regular e ruim, enquanto 59% foi categorizado como muito ruim e péssimo. Esses dados estão representados no Figura 5.14. Adicionalmente, o Apêndice C apresenta, em escala apropriada, a Planta Gráfica das Unidades Amostrais, indicando suas respectivas classificações de PCI.

Figura 5.14 - Classificação PCI - Taxi A.

Síntese dos resultados de PCI por categoria (%)



Fonte: Autora.

Constatou-se que, nas UAs classificadas como excelente, foram identificados até três tipos de defeitos, todos com gravidade baixa e áreas inferiores a 5 m². Nas UAs com classificação boa, observou-se a ocorrência de até cinco tipos de defeitos, igualmente de baixa gravidade, com extensão limitada a 15 m². Nas UAs avaliadas como regulares, identificaram-se, em média, cinco tipos distintos de defeitos, com severidade variando entre baixa e média, afetando áreas de até 25 m². Para as UAs classificadas como muito ruins, verificou-se a presença de trincas do tipo couro de jacaré, com gravidade entre baixa e média, ocupando até 20% da área da unidade. Por fim, nas UAs com classificação péssima, foi constatada a ocorrência predominante de trincas do tipo couro de jacaré, com severidade entre média e alta, afetando até 40% da área da unidade amostral.

Diante do exposto, verificou-se que a maioria das unidades amostrais apresenta defeitos de origem estrutural. Portanto, recomenda-se a avaliação detalhada das camadas estruturais através da medição da deflexão característica, a fim de subsidiar a definição da melhor estratégia para a recomposição completa das camadas inferiores do pavimentos desses trechos.

Já para as áreas onde os defeitos identificados são predominantemente de natureza superficial, sugerem-se intervenções como fresagem, recomposição pontual e selagem de trincas, visando restaurar a funcionalidade e prolongar a vida útil do pavimento, conforme Tabela 5.8, no Apêndice D, podem ser observadas as sugestões de intervenções para cada UA.

Tabela 5.8 - M&R sugeridas para o pavimento de CA da Taxi A.

Estratégia de M&R	Quantidade UA	%
Selagem de trincas	2	9%
Selagem das trincas, aplicação de tratamento superficial	2	9%
Fresagem e recomposição da camada superficial	2	9%
Reconstrução da estrutura	16	73%

Fonte: Autora.

5.4. PISTA DE TAXIAMENTO B

A Pista de Taxiamento B foi subdividida em 3 seções homogêneas, conforme apresentado na Tabela 5.9, e 6 unidades amostrais, conforme detalhado no Apêndice A.

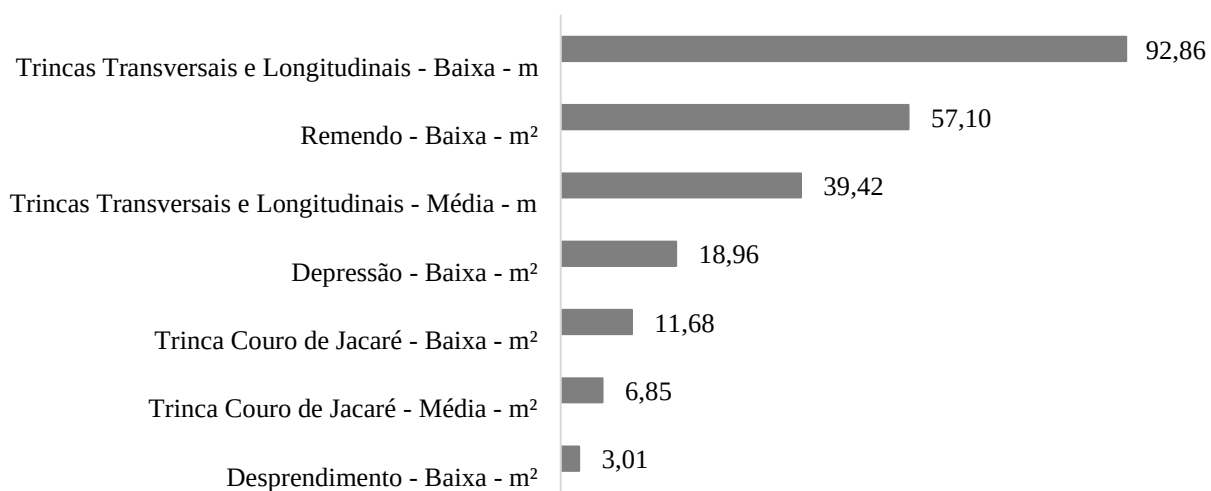
Tabela 5.9 - Seções do Taxi B.

Descrição da Área Típica	Identificação da Seção	Tipo de Superfície	Tamanho da seção	Unidade de medida
Pista de Taxiamento B	TXYB-01-C	AC	546,85	Área
Pista de Taxiamento B	TXYB-01-D	AC	798,61	Área
Pista de Taxiamento B	TXYB-01-E	AC	952,93	Área

Fonte: Autora.

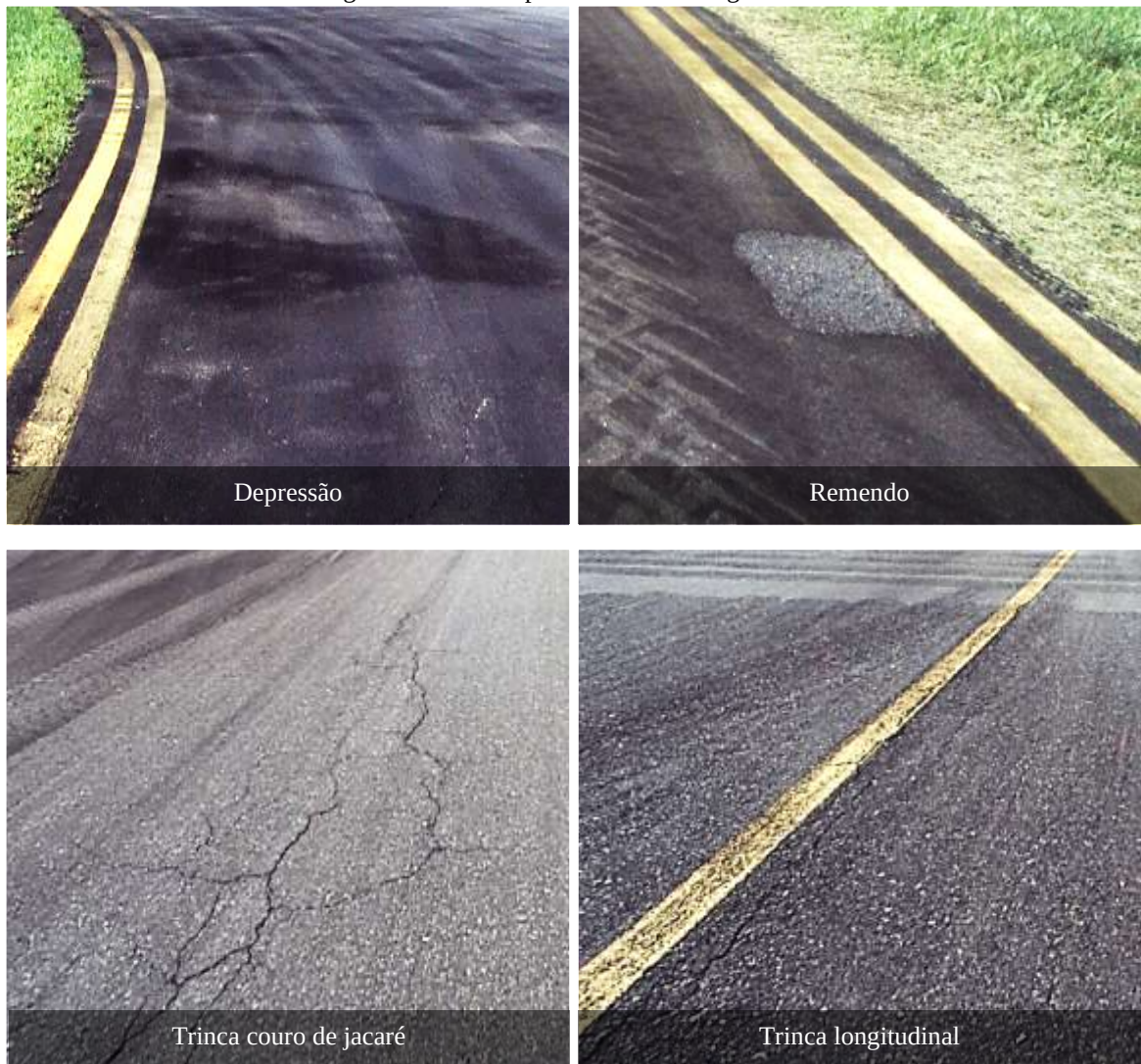
Verificou-se que os defeitos predominantes na pista de taxiamento B são as trincas transversais e longitudinais. Além disso, foram identificadas, em menor quantidade, patologias como depressões e desprendimentos. Um resumo da quantidade de defeitos cadastrados é apresentado no Figura 5.15, e o Inventário de todos os defeitos cadastrados, detalhados por Unidade Amostral, segue apensado no Apêndice B deste estudo.

Figura 5.15 - Resumo dos defeitos elencados no pavimento de CA - Taxi B.

Defeitos do Pavimento de Concreto Asfáltico - Taxi B

Fonte: Autora.

Figura 5.16 - Exemplos dos defeitos registrados.



Fonte: Autora.

A Figura 5.17 apresenta o mapa de calor da concentração dos defeitos mais relevantes identificados, sendo as cores azul e verde os locais com uma menor quantidade de defeitos, e as cores amarelas e vermelhas os locais com a maior concentração do defeito.

Figura 5.17 - Mapa de calor de concentração de defeitos no pavimento - Taxi B.



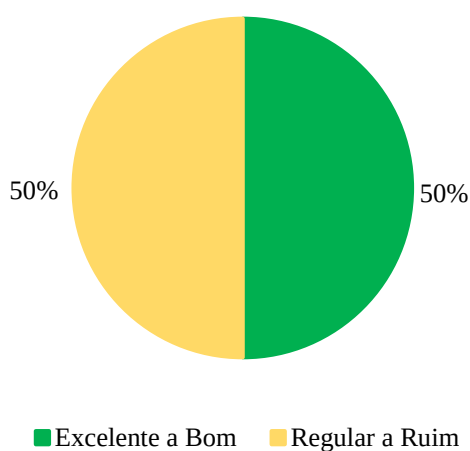
Fonte: Autora.

Os resultados do PCI indicaram que 50% das unidades amostrais foram classificadas nas categorias excelente e bom, e o restante foi categorizado como ruim.

Esses dados estão representados na Figura 5.18. Adicionalmente, o Apêndice C apresenta, em escala apropriada, a Planta Gráfica das Unidades Amostrais, indicando suas respectivas classificações de PCI.

Figura 5.18 - Classificação PCI - Taxi B.

Síntese dos resultados de PCI por categoria (%)



Fonte: Autora.

Nas UAs classificadas como excelentes, não foram observados defeitos superficiais. As UAs com classificação boa apresentaram trincas longitudinais como principal manifestação patológica. Já nas UAs classificadas como ruins, além das trincas longitudinais, foram identificadas também trincas do tipo couro de jacaré, indicando um nível mais avançado de degradação do pavimento.

Diante do exposto, recomendou-se a fresagem e recomposição pontual nos locais indicados como ruim, e selagem das trincas nos locais indicados como bom, conforme Tabela 5.10, no Apêndice D, podem ser observadas as sugestões de intervenções para cada UA.

Tabela 5.10 - M&R sugeridas para o pavimento de CA da Taxi B.

Estratégia de M&R	Quantidade UA	%
Nada a fazer, monitorar	2	34%
Fresagem e recomposição da camada superficial	4	66%

Fonte: Autora.

Durán (2015) conduziu um estudo de caso no Aeroporto Estadual de Araraquara, em São Paulo, no qual o pavimento foi classificado em condição regular de operação, apresentando um PCI médio de 67. Os principais tipos de deterioração observados foram desagregação da mistura asfáltica, trincas transversais e, predominantemente, trincas longitudinais.

De maneira semelhante, Domingos (2017) realizou uma avaliação da pista de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional Aristides Pereira, na Ilha da Boavista, em Cabo Verde, identificando um avançado estado de degradação nas áreas mais exigidas pelo tráfego das aeronaves. Os defeitos mais recorrentes incluíram trincas longitudinais e transversais, desagregação superficial e depressões. A autora também propôs estratégias de manutenção e reabilitação compatíveis com as patologias identificadas, como selagem de trincas, fresagem e recomposição das camadas em trechos com irregularidades geométricas e aplicação de agentes rejuvenescedores em áreas com desagregação da mistura asfáltica.

Portanto, é possível constatar que os resultados dessas pesquisas estão em consonância com outros estudos disponíveis na literatura, que também apontam a desagregação superficial, as trincas longitudinais e transversais e as depressões/afundamentos como os defeitos mais comuns em pistas aeroportuárias, especialmente em regiões sujeitas a elevado esforço mecânico e exposição climática.

Além disso, as soluções de manutenção propostas, fundamentadas no nível de severidade dos danos e nos valores de PCI, reforçam o consenso técnico quanto à importância da avaliação sistemática das condições do pavimento como subsídio para a definição de estratégias eficazes de conservação e reabilitação.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo analisar as condições do pavimento do Aeroporto de Joinville/SC por meio da metodologia do PCI, conforme a norma ASTM D5340 (2024). A análise abrangeu as principais áreas pavimentadas do aeroporto, incluindo a pista de pouso e decolagem, as pistas de taxiamento e o pátio de estacionamento de aeronaves. Os dados foram coletados utilizando um veículo equipado com perfilômetro a laser e sistemas de monitoramento por imagem georreferenciada, permitindo uma avaliação detalhada das condições superficiais do pavimento.

A partir da revisão do referencial teórico, destacou-se a importância da avaliação funcional dos pavimentos aeroportuários como ferramenta essencial para a gestão eficiente da infraestrutura. A literatura ressalta que a deterioração dos pavimentos impacta diretamente a segurança operacional e a eficiência do tráfego aéreo, tornando imprescindível o monitoramento contínuo e a implementação de estratégias de manutenção.

Estudos apontam que metodologias padronizadas, como o PCI, fornecem uma base objetiva para a tomada de decisões, permitindo que as intervenções sejam planejadas de forma técnica e economicamente viável. A aplicação do PCI mostrou-se uma ferramenta eficaz para a gestão da infraestrutura aeroportuária, permitindo a tomada de decisões baseadas em diagnósticos técnicos precisos e na otimização de recursos. Dessa forma, a realização da manutenção e reabilitação de pavimentos aeroportuários baseia-se em uma abordagem técnica e sistemática que possibilita a correção de falhas estruturais antes que atinjam um estágio crítico.

Os resultados indicaram que a pista de pouso e decolagem apresentou condições satisfatórias nas áreas não carregadas. Já na zona central, a maioria das unidades amostrais foi classificada como regular. O pátio de estacionamento demonstrou uma condição geral satisfatória, com a maior parte das unidades amostrais sendo avaliadas como excelente ou bom, enquanto apenas algumas foram classificadas como regulares. A pista de taxiamento A apresentou os piores índices, com um alto percentual de unidades amostrais classificadas nas categorias muito ruim e péssimo. A pista de taxiamento B apresentou uma distribuição equitativa entre as classificações excelente, bom e ruim. Conforme representado graficamente no Apêndice C.

Com base nas classificações obtidas, foram propostas estratégias de M&R adequadas às condições de cada setor do pavimento. Para unidades amostrais com trincas de baixa gravidade, recomendou-se a selagem como medida preventiva. Nos segmentos com sinais de envelhecimento e desagregação, sugeriu-se a aplicação de tratamento superficial para restauração funcional. Por fim, nas regiões onde foram detectados defeitos estruturais mais severos, como trincas evoluídas, ondulações e afundamentos, recomendou-se a fresagem e recomposição das camadas superficiais, e nos casos mais críticos, a reconstrução completa da estrutura do pavimento, conforme apresentado graficamente no Apêndice D

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se a implementação de estudos complementares:

- Estabelecer critérios de estratégias de Manutenção e Reabilitação relacionados ao PCI;
- Aplicação de técnicas de ensaio não destrutivo, como o *Falling Weight Deflectometer* (FWD) e o *Heavy Weight Deflectometer* (HWD), para análise das camadas inferiores do pavimento e correlação com os resultados do PCI no locais indicados com necessidade de reconstrução;
- Análise dos custos de diferentes estratégias de manutenção considerando tipo de intervenção, vida útil do pavimento e impacto operacional.

REFERÊNCIAS

ACRP. **A Guidebook for Safety Risk Management for Airports, Report 131**. Airport Cooperative Research Program (ACRP). Washington, Pág. 212, 2015.

ALACPA. **Safety and Its Relationship with Pavement Maintenance**. Asociación Latinoamericana y Caribeña de Pavimentos Aeroportuarios (ALACPA). Short Course on Pavements Maintenance. Peru, 2012. 24p.

ALMEIDA, S. DA S. DE, PINHEIRO, ÉRIKA CNM, & LEOCÁDIO, A. DA S. **Aplicação do índice de condição do pavimento (PCI) em pista de pouso e decolagem (PPD). Estudo de caso: aeroporto de flores**. Revista Brasileira de Desenvolvimento. Pág. 73781–73800, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n11-199>.

ALVES. **Modelo de Desempenho para Gerencia de Pavimentos Aeroportuários - Aplicação a um Aeródromo Militar**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Pág. 240, 2015.

ANAC. **Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 153, Emenda nº 04**. Agência Nacional De Aviação Civil (ANAC), Pág. 112, 2019.

ANAC. **Biblioteca de Patologias de Pavimentos Aeroportuários - 2ª Edição**. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária (SIA), Pág. 31, 2021.

ANAC. **Manual de Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários – SGPA, 1ª Edição**. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Pág. 52, 2017.

ANAC. **Manual Melhoria Contínua - AVSEC**. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária (SIA), Pág 102, 2020.

ANAC. **Manual sobre Critérios de Movimentação no Solo e SOCMS**. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária (SIA), Pág 134, 2022 (a).

ANAC. **Relatório Anual de Segurança Operacional (RASO)**. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Pág. 81, 2022 (b).

ANAC. **Segurança Operacional em Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 156, Emenda nº 00**. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Pág. 96, 2011(a)

ANAC. **Segurança Operacional Em Aeródromos - Projeto De Aeródromos. Regulamento Brasileiro Da Aviação Civil nº 154, Emenda nº 00**. Agência Nacional De Aviação Civil (ANAC), Pág. 251, 2011 (b).

ASHFORD, NORMAN J.; MUMAYIZ, SALEH; WRIGHT, PAUL H. **Airport Engineering: Planning, Design, And Development Of 21st Century Airports - 4ª Edition**. Hoboken: John Wiley & Sons. Pág. 766, 2011.

ASTM D5340-24. **Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys**. Pennsylvania (PA), United States: ASTM International, West Conshohocken, 2024.

BALBO. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projeto e Restauração**. São Paulo/SP, Pág.558, 2007.

BERNUCCI, MOTTA, CERATTI, SOARES B. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio De Janeiro: Petrobras: Abeda 2010, Pág. 504, 2008.

BOEING. **Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents**. Estados Unidos, Pág.32, 2024.

BRASIL. **Decreto nº 21.713. de 27 de agosto de 1946.** Promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de dezembro de 1944. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d21713.htm. Acesso em: 05 mar 2024.

BRASIL. **Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986.** Dispõe sobre decretos e normas sobre matéria aeronáutica. Brasília/DF. 1986. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565compilado.htm. Acesso em: 05 mar 2024.

BRASIL. **Manual de Projetos Aeroportuários.** Parceria entre a Secretaria Nacional de Aviação Civil, Ministério da Infraestrutura e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, Pág 378, 2021.

CHEN, LING ZHANG, LINRONG XU, SHUAI ZHOU, YONGWEI LI, NA SU, ZHIQIANG LU. **In-situ and numerical investigation on dynamic response of asphalt pavement-low slag embankment system under traffic loading**, Transportation Geotechnics, Volume 37, 2022, ISSN 2214-3912, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2022.100884>.

CHO, N.-H.; KWON, H.-J.; SUH, Y.-C.; KIM, J. **Development of Korea Airport Pavement Condition Index for Panel Rating**. Appl. Sci. 12(16) 8320, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12168320>.

CHU, IVAN CAMPOS-GUERETA, ANDREW DAWSON, NICK THOM, **Sustainable pavement drainage systems: Subgrade moisture, subsurface drainage methods and drainage effectiveness**, Construction and Building Materials, Volume 364, 2023, ISSN 0950-0618, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129950>.

CNN. **Após avião ser atingido por asfalto, decolagem é interrompida em SC.** 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/asfalto-atinge-aviao-durante-decolagem-em-sc-e-voo-e-interrompido>. Acesso em: 09 mar 2024.

COSTA; SILVA. **A segurança operacional sob a ótica do gerenciamento em manutenção aeroportuários.** Revista Ação Ergonômica, Vol. 13, Pág. 25, 2018, DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rae.v13e201806>.

DECEA. **Segurança Operacional.** Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Disponível em: <https://www.decea.mil.br/index.cfm?i=utilidades&p=glossario&single=2337>. Acesso em: 05 nov 2024.

DIO. **Tri-Service Pavement Working Group (TSPWG) manual.** Defence Infrastructure Organisation (DIO). Pág 49, 2024

DNER. **Manual De Projetos Geométricos de Rodovias Rurais.** Departamento de Estradas e Rodagem (DNER), Rio De Janeiro, Pág. 228, 1999.

DNIT. **Manual de Implantação Básica de Rodovia.** Departamento Nacional De Infraestrutura De Transportes (DNIT), Rio De Janeiro, Pág. 619, 2010.

DNIT. **Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos.** Departamento Nacional De Infraestrutura De Transportes (DNIT), Rio De Janeiro, Pág. 238, 2005.

DOMINGOS. **Determinação e Interpretação do Índice PCI de Pavimentos Aeroportuários.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia da Universidade da Beira Interior, Pág. 115, 2017.

DURÁN. **Sistema de gerência de pavimentos aeroportuários: Estudo de caso no aeroporto de Araraquara.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Engenharia de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Pág. 204, 2015.

FAA. **Airport Pavement Management Program (PMP). Advisory Circular - AC 150/5380-7B.** Federal Aviation Administration (FAA). United States Department of Transportation, Pág. 22, 2014 (a).

FAA. **Guide lines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements. Advisory Circular AC 150/5380 6C.** Federal Aviation Administration (FAA). United States Department of Transportation, Pág.52, 2014 (b).

FAA. **Guide User FAA PAVEAIR. Federal Aviation Administration (FAA).** United States Department of Transportation. Pág 247, 2015. Disponível em: <https://www.airporttech.tc.faa.gov/Products/Airport-Safety-Papers-Publications/Airport-Safety-Detail/FAA-PAVEAIR-374>. Acesso em: 09 mar 2025.

FERNANDES, JÚNIOR, J. L.; ODA, S.; ZERBINI, L. F. **Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos.** Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade De São Paulo, Pág. 105, 2011.

FERNANDES. **Sistemas de Gestão de Pavimentos Aeroportuários: Caracterização e Aplicabilidade.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Pág. 189, 2010.

FERREIRA, R. DE S.; LOPES, N. M. D.; CARVALHO, P. H. V. **Composition of airport pavements and their particularities.** Research, Society and Development, Vol. 9, n. 7, Pág. e180972510, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.2510.

FLEMMING. **Um enquadramento sistêmico com características emergentes para adaptação de terminais de passageiros aeroportuários.** Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Pág. 262, 2011. DOI: <http://objdig.ufrj.br/21/teses/774365.pdf>.

GOMES, A. F. S. S. **Tecnologia Aplicada à Avaliação das Estruturas dos Pavimentos Aeroportuários.** Monografia apresentada ao Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, DF, 2008).

HERMAWAN, ANDRI IRFAN RIFAI, USMANUL HAYADI UMAR. **Analysis of Pavement Condition Index Method for Maintenance and Rehabilitation Strategy for Airport Flexible Pavement: A Bibliometric Review**. Asian Journal of Engineering, Vol.3, Pág. 11, 2024. DOI: <https://doi.org/10.46799/ajesh.v3i4.292>.

HORONJEFF; ROBERT ET AL. **Planning And Design Of Airports**. 5ª Edition, McGraw-Hill Companies, Pág. 688, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139062367>.

ICAO. **A History of the International Civil Aviation Organization**. International Civil Aviation Organization (ICAO). Toronto: Global, University of Toronto Press, Pág. 608, 2010.

ICAO. **Runway Safety Programme - Global Runway Safety Action Plan**. International Civil Aviation Organization (ICAO). Peru: Global, Runway Safety Action Plan, Pág 43, 2017.

KALIKA, S., ANIL MARSANI, GURU DATTA ADHIKARI. **Pavement Condition Index for Airports: A Case Study of Simara Airport**. Ioegraduateconference, Pág. 9, 2021. ISSN: 2350-8914.

LYRA. **Avião que derrapou em pista é removido e aeroporto de Florianópolis retoma operações**. Disponível Em: <https://Portalbenews.Com.Br/Aviao-Que-Derrapou-Em-Pista-E-Removido-E-Aeroporto-De-Florianopolis-Retoma-Operacoes>. Acesso em: 09 mar 2024.

MACEDO, M. **Um Sistema de Gerência de Pavimentos e suas Aplicações na Agência reguladora**. Trabalho apresentado no Congresso “Simpósio de transporte aéreo – VII SITRAER. Rio de Janeiro, 2008.

MARCON, A.F. **Contribuição ao Desenvolvimento de um SGPA para malha Rodoviária de Santa Catarina**. Tese de Doutorado Instituto Tecnológico de Aeronautica São José dos Campos, 2008.

MERIGHI, LIVIA FORTES. **Avaliação funcional de pavimentos asfálticos aeroportuários com a finalidade de estabelecer metas para sua manutenção**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Pág. 158, 2017.

MOREIRA, F. **Avião parte para decolagem e levanta enorme pedaço de asfalto de pista na Austrália.** 2023. Disponível Em: <https://extra.globo.com/blogs/page-not-found/post/2024/09/aviao-parte-para-decolagem-e-levanta-enorme-pedaco-de-asfalto-de-pista-na-australia.ghml>. Acesso em: 09 mar 2024.

MOURA, I. R. **Proposta de um Modelo de Avaliação de Pavimentos Aeroportuários para Determinação de Estratégias de Manutenção.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Pág. 183, 2021.

MOURA, I. R., DOS SANTOS SILVA, FJ, COSTA, LHG ET AL. **Sistemas de avaliação de pavimentos aeroportuários para desenvolvimento de estratégias de manutenção: uma revisão sistemática da literatura.** Int. J. Pavement Res. Technol. Vol. 14, Pág. 676–687, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0255-1>.

NEWS. **Asfalto esfarela e prende avião na pista do aeroporto de Congonhas, em SP.** 2023. Disponível Em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/12/08/aviao-da-gol-fica-presno-a-pista-no-aeroporto-de-congonhas-em-sp-devido-a-problema-no-asfalto.ghml>. Acesso em: 09 mar 2024.

NIKOLAIDES, A. **Highway Engineering – Pavements, Materials and Control of Quality.** Estados Unidos: Ed. CRC PRESS, 2014. 883p.

OLIVEIRA, F. H. L. **Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento de pavimentos aeroportuários como apoio à tomada de decisão sobre estratégias de manutenção e reabilitação.** Tese de Doutorado para o Programa de Doutorado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Pág. 180, 2016.

OLIVEIRA, F. H. L. **Proposição de estratégias de manutenção de pavimentos aeroportuários baseadas na macrotextura e no atrito: Estudo de caso do aeroporto internacional de Fortaleza.** Dissertação de Mestrado para o Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Pág. 203, 2009.

REASON, J. **Human Error. 1ª Edition.** Cambridge University Press. Pág.320, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139062367>.

RODRIGUES, R. M. **Projeto e Gerência de Pavimentos: Parte II - Gerência de Pavimentos.** São José Dos Campos - SP: Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Divisão de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica. Pág. 207, 2007.

SILVA, A. P. R. **Gerenciamento da Segurança na Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícitas - AVSEC.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade de Cuiabá, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Ciências Aeronáuticas- Universidade De Cuiabá. Pág. 29, 2022.

SILVA, F. R. **Dimensionamento de Pavimento Aeroportuário, estudo de caso: Aeroporto de Brasília e de Atlanta.** Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de bacharelado em Engenharia Civil. Pág. 94, 2016.

SILVA, P. F. A. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos - 2ª Edição.** São Paulo: Pini. Pág.128, 2008.

SOBRINHO. **Análise da Infraestrutura do Lado Aéreo do Aeroporto Internacional de Navegantes.** Trabalho de Conclusão de Curso do Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina, Pág. 72, 2016. URI: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/164584>.

STOLZER, A. J., HALFORD, C. D., GOGLIA, J. J. **Safety Management Systems In Aviation.** 1ª Edição. Inglaterra: Ashgate. Pág. 297, 2012.

VISCONTI, T. S. **O Sistema Gerencial de Pavimentos do DNER.** Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), Instituto de pesquisas rodoviárias divisão de apoio tecnológico. Pág. 84, 2000.

WESOŁOWSKI, M., PAWEŁ IWANOWSKI. **Evaluation of Asphalt Concrete Airport Pavement Conditions Based on the Airfield Pavement Condition Index (APCI) in Scope of Flight Safety**, Pág. 22, 2020. DOI: 10.3390/aerospace7060078.

WIEGMANN, D. & SHAPPELL, S. **Human Factors Analysis of Postaccident Data: Applying Theoretical Taxonomies of Human Error**. The International Journal Of Aviation Psychology, Pág. 81, 1997. DOI: 10.1207/s15327108ijap0701_4.

ANEXO I – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO



Certificado de Calibração - Num. 07/2023

Equipamento Módulos Laser de Medição sem Contato (Perfilômetro Laser)
 Modelo CiberLaser com 5 módulos
 Fabricação abril-2022

Data da Calibração 20-09-2023
 Técnico Responsável Sergio Massara Filho
 Padrão Utilizado Paquímetro Digital Calibrado na RBC s/n 11042285

Módulo	1
Tipo	vertical
N/Série	391

Medida no	Leitura	Erro
Padrão (mm)	módulo (mm)	(mm)
32.7	32.8	-0.1
103.6	103.6	0.0
152.9	152.9	0.0

Módulo	2
Tipo	vertical
N/Série	392

Medida no	Leitura	Erro
Padrão (mm)	módulo (mm)	(mm)
32.8	32.8	0.0
101.8	101.7	0.1
152.1	152.1	0.0

Módulo	3
Tipo	diagonal
N/Série	393

Medida no	Leitura	Erro
Padrão (mm)	módulo (mm)	(mm)
30.8	30.8	0.0
102.5	102.3	0.2
151.3	151.3	0.0

Módulo	4
Tipo	diagonal
N/Série	394

Medida no	Leitura	Erro
Padrão (mm)	módulo (mm)	(mm)
34.1	34.1	0.0
104.3	104.4	-0.1
151.6	151.7	-0.1

Módulo	5
Tipo	vertical
N/Série	395

Medida no	Leitura	Erro
Padrão (mm)	módulo (mm)	(mm)
31.0	31.0	0.0
100.9	100.8	0.1
153.2	153.2	0.0

Técnico Responsável

APÊNDICE A - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS

PISTA DE POUSO E DECOLAGEM 15/33

Rede	Seção				Unidade de amostra			
	Elemento	Código da Seção	Tamanho	Unidade	Código da Unidade Amostral	Tipo de Superfície	Tamanho	Unidade de Medida
JOI	PPD 15/33	PPD-15/33-03-C	50,00	Placas	PPD-15/33-03-C-1	PCC	25,00	Placas
JOI	PPD 15/33	PPD-15/33-03-C	50,00	Placas	PPD-15/33-03-C-2	PCC	25,00	Placas
JOI	PPD 15/33	PPD-15/33-03-D	50,00	Placas	PPD-15/33-03-D-1	PCC	25,00	Placas
JOI	PPD 15/33	PPD-15/33-03-D	50,00	Placas	PPD-15/33-03-D-2	PCC	25,00	Placas
JOI	PPD 15/33	PPD-15/33-03-E	50,00	Placas	PPD-15/33-03-E-1	PCC	25,00	Placas
JOI	PPD 15/33	PPD-15/33-03-E	50,00	Placas	PPD-15/33-03-E-2	PCC	25,00	Placas

PÁTIO DE ESTACIONAMENTO 1

Rede	Seção				Unidade de amostra			
	Elemento	Código da Seção	Tamanho	Unidade	Código da Unidade Amostral	Tipo de Superfície	Tamanho	Unidade de Medida
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-1	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-2	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-3	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-4	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-5	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-6	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-7	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-8	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-9	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-10	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-11	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-12	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-13	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-14	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-15	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-16	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-17	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-18	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-19	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-20	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-21	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-22	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-23	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-24	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-25	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-26	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-27	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-01-0	672,00	Placas	PA-01-01-0-28	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-1	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-2	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-3	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-4	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-5	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-6	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-7	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-8	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-9	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-10	PCC	24,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-11	PCC	26,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-02-0	283,00	Placas	PA-01-02-0-12	PCC	17,00	Placas
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-1	AC	441,05	m²
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-2	AC	441,05	m²

PÁTIO DE ESTACIONAMENTO 1

Rede	Seção				Unidade de amostra			
	Elemento	Código da Seção	Tamanho	Unidade	Código da Unidade Amostral	Tipo de Superfície	Tamanho	Unidade de Medida
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-3	AC	416,95	m²
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-4	AC	416,98	m²
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-5	AC	416,96	m²
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-6	AC	416,92	m²
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-7	AC	416,96	m²
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-8	AC	416,96	m²
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-9	AC	513,49	m²
JOI	PÁTIO 1	PA-01-03-0	4318,00	m²	PA-01-03-0-10	AC	420,68	m²

PISTA DE TAXIAMENTO A

Rede	Seção				Unidade de amostra			
	Elemento	Código da Seção	Tamanho	Unidade	Código da Unidade Amostral	Tipo de Superfície	Tamanho	Unidade de Medida
JOI	TAXI A	TXYA-01-C	3065,42	m²	TXYA-01-C-1	AC	449,12	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-C	3065,42	m²	TXYA-01-C-2	AC	482,38	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-C	3065,42	m²	TXYA-01-C-3	AC	417,11	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-C	3065,42	m²	TXYA-01-C-4	AC	455,82	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-C	3065,42	m²	TXYA-01-C-5	AC	455,82	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-C	3065,42	m²	TXYA-01-C-6	AC	455,82	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-C	3065,42	m²	TXYA-01-C-7	AC	349,35	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-D	3052,08	m²	TXYA-01-D-1	AC	473,57	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-D	3052,08	m²	TXYA-01-D-2	AC	482,50	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-D	3052,08	m²	TXYA-01-D-3	AC	414,93	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-D	3052,08	m²	TXYA-01-D-4	AC	445,90	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-D	3052,08	m²	TXYA-01-D-5	AC	446,18	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-D	3052,08	m²	TXYA-01-D-6	AC	446,47	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-D	3052,08	m²	TXYA-01-D-7	AC	342,53	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-E	3341,91	m²	TXYA-01-E-1	AC	389,22	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-E	3341,91	m²	TXYA-01-E-2	AC	335,79	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-E	3341,91	m²	TXYA-01-E-3	AC	482,86	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-E	3341,91	m²	TXYA-01-E-4	AC	367,58	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-E	3341,91	m²	TXYA-01-E-5	AC	455,82	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-E	3341,91	m²	TXYA-01-E-6	AC	455,68	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-E	3341,91	m²	TXYA-01-E-7	AC	455,53	m²
JOI	TAXI A	TXYA-01-E	3341,91	m²	TXYA-01-E-8	AC	399,43	m²

PISTA DE TAXIAMENTO B

Rede	Seção				Unidade de amostra			
	Elemento	Código da Seção	Tamanho	Unidade	Código da Unidade Amostral	Tipo de Superfície	Tamanho	Unidade de Medida
JOI	TAXI B	TXYB-01-C	546,85	m²	TXYB-01-C-1	AC	266,00	m²
JOI	TAXI B	TXYB-01-C	546,85	m²	TXYB-01-C-2	AC	280,85	m²
JOI	TAXI B	TXYB-01-D	798,61	m²	TXYB-01-D-1	AC	265,36	m²
JOI	TAXI B	TXYB-01-D	798,61	m²	TXYB-01-D-2	AC	533,25	m²
JOI	TAXI B	TXYB-01-E	952,93	m²	TXYB-01-E-1	AC	446,43	m²
JOI	TAXI B	TXYB-01-E	952,93	m²	TXYB-01-E-2	AC	506,50	m²

APÊNDICE B - INVENTÁRIO DE DEFEITOS

PISTA DE POUSO E DECOLAGEM 15/33 (CA)

Código da UA	Trinca Couro de Jacaré	Trinca Couro de Jacaré	Ondulação	Depressão	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Remendo	Envelhecimento ou Desagregação	Envelhecimento ou Desagregação	Desprendimento	Desprendimento
	m²	m²	m²	m²	m	m	m	m²	m²	m²	m²	m²
	M	B	B	B	A	M	B	B	M	B	M	B
PPD-15.33-02-C-1	-	-	-	-	-	-	23,14	-	-	-	-	6,84
PPD-15.33-02-C-2	-	-	-	1,76	-	22,05	64,08	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-3	-	-	-	-	-	35,06	56,23	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-4	-	-	-	3,67	-	6,58	48,15	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-5	-	-	-	5,42	-	-	73,04	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-6	-	-	-	-	-	11,30	61,22	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-7	-	1,22	-	0,62	-	4,17	42,63	60,79	-	-	-	2,93
PPD-15.33-02-C-8	-	-	-	1,24	-	-	54,56	103,89	-	-	-	12,03
PPD-15.33-02-C-9	-	-	-	1,22	-	0,59	23,64	89,18	-	-	-	11,98
PPD-15.33-02-C-10	-	-	-	-	-	8,25	25,91	72,23	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-11	-	-	-	1,50	-	6,64	10,72	234,69	-	-	6,25	32,31
PPD-15.33-02-C-12	-	-	-	-	-	10,30	3,95	160,45	-	-	4,11	28,33
PPD-15.33-02-C-13	-	-	-	2,02	3,04	5,77	36,32	63,91	-	-	4,08	2,09
PPD-15.33-02-C-14	-	1,40	-	1,18	-	6,53	72,17	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-15	-	-	-	4,71	-	11,75	42,06	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-16	-	-	-	0,80	-	16,91	14,96	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-17	-	-	-	1,34	-	13,54	28,13	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-18	-	-	-	2,19	-	3,88	37,15	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-19	-	-	-	-	-	7,41	52,19	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-20	-	1,72	-	-	-	10,23	27,54	117,31	-	-	-	26,04
PPD-15.33-02-C-21	-	-	-	-	-	5,59	13,77	167,52	-	-	-	13,37
PPD-15.33-02-C-22	-	8,46	-	2,29	-	-	39,60	4,97	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-23	-	-	-	-	-	12,98	42,84	-	-	5,35	0,51	-
PPD-15.33-02-C-24	-	4,62	-	-	-	15,77	53,08	-	-	-	-	0,12
PPD-15.33-02-C-25	-	11,45	-	2,56	-	18,83	35,17	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-26	-	0,64	-	2,19	-	17,77	59,70	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-27	-	-	-	-	-	24,57	69,48	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-28	-	6,12	-	0,45	-	15,68	57,64	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-29	-	31,93	-	-	1,75	15,79	113,83	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-30	-	5,04	-	-	-	11,29	78,11	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-31	-	10,92	-	-	-	8,92	99,56	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-32	-	6,00	-	-	-	3,35	50,46	83,91	-	-	-	3,13
PPD-15.33-02-C-33	-	-	-	0,62	-	16,46	34,20	21,96	-	-	-	2,06
PPD-15.33-02-C-34	-	6,48	-	-	-	12,17	83,40	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-35	-	-	-	3,87	-	11,34	54,84	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-36	-	-	-	0,62	-	3,30	48,49	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-37	-	1,67	-	1,03	-	0,38	58,37	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-38	-	0,88	-	2,50	-	-	40,22	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-39	-	5,83	-	-	-	3,63	54,95	-	-	-	-	1,25
PPD-15.33-02-C-40	-	2,14	-	2,48	-	-	51,81	-	-	-	-	1,29
PPD-15.33-02-C-41	-	-	-	2,87	-	3,09	81,50	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-42	-	-	-	0,27	-	5,78	75,24	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-C-43	-	-	-	0,30	-	-	53,34	-	-	41,35	-	2,18
PPD-15.33-02-C-44	-	-	-	0,44	-	9,73	74,21	-	-	27,07	-	1,02
PPD-15.33-02-C-45	-	-	-	1,65	-	16,13	67,91	-	-	-	-	2,66

PISTA DE POUSO E DECOLAGEM 15/33 (CA)

Código da UA	Trinca Couro de Jacaré	Trinca Couro de Jacaré	Ondulação	Depressão	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Remendo	Envelhecimento ou Desagregação	Envelhecimento ou Desagregação	Desprendimento	Desprendimento
	m²	m²	m²	m²	m	m	m	m²	m²	m²	m²	m²
	M	B	B	B	A	M	B	B	M	B	M	B
PPD-15.33-02-C-46	-	-	-	1,21	-	9,41	89,50	-	-	167,69	-	0,36
PPD-15.33-02-C-47	-	6,89	-	0,93	-	7,87	78,84	-	-	175,22	-	-
PPD-15.33-02-C-48	-	4,35	-	2,98	-	-	64,00	-	-	26,06	-	-
PPD-15.33-02-C-49	0,90	0,30	-	4,13	-	-	57,06	-	-	188,70	-	-
PPD-15.33-02-C-50	-	1,13	-	2,64	-	26,13	33,25	-	-	95,92	-	-
PPD-15.33-02-C-51	-	9,69	-	5,04	-	11,81	80,79	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-1	-	-	-	-	-	-	26,55	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-2	-	-	-	-	-	-	2,81	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-6	-	-	-	-	-	-	16,80	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-8	-	-	-	-	-	-	3,41	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-9	-	-	-	-	-	-	42,70	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-10	-	0,92	-	-	-	-	38,11	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-11	-	-	-	-	-	-	-	34,42	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-12	-	-	-	-	-	-	20,02	22,27	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-13	-	-	-	-	-	-	9,82	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-14	-	-	-	-	-	2,25	2,45	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-15	-	-	-	-	-	-	48,59	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-16	-	-	-	-	-	-	29,07	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-17	-	-	-	-	-	-	15,50	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-18	-	-	-	-	-	-	3,23	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-19	-	-	-	-	-	-	4,96	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-20	-	-	-	-	-	-	11,22	23,62	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-21	-	-	12,14	-	-	-	23,33	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-22	-	-	-	-	-	-	13,47	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-23	-	-	-	-	-	-	31,99	-	-	36,56	-	-
PPD-15.33-02-D-24	-	-	-	-	-	-	11,39	-	-	38,37	-	-
PPD-15.33-02-D-25	-	-	-	-	-	-	25,92	-	-	93,01	-	-
PPD-15.33-02-D-26	-	-	-	-	-	-	11,33	-	-	33,60	-	-
PPD-15.33-02-D-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,87	-	-
PPD-15.33-02-D-28	-	-	-	-	-	-	6,21	-	-	24,54	-	-
PPD-15.33-02-D-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,45	-	-
PPD-15.33-02-D-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97,63	-	-
PPD-15.33-02-D-31	-	-	-	-	-	-	3,65	-	-	28,52	-	-
PPD-15.33-02-D-32	-	-	-	-	-	-	37,05	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-34	-	-	-	-	-	-	0,97	-	-	36,79	-	-
PPD-15.33-02-D-35	-	-	-	-	-	-	10,87	-	-	30,13	-	-
PPD-15.33-02-D-36	-	-	-	-	-	-	15,87	-	-	40,94	-	-
PPD-15.33-02-D-37	-	-	-	-	-	-	29,34	-	-	34,45	-	-
PPD-15.33-02-D-38	-	-	-	-	-	-	27,73	-	-	14,42	-	-
PPD-15.33-02-D-39	-	-	-	-	-	-	24,79	-	-	18,49	-	-

PISTA DE POUSO E DECOLAGEM 15/33 (CA)

Código da UA	Trinca Couro de Jacaré	Trinca Couro de Jacaré	Ondulação	Depressão	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Remendo	Envelhecimento ou Desagregação	Envelhecimento ou Desagregação	Desprendimento	Desprendimento
	m²	m²	m²	m²	m	m	m	m²	m²	m²	m²	m²
	M	B	B	B	A	M	B	B	M	B	M	B
PPD-15.33-02-D-40	-	-	-	-	-	-	11,59	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-41	-	-	-	-	-	-	18,83	-	-	9,65	-	-
PPD-15.33-02-D-42	-	-	-	-	-	-	26,60	-	-	12,87	-	-
PPD-15.33-02-D-43	-	-	-	-	-	-	18,80	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-44	-	-	-	-	-	-	10,38	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-45	-	-	-	-	-	-	19,58	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-D-46	-	-	-	-	-	-	41,25	-	-	11,33	-	-
PPD-15.33-02-D-47	-	-	-	-	-	-	13,36	-	-	22,16	-	-
PPD-15.33-02-D-48	-	-	-	-	-	-	36,10	-	-	11,04	-	-
PPD-15.33-02-D-49	-	-	-	-	-	7,08	58,32	-	-	40,81	-	-
PPD-15.33-02-D-50	-	-	-	-	-	-	68,47	-	-	12,32	-	-
PPD-15.33-02-D-51	-	5,17	-	-	-	-	24,64	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-1	-	4,42	-	-	-	-	10,94	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-2	-	-	-	-	-	-	12,79	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-4	-	-	-	-	-	-	18,97	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-5	-	-	-	-	-	-	4,82	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-7	-	-	-	-	-	-	5,68	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-8	-	-	-	-	-	-	15,94	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-9	-	-	-	-	-	-	30,52	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-10	-	-	-	-	-	7,65	9,02	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-11	-	-	-	-	-	-	5,98	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-12	-	-	-	-	-	2,28	2,47	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-13	-	-	-	-	-	4,09	8,11	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-14	-	-	-	1,50	-	-	13,21	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-15	-	-	-	-	-	-	1,10	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-16	-	-	-	-	-	-	3,22	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-17	-	-	-	-	-	3,38	0,98	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-18	-	-	-	-	-	10,77	16,48	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-19	-	-	-	-	-	-	10,54	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-20	-	-	-	-	-	-	10,10	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-21	-	-	-	-	-	-	18,46	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-22	-	-	-	-	-	-	22,50	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-23	-	-	-	-	-	3,01	18,13	-	12,87	70,86	-	-
PPD-15.33-02-E-24	-	-	-	-	-	-	24,57	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-25	-	-	-	-	-	-	35,07	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-26	-	-	-	-	-	-	13,53	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-27	-	-	-	-	-	-	21,94	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-28	-	-	-	-	-	-	7,16	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-29	-	-	-	-	-	-	13,20	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-30	-	-	-	-	-	-	16,22	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-31	-	-	-	-	-	-	14,34	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-32	-	-	-	-	-	-	5,77	0,52	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-33	-	-	-	1,54	-	-	5,85	-	-	58,77	-	-

PISTA DE POUSO E DECOLAGEM 15/33 (CA)

Código da UA	Trinca Couro de Jacaré	Trinca Couro de Jacaré	Ondulação	Depressão	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Remendo	Envelhecimento ou Desagregação	Envelhecimento ou Desagregação	Desprendimento	Desprendimento
	m²	m²	m²	m²	m	m	m	m²	m²	m²	m²	m²
	M	B	B	B	A	M	B	B	M	B	M	B
PPD-15.33-02-E-34	-	-	-	-	-	-	2,25	-	-	43,34	-	-
PPD-15.33-02-E-35	-	-	-	-	-	-	3,91	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41,37	-	-
PPD-15.33-02-E-37	-	-	-	-	-	-	1,33	-	-	35,53	-	-
PPD-15.33-02-E-38	-	0,88	-	-	-	-	3,73	-	-	68,93	-	-
PPD-15.33-02-E-39	-	-	-	-	-	-	2,68	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,03	-	-
PPD-15.33-02-E-41	-	-	-	-	-	-	5,35	-	-	22,21	-	-
PPD-15.33-02-E-42	-	-	-	-	-	-	1,64	-	-	26,93	-	-
PPD-15.33-02-E-43	-	-	-	-	-	-	22,60	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-44	-	-	-	-	-	-	17,38	-	-	77,65	-	-
PPD-15.33-02-E-45	-	-	-	-	-	-	13,82	-	-	69,47	-	-
PPD-15.33-02-E-46	-	-	-	-	-	-	15,89	-	-	112,68	-	-
PPD-15.33-02-E-47	-	-	-	-	-	-	6,42	-	-	63,58	-	-
PPD-15.33-02-E-48	-	-	-	-	-	-	5,88	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-49	-	-	-	-	-	-	4,47	-	-	-	-	-
PPD-15.33-02-E-50	-	-	-	-	-	-	21,21	-	-	53,87	-	-
PPD-15.33-02-E-51	-	14,02	-	-	-	-	5,54	0,54	-	-	-	-

PISTA DE POUSO E DECOLAGEM 15/33 (PCC)

Código UA	Trinca Trans./Long./Diag.	Esborcinamento de Junta	Esborcinamento de Canto
	Frequência	Frequência	Frequência
	B	B	B
PPD-15.33-01-C-1	2,00	-	-
PPD-15.33-01-C-2	7,00	-	-
PPD-15.33-01-D-1	8,00	-	-
PPD-15.33-01-D-2	1,00	-	-
PPD-15.33-01-E-1	2,00	-	-
PPD-15.33-01-E-2	2,00	-	-
PPD-15.33-03-C-1	3,00	-	1,00
PPD-15.33-03-C-2	-	-	-
PPD-15.33-03-D-1	1,00	-	-
PPD-15.33-03-D-2	-	-	-
PPD-15.33-03-E-1	5,00	1,00	-
PPD-15.33-03-E-2	3,00	-	-

PÁTIO DE ESTACIONAMENTO 1 (CA)

Código UA	Trincas Transversais e Longitudinais	Remendo
	m	m²
	B	B
PA-01-03-0-1	-	-
PA-01-03-0-2	-	-
PA-01-03-0-3	3,33	-
PA-01-03-0-4	-	-
PA-01-03-0-5	20,68	14,85
PA-01-03-0-6	-	-
PA-01-03-0-7	-	-
PA-01-03-0-8	-	-
PA-01-03-0-9	-	-
PA-01-03-0-10	-	-

PÁTIO DE ESTACIONAMENTO 1 (PCC)

[illegible]

PÁTIO DE ESTACIONAMENTO 1 (PCC)

Código UA	Trinca de Canto	Trinca de Canto	Trinca Trans./Long./Diag.	Trinca Trans./Long./Diag.	Mat. Selante Danificado	Mat. Selante Danificado	Remendo Pequeno (< 0,5 m2)	Remendo Grande (> 0,5 m2)	Pequenos Buracos	Trincas Desordenadas e Descamamento	Placa Dividida	Placa Dividida	Trinca de Contração	Esborcinamento de Canto
	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência
	M	B	M	B	M	B	B	B	N/A	B	M	B	N/A	B
PA-01-01-0-6	-	-	-	19,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-	-
PA-01-01-0-7	-	-	-	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-	6,00	-
PA-01-01-0-8	-	-	-	1,00	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-01-0-9	-	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	1,00
PA-01-02-0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA-01-02-0-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PISTA DE TAXIAMENTO A (AC)

Código UA	Trinca Couro de Jacaré	Trinca Couro de Jacaré	Trinca Couro de Jacaré	Ondulação	Depressão	Depressão	Trinca de Reflexão de Junta (Long/Trans)	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Remendo	Envelhecimento ou Desagregação	Envelhecimento ou Desagregação	Desprendimento
	m²	m²	m²	m²	m²	m²	m	m	m	m²	m²	m²	m²
	A	M	B	B	M	B	B	M	B	B	M	B	B
PR-A-01-C-1	36,66	53,73	2,82	-	9,57	2,92	1,25	12,60	12,98	-	4,03	-	-
PR-A-01-C-2	-	11,97	16,14	-	-	10,33	-	58,07	28,90	-	-	-	-
PR-A-01-C-3	27,38	69,15	-	-	-	1,41	-	20,38	6,54	5,64	-	-	-
PR-A-01-C-4	-	100,82	-	-	-	0,45	-	66,96	4,49	47,90	-	5,51	-
PR-A-01-C-5	-	151,47	-	-	-	1,16	-	52,43	3,47	4,22	-	-	-
PR-A-01-C-6	-	165,81	-	-	-	1,04	-	46,42	7,73	-	-	-	-
PR-A-01-C-7	-	28,76	2,59	-	-	5,37	-	27,85	17,52	-	-	-	-
PR-A-01-D-1	-	-	6,78	-	-	-	-	-	6,40	-	-	-	-
PR-A-01-D-2	-	-	-	-	-	-	-	-	3,28	-	-	21,36	-
PR-A-01-D-3	-	-	-	-	-	0,67	-	-	3,64	-	-	-	-
PR-A-01-D-4	-	-	14,69	-	-	5,52	-	2,85	7,43	0,38	-	-	-
PR-A-01-D-5	-	-	6,38	-	-	4,05	-	13,43	4,60	4,79	-	-	-
PR-A-01-D-6	-	-	8,69	-	-	0,61	-	4,58	8,55	-	-	-	-
PR-A-01-D-7	-	-	-	5,50	-	2,56	-	-	7,27	-	-	23,54	-
PR-A-01-E-1	-	56,29	-	-	-	3,00	4,42	3,66	10,19	-	-	-	-
PR-A-01-E-2	-	-	-	-	-	0,98	1,72	7,67	10,51	-	-	-	-
PR-A-01-E-3	-	19,23	1,28	-	-	5,18	-	12,55	3,89	-	-	5,97	-
PR-A-01-E-4	-	50,37	-	-	-	2,67	-	5,01	6,37	8,58	-	-	-

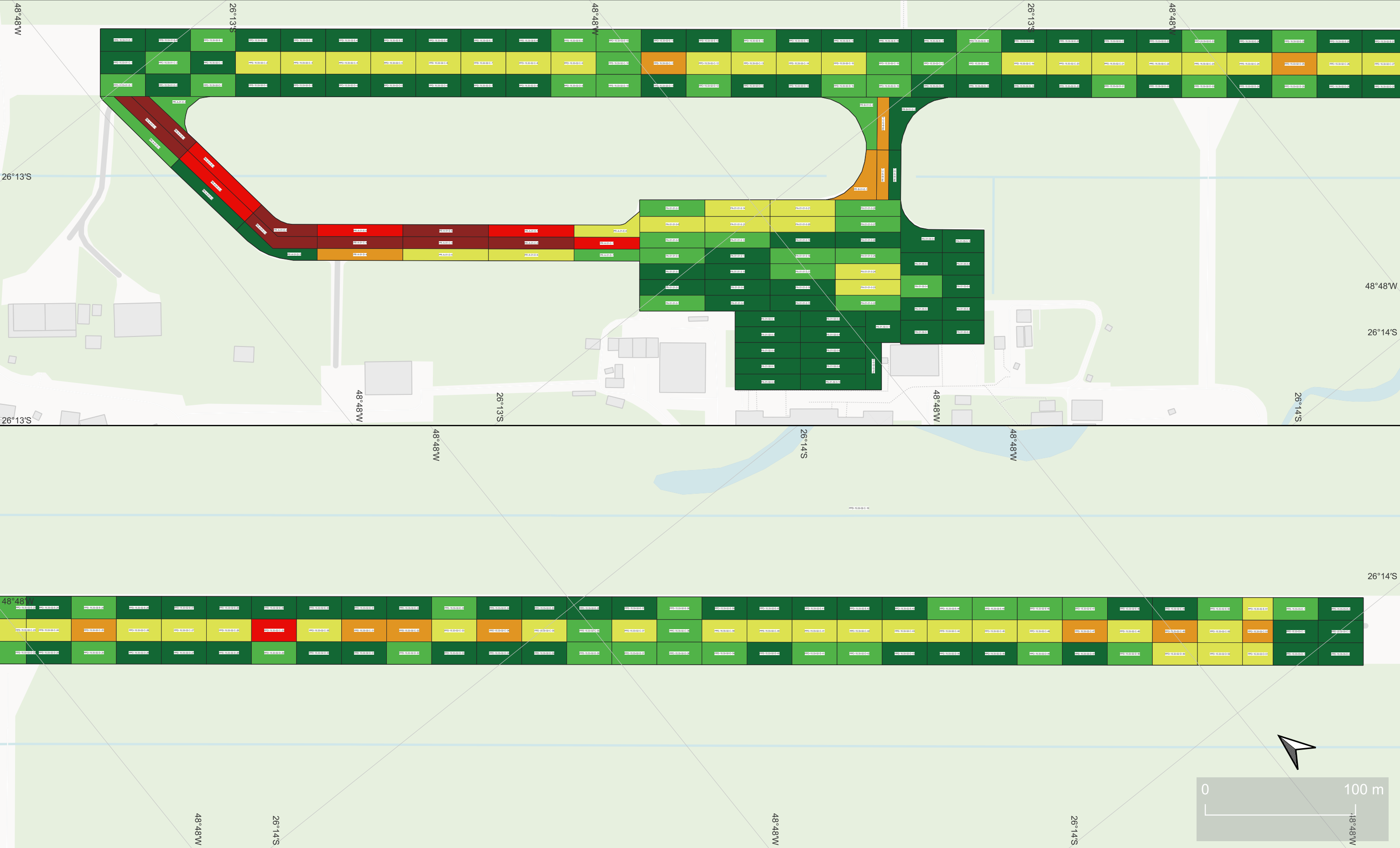
PISTA DE TAXIAMENTO A (AC)

Código UA	Trinca Couro de Jacaré	Trinca Couro de Jacaré	Trinca Couro de Jacaré	Ondulação	Depressão	Depressão	Trinca de Reflexão de Junta (Long/Trans)	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Remendo	Envelhecimento ou Desagregação	Envelhecimento ou Desagregação	Desprendimento
	m²	m²	m²	m²	m²	m²	m	m	m	m²	m²	m²	m²
	A	M	B	B	M	B	B	M	B	B	M	B	B
PR-A-01-E-5	-	26,84	-	-	-	6,51	-	1,67	6,53	39,90	-	-	-
PR-A-01-E-6	-	87,97	-	-	-	0,86	-	11,83	8,76	0,77	-	-	-
PR-A-01-E-7	-	81,75	-	-	-	0,63	-	-	-	-	-	-	1,00
PR-A-01-E-8	-	-	-	-	-	4,57	-	22,29	5,25	-	-	-	2,24

PISTA DE TAXIAMENTO B (AC)

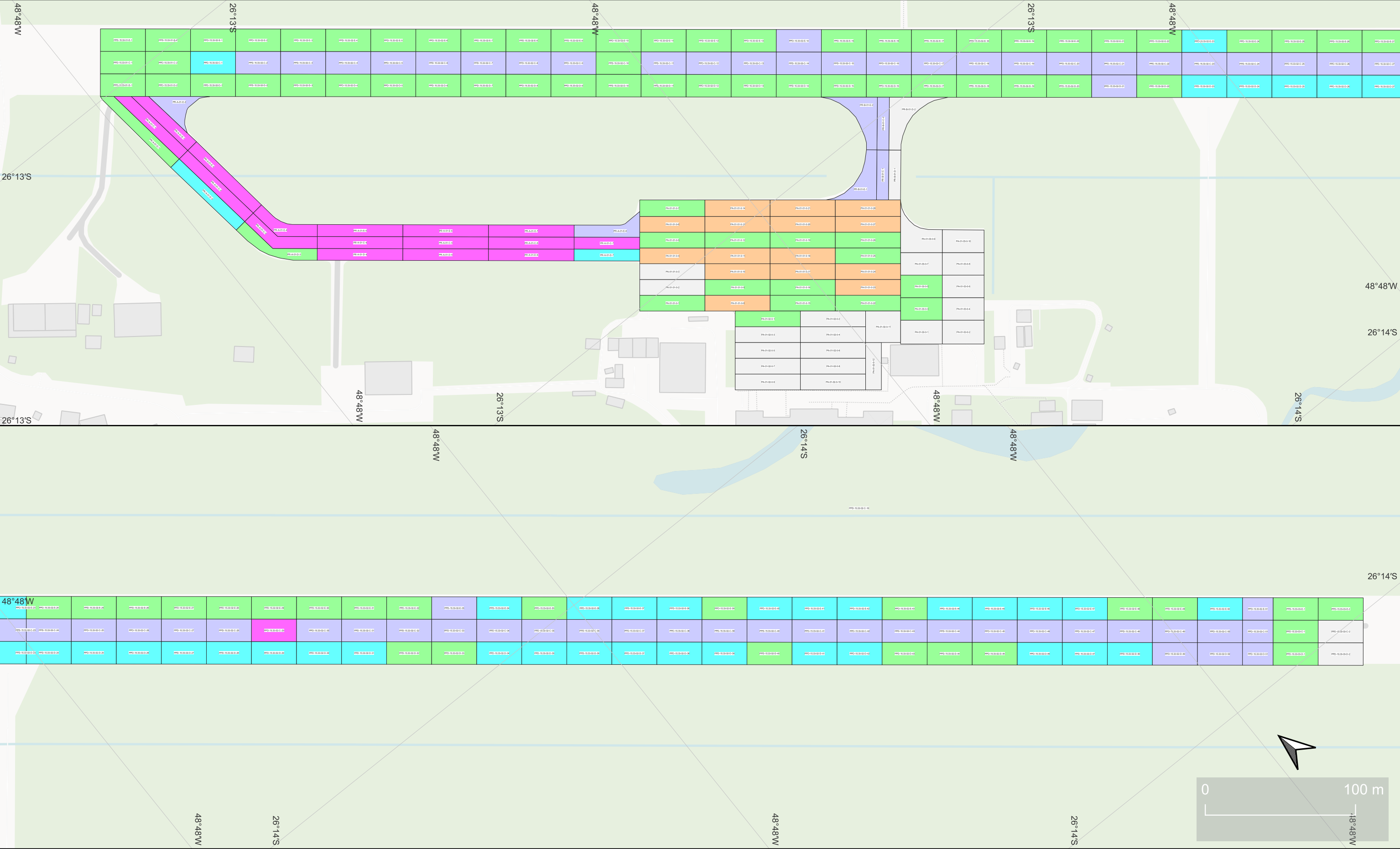
Código UA	Trinca Couro de Jacaré	Trinca Couro de Jacaré	Depressão	Trincas Transversais e Longitudinais	Trincas Transversais e Longitudinais	Remendo	Desprendimento
	m²	m²	m²	m	m	m²	m²
	M	B	B	M	B	B	B
PR-B-01-C-2	6,85	-	2,03	7,82	12,27	-	-
PR-B-01-C-1	-	-	-	17,41	37,11	55,42	-
PR-B-01-D-1	-	-	-	-	-	-	-
PR-B-01-D-2	-	-	-	-	-	-	-
PR-B-01-E-1	-	11,68	16,47	5,25	33,30	1,68	-
PR-B-01-E-2	-	-	0,47	8,94	10,18	-	3,01

APÊNDICE C - PLANTA DO PCI POR UA



Categoria PCI	Desde	Até	Cor
Excelente	85	100	
Bom	70	84	
Regular	55	69	
Ruim	40	54	
Muito Ruim	25	39	
Péssimo	10	24	
Ruptura	0	9	

APÊNDICE D – PLANTA GRÁFICA DAS ESTRATÉGIAS DE M&R POR UA



Sugestão Estratégia de M&R	Cor
Nada a fazer, monitorar	
Selagem das trincas	
Selagem das trincas e tratamento superficial	
Fresagem e recomposição da camada superficial	
Reconstrução da estrutura	
Selagem das trincas e recomposição pontual	