



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Redeenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Lucas Pereira da Silva

ANÁLISE DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DO PAVIMENTO DA ÁREA DE TAXIAMENTO DE AERONAVES NO AEROPORTO DE PALMAS-TO

Palmas – TO

2019

Lucas Pereira da Silva

ANÁLISE DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DO
PAVIMENTO DA ÁREA DE TAXIAMENTO DE AERONAVES NO AEROPORTO DE
PALMAS-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro.

Palmas – TO

2019

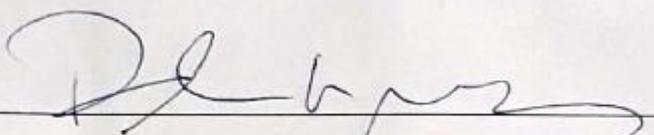
Lucas Pereira da Silva
ANÁLISE DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DO
PAVIMENTO DA ÁREA DE TAXIAMENTO DE AERONAVES NO AEROPORTO DE
PALMAS-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro.

Aprovado em: 28/05/2019

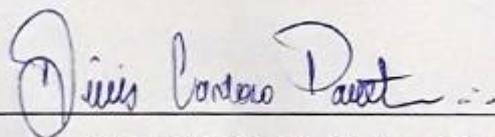
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro

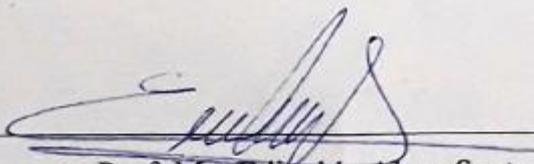
Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Me. Denis Cardoso Parente

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Me. Edivaldo Alves Santos

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2019

AGRADECIMENTOS

Minha eterna gratidão a Deus, que me concedeu sabedoria, força e capacidade, para chegar até aqui e concluir mais uma etapa da minha vida.

Agradeço aos meus colegas e amigos, que de alguma forma me apoiaram e participaram da minha trajetória, em especial a minha colega Walerya Reis que sempre esteve junto comigo durante as tribulações de G1 e G2. E também aos meus supervisores e amigos Tiago Segatto e Sidney Honorato que por muitas vezes entenderam as circunstâncias e me apoiaram nessa jornada.

Sou muito grato ao meu Prof. Dr. Fabio Henrique Ribeiro pelas orientações, pelo acompanhamento nas inspeções realizadas e pelo apoio prestado para desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço imensamente a minha família, a meus avós, tias, tios, e minhas queridas irmãs Hellen e Suzanny por todo incentivo e carinho ao longo dessa jornada. Por sempre terem se feito presentes, mesmo que não fisicamente, me ajudando a enfrentar todos os obstáculos que surgiram. Por terem colaborado com o meu crescimento pessoal e profissional.

Em especial, agradeço a minha querida esposa Daiane Gomes pelo companheirismo e apoio de sempre ao lado dos meus filhos Benicio e D. Lucca que me ensinaram o grande valor da vida. E pela motivação na busca por meus objetivos e por sempre me inspirar a descobrir novas soluções para os desafios enfrentados.

Finalmente, meus maiores agradecimentos são aos meus pais Domingos Ires e Rosânia Pereira, meus maiores incentivadores. Obrigado pela educação que me proporcionaram e pelo amor incondicional. Por sempre participarem das minhas escolhas e compartilharem comigo seus valores e conhecimentos. Por serem exemplos de pessoas para mim, dedicando-se com tanto empenho aos filhos.

RESUMO

SILVA, Lucas Pereira da. **ANÁLISE DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DO PAVIMENTO DA ÁREA DE TAXIAMENTO DE AERONAVES NO AEROPORTO DE PALMAS-TO.** 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas – TO, 2019.

O presente trabalho visa analisar as manifestações patológicas que ocorre nos pavimentos rígido e flexível da área tráfego de aeronaves do aeroporto Brigadeiro Lysias Rodrigues em Palmas - TO. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar as condições de utilização do pavimento através do método PCI e diagnosticar as anomalias presente nestes pavimentos. A metodologia utilizada foi a vistoria detalhada e a classificação do pavimento conforme o Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários e com auxílio de análise dos projetos originais de execução do aeroporto. Após a realização das análises conclui-se que pavimento rígido se classifica com o conceito “REGULAR” de acordo recomendações do SGPA, em decorrência da alta densidade de manifestações patológicas causadas pela Reação Alcalis Agregado no pavimento, havendo a necessidade de manutenções corretivas constantes e reparos. Já o pavimento Flexível foi classificado com o conceito “BOM” utilizando a mesma metodologia, e conforme recomendações do SGPA havendo a necessidade apenas de manutenções preventivas.

Palavras chave: Avaliação pavimento. Método PCI. Reação álcalis agregado.

ABSTRACT

SILVA, Lucas Pereira da. **ANALYSIS OF THE PROCESS OF MAINTENANCE AND CONSERVATION OF FLOORING OF AIRCRAFT TAXATION AREA AT PALMAS-TO AIRPORT.** 60 f. Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, University Center Luterano de Palmas, Palmas - TO, 2019.

The present study aims to analyze the pathological manifestations that occur on rigid and flexible pavements in the area of aircraft traffic from the airport Brigadeiro Lysias Rodrigues in Palmas-TO. The main objective of this study was to evaluate the conditions of use of the deck through the PCI method and diagnose the abnormalities present in these decks. The methodology used was the detailed survey and the classification of the pavement as the management system of airport pavements and with the help of analysis of the original project of implementation of the airport. After the completion of the analysis concludes that rigid pavement is to be classified with the concept of "regular" according recommendations of SGPA, due to the high density of pathological manifestations caused by alkali aggregate reaction on the pavement, there is a constant need for corrective maintenance and repairs. On the other hand, the flexible pavement was classified with the concept "good" using the same methodology, and according to the recommendations of the SGPA no need only preventive maintenance.

Keywords: Pavement Evaluation, PCI method, alkali aggregate reaction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pavimento rígido em Aeroporto.	18
Figura 2 –Estrutura do pavimento flexível.	18
Figura 3 - Trinca no pavimento.	20
Figura 4 – Reação álcali agregado.	21
Figura 5 - Desgaste superficial no pavimento.	22
Figura 6 - Pilha eletroquímica.	24
Figura 7 – Fissuração de retração térmica.	25
Figura 8 - Aeroporto de Palmas.	27
Figura 9 - Pátio de aeronaves e pista de taxiamento.	28
Figura 10 - Escala PCI.	30
Figura 11 – Gráfico da área afetada por anomalias pavimento Rígido (%).	32
Figura 12 - Placas executadas em 2010 e executadas em 1999.	33
Figura 13 - Desnível de placas.	33
Figura 14 - Esboço das anomalias no pavimento.	34
Figura 15 - Desgaste superficial pavimento rígido.	34
Figura 16 - Desgaste superficial pavimento de concreto.	35
Figura 17 - Fissuras mapeadas no pavimento de concreto.	36
Figura 18 - Trincas mapeadas no Pavimento de concreto.	36
Figura 19 - Expansão do concreto expulsando material de impermeabilização.	37
Figura 20 - Lombada formada no Pavimento de concreto.	38
Figura 21 - Deslocamento do concreto.	39
Figura 22 - Buracos no pavimento de concreto.	39
Figura 23 - Trincas da RAA com as maiores espessuras.	40
Figura 24 - Desnível das placas.	40
Figura 25 - Trinca geométrica em decorrência da retração térmica.	41
Figura 26 - Trinca pavimento Flexível.	42
Figura 27 - Afundamento no pavimento flexível.	42
Figura 28 - Desgaste superficial no pavimento flexível.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de condição do pavimento (PCI).....	44
Tabela 2 - Planilha de cálculo do valor do PCI pavimento flexível.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAC	Agência Nacional da Aviação Civil
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
BRA	Brasil Rodo Aéreo
CBR	Índice de Suporte Califórnia
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidente Aeronáutico
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
CPA	Camada Porosa de Atrito
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IBDA	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
PCI	Índice de Condição do Pavimento
PNAVSEC	Programa Nacional de Segurança da Aviação Civil
RAA	Reação Álcali-Agregado
RBAC	Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil
SGPA	Sistema de Gerenciamento de Pavimento Aeroportuário
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	13
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	13
1.3 JUSTIFICATIVA.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 AEROPORTOS: ORIGEM, IMPORTÂNCIA E CLASSIFICAÇÕES.....	15
2.2 PAVIMENTOS RÍGIDOS	16
2.3 PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	18
2.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS	19
2.4.1 <i>Trincas e deslocamento do pavimento de concreto</i>	20
2.4.2 <i>Reação Álcalis agregado</i>	21
2.4.3 <i>Desgaste superficial</i>	22
2.4.4 <i>Abrasão</i>	23
2.4.5 <i>Corrosão</i>	23
2.4.6 <i>Retração Térmica</i>	24
2.5 MANUTENÇÃO EM PAVIMENTO AEROPORTUÁRIO	25
2.6 INSPEÇÃO EM PAVIMENTO AEROPORTUÁRIO	26
3 METODOLOGIA.....	27
3.1 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO	27
3.2 OBJETO DE ESTUDO	28
3.3 INSPEÇÃO VISUAL.....	28
3.4 ANÁLISE DOCUMENTAL.....	30
3.5 ENTREVISTAS	31
3.6 ANÁLISE PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA	31
4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....	32
4.1 CATALOGAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	32
4.1.1 <i>Desgaste Superficial</i>	34
4.1.2 <i>Reação Álcalis Agregado</i>	35

4.1.3	<i>Retração Térmica</i>	40
4.1.4	<i>Manifestações Pavimento Flexível</i>	41
4.2	AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO RÍGIDO E FLEXIVEL PELO METODO PCI	43
4.3	SISTEMA DE MANUTENÇÃO INFRAERO	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	48
	ANEXOS	51
	ANEXO A - Gráficos e tabelas	52
	ANEXO B - Curvas	56

1 INTRODUÇÃO

Atualmente um dos meios de transporte mais utilizado no mundo é o transporte aéreo, que com o passar do tempo, se tornou mais flexível a sua utilização por pessoas de todas as classes sociais. E por ser um meio que se desloca de forma rápida, acabou se tornando uma opção segura para o tráfego, tanto de pessoas como de cargas. Isto possibilitou uma expressiva rede de comunicação que abrange várias localidades e países, beneficiando uma grande quantidade de pessoas.

Com o aumento do fluxo de pessoas que utilizam este meio de transporte, conseqüentemente aumentou a necessidade de mais voos, aumentando a quantidade de pousos e decolagens que é a hora mais crítica de um voo. E conforme a ANAC o operador do aeródromo é responsável por manter as condições físicas e operacionais dentro dos padrões exigidos no Regulamento RBAC 153, e em normas correlatas (ANAC, 2018). No estudo de caso que será apresentado, o responsável pelo aeródromo é a Infraero que é um órgão público federal responsável pela infraestrutura, pelos serviços aeroportuários, e navegação aérea, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do país.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da arquitetura (IBDA) patologia na construção civil pode se atribuir aos estudos de danos ocorridos em pavimentos e em outros tipos de edificações, essas patologias podem se manifestar de diversos tipos, tais como: fissuras, trincas, infiltrações e danos por umidade excessiva na estrutura. E por ser encontrada em diversos aspectos são conhecidas como manifestações patológicas. E estas manifestações são comuns aparecer ao longo do tempo.

Aliado a isto, será realizado o estudo de caso no aeroporto Brigadeiro Lysias Rodrigues em Palmas - TO, que visa analisar as manifestações patológicas que ocorre nos pavimentos da área de tráfego de aeronaves.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Na projeção e execução de um pavimento no qual é utilizado para trânsito de aeronaves é de grande relevância que o primeiro item que deve ser considerado seja a segurança, pois além de transitarem, as mesmas fazem constantemente pousos e decolagens, e por isso é necessário que o pátio em que transitam esteja em perfeita condições de uso, sendo assim não podendo haver irregularidades.

O surgimento das manifestações patológicas gera risco de acidentes e incidentes o que pode desencadear alto custo gerado para manutenção preventiva e corretiva para que o

pavimento atenda uma condição segura e satisfatória de uso em relação aos aspectos normativos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar as condições de durabilidade e desempenho dos pavimentos do aeroporto Brigadeiro Lysias Rodrigues (Palmas-TO), bem como analisar os sistemas de manutenção.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as condições dos pavimentos através do método PCI e catalogar as manifestações patológicas, através de uma vistoria detalhada.
- Diagnosticar as manifestações patológicas existentes nas áreas de trânsito de aeronaves, com identificação de causas e mecanismos.
- Analisar a eficiência do programa de manutenção preventiva e corretiva nos pavimentos de trânsito de aeronaves utilizado pela Infraero.

1.3 JUSTIFICATIVA

O surgimento das manifestações patológicas é algo natural ao longo do tempo quando se fala em estruturas ainda mais nas que são submetidas as grandes cargas, como é o caso dos locais de circulação de aeronaves. Estas podem ocasionar uma série de problemas relacionados aos custos, segurança dos usuários, desempenho das aeronaves, e funcionalidade da estrutura exigindo que seu reparo, recuperação ou manutenção seja intermitente e conforme seu desgaste.

Todo pavimento que é construído tem uma vida útil de projeto, e para que este cumpra com o planejado é necessário que sejam feitas inspeções e manutenções, caso não seja realizado ocorrem as irregularidades e estas implicam diretamente na segurança dos usuários. Neste sentido o Jornal Folha de São Paulo retrata o incidente que ocorreu em 2002 com um Boeing 737 da BRA, que enquanto fazia o taxiamento a aeronave afundou 15 cm no pavimento (FOLHA DE SÃO PAULO, 2002). Além de colocar em risco a integridade física dos passageiros a manifestação patológica gerada no pavimento desencadeou uma série de

consequências, entre elas o prejuízo financeiro através necessidade de recuperação do pavimento e do impedimento nas operações.

Segundo o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáutico (CENIPA) avalia, as deficiências de infraestrutura aeronáutica, incluindo as condições físicas e operacionais dos aeródromos, como um dos fatores contribuintes para a ocorrência dos acidentes aéreos (NSMA 3-1, 1999 *apud* OLIVEIRA 2009, p. 21).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico tem como o objetivo apresentar o referencial teórico e as pesquisas recentes que suportam o entendimento e embasam a abordagem metodológica proposta no presente trabalho. Os temas centrais levados em consideração são relacionados às infraestruturas aeroportuárias, pavimentos aeroportuários, projetos, materiais e manifestações patológicas bem como a manutenção de pavimentos principalmente na área de taxiamento das aeronaves.

2.1 AEROPORTOS: ORIGEM, IMPORTÂNCIA E CLASSIFICAÇÕES

Desde o surgimento do transporte aéreo, no início do século XX, os aviões e todas as infraestruturas necessárias para efetuar voos passaram por grande desenvolvimento e aperfeiçoamento, em termos de maior segurança, maior capacidade e maior rapidez. Todos esses atributos fizeram do modal aeroviário um dos grandes concorrentes das demais modalidades de transporte. É notório que o transporte aéreo é de suma importância para o desenvolvimento econômico e social da humanidade (SILVA; PARRA, 2008).

Logo, o transporte aéreo com seu advento comercial aliado ao turismo se tornou um dos grandes concorrentes com relação às demais modalidades de transportes já existentes, pois as aeronaves em si oferecem para os interessados serviços eficientes e seguros (SILVA; PARRA, 2008).

O princípio da criação de aeroportos corrobora a satisfazer os desejos e as necessidades dos usuários. Para realizar o desejo de vencer a ação da gravidade e do vento sem auxílio mecânico Alberto Santos Drummond de Andrade, em 1906, realizou o primeiro voo na aeronave denominada como 14 Bis, fato que o tornou conhecido até hoje internacionalmente.

Os aeroportos com o passar dos anos acompanharam o desenvolvimento dos países, tornando-se de pequeno, a médio e grande porte, demandando uma administração central em área reservada. A necessidade de uma empresa para administrar os aeroportos de forma centralizada foi fundamental para as questões administrativas internas dos aeroportos e serviços alternativos fornecidos à sociedade (WELLS, 2000).

Deste modo a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária definiu sua finalidade em seu estatuto de 9 de março de 2015, “implantar, administrar, operar e explorar industrial e comercialmente a infraestrutura aeroportuária e de apoio à navegação aérea, prestar consultoria e assessoramento em suas áreas de atuação e na construção de aeroportos,

bem como realizar quaisquer atividades, correlatas ou afins, que lhe forem conferidas” (INFRAERO, 2015).

Então de acordo com o crescimento e desenvolvimento houve a necessidade de categorização dos aeroportos, sendo assim os aeroportos ficaram divididos em classes, que de acordo o regulamento da ANAC, RBAC 153 (2018), é realizado a média aritmética no intervalo de tempo a ser mensurado, desta forma a classificação fica sendo feita da seguinte maneira:

- Classe I: Média de passageiros embarcados menor que duzentos mil
- Classe II: Média de passageiros embarcados maior que duzentos mil e inferior a um Milhão.
- Classe III: Média de passageiros embarcados maior que um milhão e inferior a cinco milhões.
- Classe IV: Média de passageiros embarcados maior que cinco milhões.

Além dessa categorização dos aeroportos, os que são de operações comerciais no qual tem uma administradora aeroportuária, são divididos de em duas áreas de acordo com o art. 4º do PNAVSEC. O lado terra é a área de uso público cujo o acesso não é controlado, onde as pessoas têm acesso livre como por exemplo o saguão do aeroporto, *check-in*, lojas, entre outros. Já o lado ar é o lado com acesso controlado este no qual é considerado como área prioritária de risco, para ter acesso é necessário passar por inspeções de segurança, por exemplo embarque, pátio de aeronaves, desembarque.

2.2 PAVIMENTOS RÍGIDOS

De acordo com o DNIT (2006) pavimento rígido é todo aquele cuja rigidez é muito elevada em relação as camadas inferiores, que assim absorve todas as tensões procedentes do carregamento nela aplacado. São vários os tipos existentes de pavimentação em concreto, sendo os principais:

- Pavimentação de concreto simples: este é o pavimento de concreto Portland onde as tensões são absorvidas pelo próprio concreto, não existe armadura entre as placas onde efetua a transferência de cargas, as placas são moldadas em *in loco* e dependendo da espessura podem exercer a função da base e revestimento em conjunto (BALBO, 2009).
- Pavimentação tipo *withetopping*: De acordo Carvalho (2012) é o pavimento de

concreto utilizado para recapeamento da pista de pavimentação asfáltica, no qual o pavimento flexível é utilizado como sub-base para o concreto.

- Pavimentação estruturalmente armada: De acordo com Rodrigues (2004) existem basicamente três tipos de pavimentos que empregam armadura: pavimento com armadura distribuída, pavimento continuamente armado e pavimento estruturalmente armado. A seguir uma breve descrição de cada pavimento:

O mais comum é o pavimento com armadura distribuída, cuja única função é controlar a fissuração do concreto; o segundo tipo, muito popular nos Estados Unidos e em alguns países da Europa é o continuamente armado, que se caracteriza por não apresentar juntas de retração e o pavimento fica com fissuras igualmente espaçadas e com abertura máxima calculada em projeto; finalmente, temos o pavimento estruturalmente armado, objeto deste trabalho, que apresenta armadura positiva para a absorção dos momentos fletores, podendo ou não apresentar armadura negativa para o controle das fissuras por retração hidráulica.

Rodrigues (2004) ressalta que o pavimento estruturalmente armado pode ser dimensionado com placas de concreto de dimensões bastante superiores e simultaneamente deverá adequar a taxa de aço compatível às suas dimensões.

- Pavimento com peças pré-moldadas: De acordo com a norma do DNIT 066/2004 é o pavimento por peças pré-moldadas, e são construídos em diversos formatos, é mais comum a utilização em vias de acesso e vias de tráfego leve, justapostas, com ou sem articulação rejuntadas de asfalto.

No “lado ar” de um aeroporto é realizado serviços destinados a embarque e desembarque de pessoas e cargas e enquanto isso as aeronaves mantidas em solo recebem diversos serviços, dentre eles o de abastecimento de combustível e carga, ficam apoiadas sobre uma laje de concreto cuja função é de acomodar as aeronaves estacionadas (RBAC – 156, 2012).

O pátio de aeronaves é composto em termos de estrutura, vide Figura 1, por pavimento rígido dimensionado em concreto para favorecer o suporte de cargas estacionárias das aeronaves e também por favorecer segurança operacional em caso de derramamento de óleo e até mesmo incêndio. Formada por camadas que trabalham à tração, o dimensionamento é baseado nas propriedades das placas de concreto que são apoiadas em uma sub-base (MARQUES *apud* NECKEL, 2007)

Figura 1 - Pavimento rígido em Aeroporto.

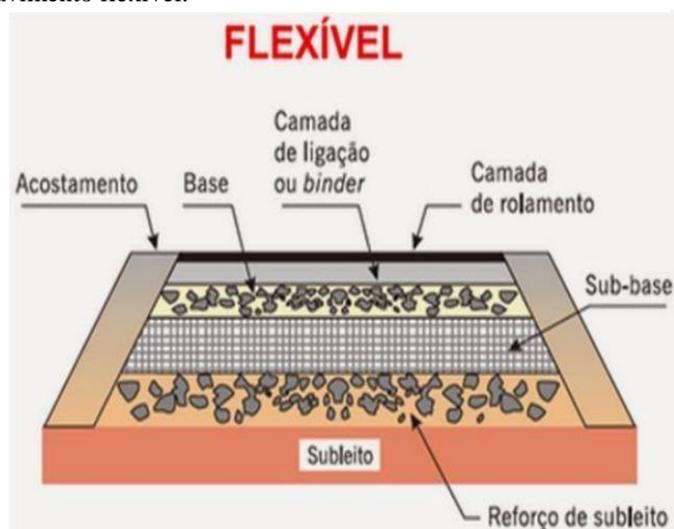


Fonte: Rudlife (2012).

2.3 PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Os pavimentos flexíveis são aqueles em que o revestimento é composto por mistura constituída de agregados e ligantes asfálticos que definiram de acordo com a capacidade de resistência do solo (Índice de Suporte Califórnia - CBR) as possíveis camadas de toda a estrutura, estes podem ser aplicados como tratamento superficial do pavimento, tais como tratamento superficial duplo, ou triplo, como detalhado na Figura 2 (VEGGI e

Figura 2 –Estrutura do pavimento flexível.



MAGALHÃES, 2014).

Fonte: Bernucci (2012).

Como a finalidade é fornecer atrito aos pneus, o revestimento da estrutura da pista de taxiamento de aeronaves tem como alternativa em sua composição o Camada Porosa de Atrito (CPA).

CPA ou revestimento asfáltico drenante, são revestimentos asfálticos com grande índice de vazios, aproximadamente entre 18 e 25%, devido a pequena quantidade de agregados miúdos, *filler* e ligante asfáltico, requisitos para dosagem da camada porosa por atrito (BERNUCCI et al., 2007).

Dentre outro tipo de revestimento está o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), que possui baixa deformação permanente, mistura pouco suscetível à fissuração por fadiga e contém vazios suficientes porém não excessivos.

Este tipo de revestimento permite a aplicação de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), tornando a camada revestida mais flexível concomitantemente mais resistente. O CAP é um material termossensível utilizado para a fabricação do CBUQ em trabalhos de pavimentação, pois, além de suas propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, possui características de flexibilidade e alta resistência. (VEGGI e MAGALHÃES, 2014).

Em pistas de pouso e decolagem são lhe atribuídas dispositivos de drenagem que dão um destino final para a água acumulada na superfícies das pistas afim de evitar acidentes provocados pela falta de aderência dos pneus com o material flexível.

2.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS

Segundo o dicionário a palavra "patologia" significa literalmente "estudo da doença" e tem origem no grego, onde *Pathos* significa doença e *Logos* significa estudo. No entanto, "patologia" também é usada como sinônimo de doença. "Os médicos enterram seus erros, os arquitetos os cobrem de mármore e os engenheiros fazem grandes relatórios que nunca vêm a luz do dia" (CÁNOVAS, 1988). Em analogia com o significado ofertado pelos dicionários de português, podemos associar o título "patologia dos pisos de concreto", como "estudos das doenças dos pisos de concreto".

As vantagens da aplicação dos pavimentos de concreto são, em essência, a resistência ao tráfego intenso e pesado, vida útil teoricamente elevada, superfície indeformável, maior visibilidade quando comparada ao pavimento asfáltico, melhor aderência e custos reduzidos de manutenção (SENÇO, 1997).

Entretanto, como qualquer outra estrutura constituída deste material, uma deficiência de projeto e/ou inexistência de manutenção adequada não raramente culmina no surgimento de manifestações patológicas de significativa intensidade, acarretando, não raras vezes, em custos de reparo ou substituição elevados (HELENE, 2007).

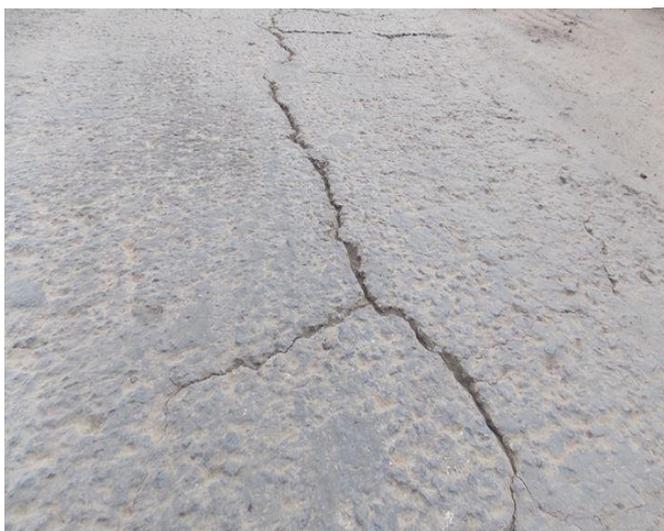
Pavimentos de concreto são elementos constantemente submetidos a esforços, seja devido ao tráfego (OLIVEIRA e CORREIA, 2009) ou a variações volumétricas de origem térmica (BIALAS e MRÓZ, 2006), que, atuando em conjunto, submetem as placas a elevadas tensões, as quais potencialmente induzem fissuras à superfície destes elementos.

2.4.1 Trincas e deslocamento do pavimento de concreto

O dano mais comum que se apresenta no concreto é sem dúvida a fissuração excessiva, seja por efeito das modificações internas de comportamento ao longo do tempo (efeitos reológicos), da própria constituição do material ou por efeito de esforços aplicados às peças. As aberturas das fissuras podem variar desde a chamada microfissura, da ordem de 0,05 mm, até aberturas muito maiores (FILHO E CARMONA, 2013).

As principais causas do aparecimento de trincas e fissuras, vide Figura 3, nos pavimentos de concreto são o elevado teor de cimento, elevado fator água/cimento, curvas granulométricas inadequadas dos agregados, falta de hidratação prévia do substrato, falta de cura e ausência de aderência (ROMERO, 2016).

Figura 3 - Trinca no pavimento.



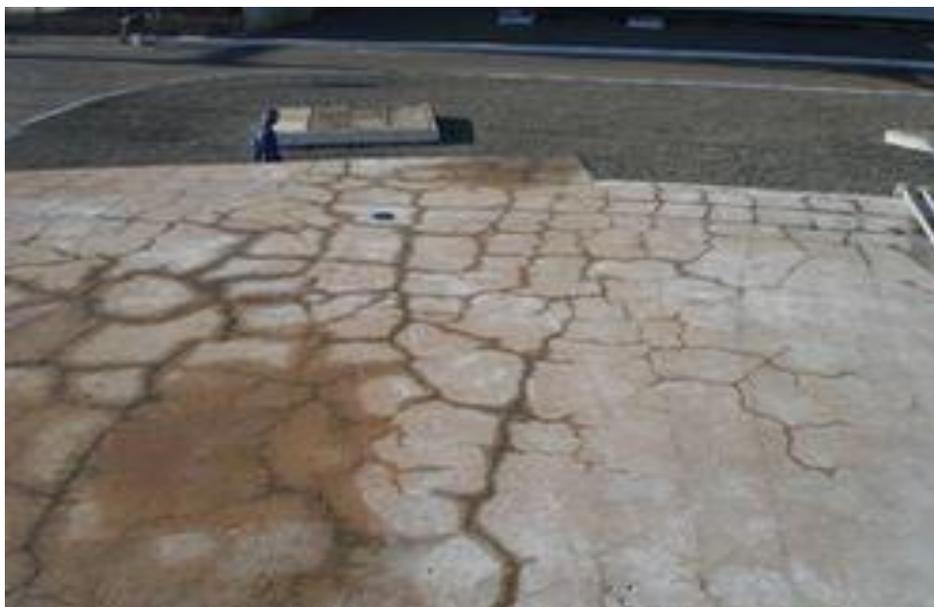
Fonte: NTA- asfalto (2015).

2.4.2 Reação Álcalis agregado

De acordo Silva (2013) a reação álcalis- agregado é um processo químico no qual o cimento e seus constituintes reagem em presença de umidade, criando se um gel higroscópico expansivo, como demonstrado na Figura 4. A reação desencadeia uma série de problemas, fissuras, redução da resistência à compressão e a tração, deslocamentos das placas de concreto, etc. São três maneiras na qual a reação se apresenta:

- Reação álcali-sílica: A sílica reage com os álcalis sódio e potássio, formando um gel silico-alcálico, que começa a absorver a água e aumentar gradativamente aumentando as fissuras no concreto.
- Reação álcali silicato: é uma reação considerada lenta, no qual o principal fator para sua reação é a presença de quartzo, como consequência de sua reação ocorre fissuras assim como no álcali sílica.
- Reação álcali Carbonato: Ocorre entre os calcários dolomíticos, e as soluções alcalinas presente nos poros do concreto, esta é uma reação que dificilmente acontece, porém quando ela ocorre às consequências são as mais graves.

Figura 4 – Reação álcali agregado.



Fonte: Concreto PHD (2014).

No Brasil, de acordo Nogueira (2010), o caso mais recorrente de reação álcali agregado é a Reação do tipo álcali silicato, devido a característica de pouca profundidade do lençol freático e a presença de quartzo com extinção ondulante e quartzo microgranular.

Conforme afirma Andrade (2006) no Brasil esta reação álcali silicato é a principal responsável pela deterioração das estruturas de concreto no Brasil. E em um estudo realizado em Recife-PE foi constatado cerca de 20 casos em fundações de prédios com idades entre 3 e 30 anos.

2.4.3 Desgaste superficial

O desgaste superficial consiste em um processo de degradação dos materiais ao longo do tempo. Tal degradação está diretamente ligada ao tempo de utilização dos materiais, ou tempo de vida útil, onde o início do processo onde o nível mais avançado do processo acaba claramente o término dessa vida útil. Portanto afirma-se que o desgaste superficial consiste em um aspecto da durabilidade dos materiais. (ABITANTE, 2004).

Conforme os materiais estão expostos a diversas condições de agressividade, sendo mais ou menos grave, a ação do tempo pode ser extremamente indefinida em relação ao processo de degradação. Quando se inicia este processo de desgaste, Figura 5, pode se analisar que após o material ter cumprido com suas funções por um período de maneira considerada satisfatória sob circunstâncias normais de exposição, pode se afirmar que esse material passou por uma etapa de envelhecimento (ABITANTE, 2004).

Figura 5 - Desgaste superficial no pavimento.



Fonte: Marco Alcântara (2016).

Portanto, o desgaste é significa uma retirada gradativa de material da superfície do pavimento, devido a uma ação proveniente do contato e movimento relativo contra um corpo solido, líquido ou gasoso (ABITANTE, 2004; VIECILI, 2004).

2.4.4 Abrasão

A expressão abrasão em modo geral se refere ao atrito seco. A pasta de cimento em seu modo endurecido não possui uma resistência alta em relação ao atrito, e a vida útil do concreto pode ser consideravelmente diminuída sob situação em que há repetidamente ciclos de atrito. Quando existem condições críticas de abrasão é recomendável que além da utilização de agregados de alta resistência, o concreto deve ser medido para atingir a resistência a compressão aos 28 dias de no mínimo 41 MPa, e realizado o processo de cura de maneira adequada antes que este seja exposto ao ambiente agressivo (METHA E MONTEIRO, 1994 *apud* TAVARES).

A resistência a abrasão também é um fenômeno com características de aparecimento em superfícies nas quais estão sujeitas as movimentações de grandes cargas. O rompimento da estrutura do material ocorre pela ruptura das partículas dos agregados. Sendo assim a utilização de agregados mais resistentes e de partículas maiores diminui o desgaste. A qualidade da pasta de cimento, assim como a realização de um bom acabamento, deixando a superfície menos áspera, também colaboram para que haja menos desgaste (BAUER, 1994).

2.4.5 Corrosão

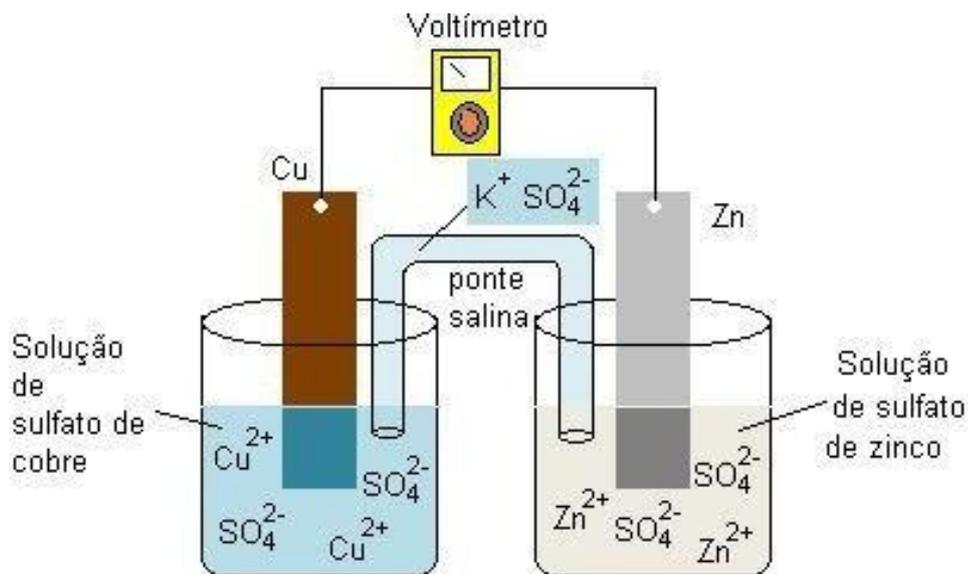
A corrosão é definida como o desgaste que ocorre em um corpo de maneira gradativa, decorrente de uma reação química e eletroquímica, que é causada pela sua interação com o meio ambiente (CASCUDO, 1997). Em casos que ocorrem com metal, este é revertido em não metálico, quando esse fenômeno ocorre o material perde a sua resistência, elasticidade e ductilidade. (RAMANATHAN, 1997). E de acordo com Cascudo (1997) o processo de corrosão compreende em duas maneiras, a corrosão seca e a corrosão eletroquímica.

De acordo com Cascudo (1997) a corrosão seca ou oxidação ocorre por reação decorrente do gás metal, com formação de uma película de oxido. É um procedimento que ocorre de maneira lenta e que não causa degradação das superfícies metálicas, a não ser quando se trata de gases de grande capacidade agressiva. E a corrosão eletroquímica ou aquosa é a que mais agrava as obras civis, pois ela ocorre conforme o aço entra em contato

com a umidade, e acaba formando células de corrosão, e é o mais recorrente em obras civis devido a umidade do concreto.

Conforme afirma Helene (1992) nos casos de armadura em concreto quando ocorre a corrosão eletroquímica acontece a formação de pilhas ou células de corrosivas que ocorre devido a umidade presente no concreto em que se encontra a armadura. A seguir o modelo pilha eletroquímica, Figura 6.

Figura 6 - Pilha eletroquímica.



Fonte: Fogaça (1999).

2.4.6 Retração Térmica

Fissuras de origem térmica ocorrem devido as reações de hidratação do cimento, que se trata de reações exotérmicas, tendo como característica a liberação de calor em seu processamento. A expansão do concreto se dá proporcional a seu coeficiente de dilatação térmica, quando atingida a sua temperatura máxima o concreto contrai ocasionando a queda das tensões de compressão.

Devido a redução das tensões de compressão, o concreto irá gerar tensões de tração se a temperatura continuar reduzindo. Apesar de ser um material resistente as tensões de compressão, nessas condições o material estará sujeito a fissuração devido as tensões de tração geradas (ANDRADE,1997; PFEIL,1989).

Figura 7 – Fissuração de retração térmica.



Fonte: Vitória (2016).

2.5 MANUTENÇÃO EM PAVIMENTO AEROPORTUÁRIO

Os serviços de manutenção referem-se diretamente aos cuidados técnicos que são necessários para um funcionamento regular e duradouro de um pavimento de maneira operacional e segura.

Assim como é realizado na construção, a manutenção também é responsável por executar etapas que foram designadas e especificadas no projeto. Também inclui serviços como anotação dos custos diretamente ligados para serem anexados ao banco de dados (RODRIGUES,1999b).

A Infraero (2005) afirma que os serviços de manutenção devem ser considerados como um procedimento constante, e que este faz parte da vida de um pavimento que compreende um conjunto de ações designada a suprir com a necessidade de restauração do pavimento mantendo as condições de tráfego, e prolongando a sua vida útil. E aliado a isto são realizados dois tipos de manutenção, a preventiva e a corretiva.

De acordo com ABNT (1994) a manutenção preventiva é aquela na qual esta no planejamento de projeto para ser realizada, com o objetivo de diminuir a probabilidade de falha ou desagregação da funcionalidade de uma operação. Como exemplo de uma manutenção preventiva pode se citar: serviços de remendo superficiais, limpeza de pista, selagem de trincas, etc. Já a manutenção corretiva ela está diretamente ligada a um problema existente, e ela consiste em recuperar a funcionalidade de uma instalação, como por exemplo o recapeamento de um trecho, remendos profundos, etc.

2.6 INSPEÇÃO EM PAVIMENTO AEROPORTUÁRIO

A atividade de inspeção e avaliação realizada nos pavimentos aeroportuários seguem os procedimentos de acordo com especificado no Sistema de Gerenciamento de Pavimento Aeroportuário (SGPA). Elas têm a função de mensurar periodicamente a capacidade estrutural, as irregularidades, o coeficiente de atrito, dentre outras atividades que o pavimento tem a função de desempenhar.

De acordo com Rodrigues (1999b) é aconselhável que durante estas inspeções sejam realizados o arquivamento dos dados coletados em campo, para favorecer as demais atividades. O procedimento de inspeção é realizado pela administradora do aeródromo, e também é função desta identificar a previsão de funcionalidade, para identificação de finalização da vida útil, e assim planejar novas estruturas, assim determina o regulamento

3 METODOLOGIA

Neste trabalho foi realizada uma pesquisa que tem a finalidade metodológica aplicada, que de acordo Marconi e Lakatos (2009) foi uma pesquisa com problema relativo ao conhecimento científico. Esta teve o objetivo metodológico de caráter exploratório e de natureza qualitativa.

Marconi e Lakatos (2009) definem uma pesquisa exploratória como uma maneira do pesquisador se familiarizar com o fenômeno de estudo que deseja, utilizando a observação e entrevistas como instrumentos para coleta de dados.

3.1 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO

Todas as inspeções e avaliações foram realizadas no aeroporto de Palmas - TO no “lado ar” (área restrita de segurança), sendo este um lado com acesso controlado pela INFRAERO, onde são realizados os embarques e desembarques dos passageiros, na Figura 8 evidencia-se o Aeroporto de Palmas. As avaliações foram feitas por um período de três meses iniciando em Fevereiro de 2019, se estendendo até o final do mês de Abril.

Figura 8 - Aeroporto de Palmas.



Fonte: INFRAERO (2017).

3.2 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo é uma parte da área onde ocorre o trânsito de aeronaves, a qual engloba a pista de pavimento de concreto que é o pátio onde as aeronaves ficam estacionadas e onde ocorrem as operações pré-voo, e a de pavimento asfáltico que é a pista de taxiamento, vide Figura 9. Totalizando em uma área pavimento de concreto de 16940m² enquanto a área pavimento flexível contempla 15400m².

Figura 9 - Pátio de aeronaves e pista de taxiamento



Fonte: Google Earth (2018).

3.3 INSPEÇÃO VISUAL

O procedimento metodológico para inspeção visual foi realizado com base na norma do DNIT 060:2004 que descreve os procedimentos aplicados para a realização de inspeção no pavimento rígido, juntamente com o Sistema de Gerenciamento de Pavimento Aeroportuário (SGPA), este que indica os processos de avaliação e classificação dos pavimentos, e que tem como objetivo catalogar as manifestações patológicas e classificar as condições de utilização.

Antes de ser realizada a inspeção visual detalhada foi feito uma inspeção preliminar para levantamento e mapeamento das manifestações patológicas que foram encontradas no pavimento e para identificar os locais mais afetados pelas anomalias apresentadas.

Para análise de todos os procedimentos e inspeções realizadas foi feito um relatório fotográfico dos pavimentos para uma avaliação mais precisa das ocorrências de manifestações apresentadas, de acordo com DNIT 060:2004, a obtenção das imagens para o relatório será feita com câmera do celular *smartphone* J6, com resolução de 13 megapixels.

A classificação dos pavimentos foi realizada através do método PCI este que indica o índice de condição da superfície do pavimento. E para realização da classificação destes, a norma ASTM D5340:2012 estipula que, para os pavimentos aeronáuticos, deve-se realizar da seguinte forma: pavimento rígido seja separada 20 placas de concreto contíguas (+/- 8 se o número total não for divisível por 20, ou para acomodar condições de campo específicas); para o pavimento flexível 450 m² contíguas (+/- 180 m² se a seção do pavimento não for divisível por 450 m², ou para acomodar as condições de campo específicas).

Para que a inspeção esteja em um nível elevado de confiança foi necessário se obter um número mínimo de amostras definido a partir da fórmula abaixo:

$$n = \frac{NS^2}{\frac{e^2}{4}(N - 1) + s^2}$$

Em que:

n = número de unidades amostrais;

e = erro aceitável na estimativa PCI, geralmente e = +/-5;

s = Desvio padrão do PCI, para inspeção inicial pode se adotar s = 10;

N = total de amostras.

Após separadas as unidades amostrais de acordo a norma DNIT 060:2004, foi necessário que as amostras fossem identificadas com giz, lápis etc. Seguidamente foi realizado o levantamento dos defeitos visíveis, que foram minuciosamente analisados permitindo caracterizar os tipos de defeitos, e o classificar o grau de severidade, e para que esta análise fosse realizada da maneira mais detalhada possível, foi necessário que as irregularidades fossem devidamente limpas sendo realizadas com a utilização de vassouras, escova de aço, solvente, etc. E para tais verificações foram utilizados equipamentos de medições, trenas, réguas, etc. Que irá quantificar as dimensões, para designar a classificação da manifestação patológica.

O grau de severidade conforme informado anteriormente foi classificado pelo método PCI, este que foi realizado da seguinte maneira: os valores deduzidos de 0 a 100 indicam o impacto dos defeitos na condição do pavimento, onde 0 são defeitos que não afetam o desempenho do pavimento, e 100 indicam defeitos extremamente graves.

A quantificação dos defeitos foi apresentada através da densidade da área afetada, e para cada defeito e seu respectivo grau de severidade, este que foi apresentado de acordo com o Anexo E da norma DNIT 060:2004, foi avaliado no gráfico apresentado no Anexo G que apresentara o valor deduzido total, e o valor deduzido corrigido.

O cálculo para PCI de cada seção foi definido pela seguinte equação:

$$PCI_s = \frac{(N - A)PCI_r - APCI_a}{N}$$

Em que:

PCIs = PCI da seção do pavimento;

PCIr = PCI médio das amostras representativas;

PCIA = PCI médio das amostras adicionais (se for o caso);

N = Número de amostras da seção;

A = Número total de amostras adicionais avaliadas (se for o caso).

A classificação da condição do pavimento de acordo com o método PCI, será dado através da tabela abaixo:

Figura 10 - 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: SGPA.

3.4 ANÁLISE DOCUMENTAL

O procedimento metodológico incluiu a verificação de documentos para serem analisados para a identificação da origem das possíveis causas geradoras das manifestações apresentadas, e também para análise do funcionamento do programa de manutenção realizado pela INFRAERO.

Foi feita a verificação dos relatórios das últimas manutenções realizadas pela INFRAERO nos pavimentos, este que foi apresentado com dados de manutenções corretivas e preventivas que serviu de análise para averiguação do cumprimento dos aspectos normativos necessários para que o pavimento atinja a sua vida útil de acordo com o planejado em projeto,

e para tais verificações foi analisado também os relatórios de inspeções realizados, e através disto feito o comparativo com o exigido pela norma regulamentada pela ANAC, RBAC 153 na qual diz que é de responsabilidade do operador do aeródromo a implementação de um sistema de manutenção de toda a infraestrutura aeroportuária e através disto manter as condições físicas operacionais dentro dos padrões exigidos.

Foi analisado também o memorial descritivo de execução dos pavimentos e o projeto de execução para análise para avaliação dos problemas causadores das manifestações patológicas identificadas através da inspeção visual.

3.5 ENTREVISTAS

Para facilitar da identificação de possíveis causas das manifestações e também para auxiliar na avaliação do programa de manutenção da INFRAERO foram realizadas entrevistas com os responsáveis pela execução e planejamento da manutenção dos pavimentos. Esta foi uma entrevista dirigida na qual não seguiu um roteiro de perguntas, ela foi realizada para obtenção de dados de acordo com a experiência da pessoa em questão (FONTANELLA, CAMPOS, TURATO, 2006).

3.6 ANÁLISE PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA

Foi realizada uma análise petrográfica macroscópica para identificar os compostos minerais presentes nos agregados utilizados no concreto do pavimento rígido. Foi recolhida amostra no pavimento e levado para realização da análise em laboratório seguindo os procedimentos descritos na norma de análise petrográfica a NBR 12768:1992.

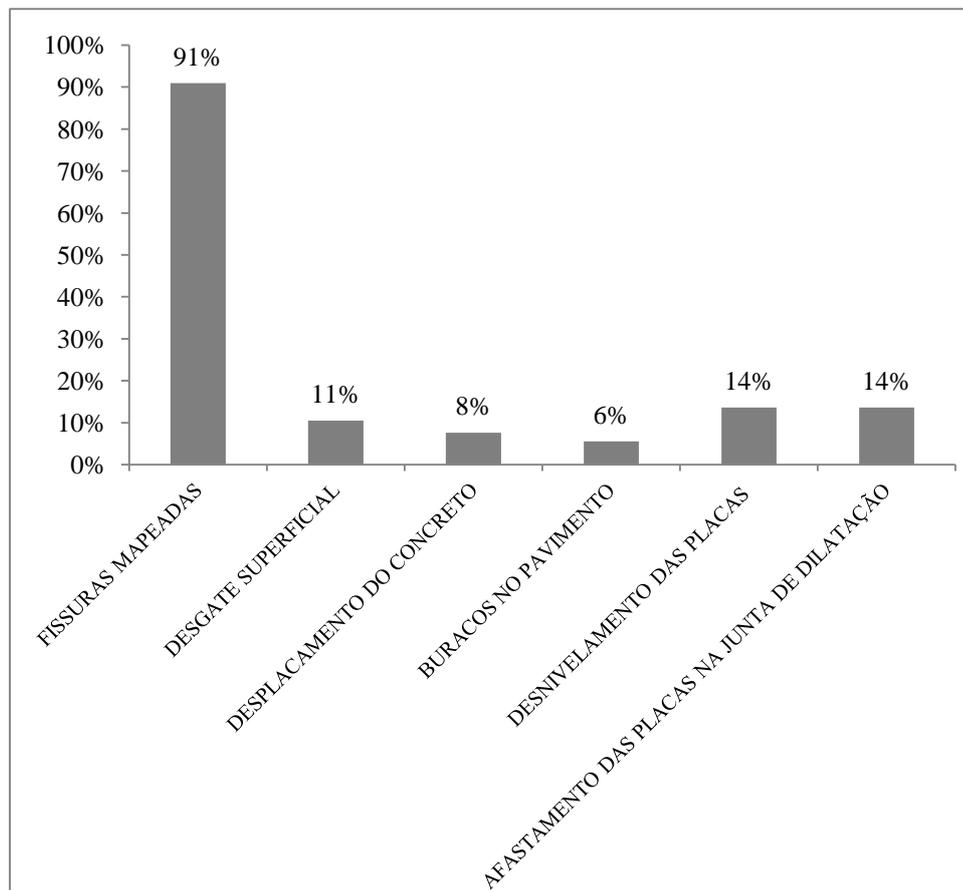
4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

4.1 CATALOGAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Através das inspeções realizadas no pavimento de concreto para identificação das manifestações patológicas existentes foi possível identificar algumas anomalias estas que comprometem a vida útil do pavimento. Que está apresentada na Figura 11 de acordo com alguns dados levantados e anotados assim identificando a dimensão da área afetada de acordo com a anomalia.

A Figura 11 apresenta o gráfico das anomalias presentes no pavimento de concreto bem como a área afetada em porcentagem de acordo com a anomalia identificada. Não foi retirada amostra para este levantamento, sendo analisadas todas as 968 placas de concreto.

Figura 11 – Gráfico da área afetada por anomalias pavimento Rígido (%).



Fonte: Autor (2019).

As trincas mapeadas localizadas no pavimento rígido, são as que mais atingiram o pavimento afetando 880 placas de concreto, e de acordo com a análise visual realizada as placas no qual não havia as fissuras mapeadas são as executadas no ano de 2010, conforme a Figura 12.

Figura 12 - Placas executadas em 2010 e executadas em 1999.



Fonte: Autor (2019).

Apesar das placas executadas em 2010 não apresentarem fissuras mapeadas, estas apresentaram fissuras de retração térmica, que possuem características geométricas.

Conforme o gráfico da Figura 11 o levantamento das placas de concreto atingiu 132 placas causando desconforto no tráfego, e contribuindo para o afastamento das juntas de dilatação de acordo a Figura 13.

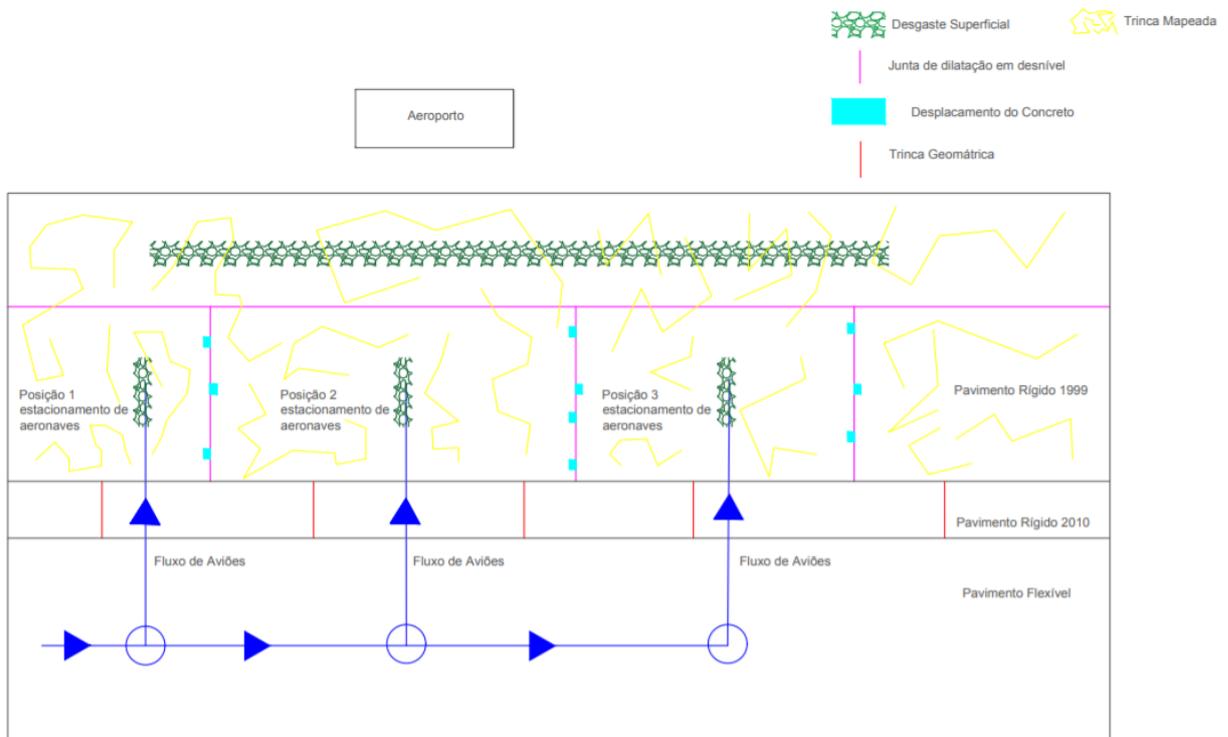
Figura 13 - Desnível de placas.



Fonte: Autor (2019).

As anomalias encontradas no pavimento se apresentaram de diversas formas de acordo o gráfico da Figura 11. E conforme a Figura 14 apresenta um esboço dos locais do pavimento no qual foram afetados por tais manifestações patológicas.

Figura 14 - Esboço das anomalias no pavimento.



Fonte: Autor (2019).

4.1.1 Desgaste Superficial

O desgaste superficial identificado é de origem física e o seu mecanismo também é físico, onde o processo de deterioração se deu pelo mecanismo de abrasão. Esta manifestação patológica atingiu 11% das placas de concreto conforme o gráfico da Figura 11.

Esta anomalia atingiu as placas em uma linha de placas contínuas, como evidenciado na Figura 15.

Figura 15 - Desgaste superficial pavimento rígido.



Fonte: Autor (2019).

A principal causa pelo qual se deu o desgaste foi devido ao alto fluxo de veículos nessas placas especifica. Conforme o projeto original de utilização do pavimento os tratores em que fazem o *push back* das aeronaves trafegavam nesta área.

No ano de 2013 para melhor comodidade dos clientes foi feito um *finger* para embarque e desembarque dos passageiros e conforme apresentado na Figura 16 o *finger* ficou em torno das placas que foram atingidas pelo desgaste superficial. Deste modo houve uma readequação da rota de veículos e aeronaves, alterando o fluxo desta área. Esta manifestação patológica não implica na segurança de utilização do pavimento, pois não há mais fluxo nessas áreas. Mas a vida útil do pavimento está comprometida, devido à diminuição do cobrimento da armadura, isto implica na durabilidade dessas placas de concreto.

Não foram realizadas manutenções corretivas nessas placas conforme a Figura 16 provavelmente por não haver mais o fluxo de veículos e pessoas nessas áreas, contudo não há progressão do desgaste devido a não utilização desta área.

Figura 16 - Desgaste superficial pavimento de concreto.



Fonte: Autor (2019).

4.1.2 Reação Álcalis Agregado

De acordo com os sintomas apresentados pelo pavimento de concreto conforme Figura 17, Figura 18 e com os relatórios trimestrais de anomalias no pavimento, elaborado pelo setor de engenharia da INFRAERO foi possível identificar que a manifestação patológica que mais causou danos no pavimento, foi à reação álcalis agregado.

Figura 17 - Fissuras mapeadas no pavimento de concreto.



Fonte: Autor (2019).

Figura 18 - Trincas mapeadas no Pavimento de concreto.



Fonte: Autor (2019).

A manifestação é de origem química, e o seu mecanismo também é químico e através da análise petrográfica macroscópica utilizando o Diagrama de Sterckesen na brita utilizada como agregado para o pavimento de concreto identificou-se: 40% dos minerais desta é Quartzo, 32% é Álcali-feldspato, 10% Plagioclásio e 18% Feldspato. De acordo com as características apresentadas pela brita através desse ensaio pode se pressupor que a reação álcalis agregado é do tipo álcali silicato devido à grande quantidade de Quartzo.

A origem da água para o desenvolvimento da RAA se deu após a formação do lago em torno do sítio aeroportuário, no qual subiu o nível do lençol freático permitindo que a umidade fosse constante no pavimento. De acordo com os laudos de sondagem realizados nas áreas do pavimento aeroportuário era algo previsto que o nível do lençol freático subisse.

Através das entrevistas realizadas com o pessoal da manutenção foi identificado que algumas placas não possuem a impermeabilização do concreto com o solo, não havendo a presença de lona, permitindo a umidade no concreto para o desenvolvimento da RAA.

Com a umidade constante no concreto ocorreu a RAA expandindo o concreto, ao passo que ocorre até os dias atuais expulsando o material plástico colocado na junta de dilatação conforme Figura 18. De acordo com o relatório de execução do serviço de impermeabilização das juntas para que este material fosse colocado foi feito abertura de 10 cm entre as placas de concreto.



Figura 19 - Expansão do concreto expulsando material de impermeabilização

Fonte: Autor (2019).

A expansão do concreto no ano de 2009 atingiu o pavimento flexível ocasionando a formação de uma lombada conforme a apresentado na Figura 20. A solução adotada para recuperar esta área foi a de reconstrução do pavimento com uma distância entre o pavimento rígido e flexível como forma de prevenção devido a continuidade da expansão das placas de concreto.

Figura 20 - Lombada formada no Pavimento de concreto.



Fonte: INFRAERO (2010).

Devido a expansão também foram tomadas algumas medidas de manutenção para minimizar os impactos, pois foi realizado cortes de 10 cm entre algumas placas e colocado uma junta jenne nas juntas de dilatação, porém 9 anos após serem colocadas alguns locais essa junta já foi expulsa de dentro da placa, conforme Figura 21. E em decorrência desse fenômeno de expansão também ocorre quebra do concreto nas extremidades e formação de buracos nas juntas de dilatação devido a compressão entre as placas conforme a Figura 21 e Figura 22.

Figura 21 - Desplacamento do concreto.



Fonte: Autor (2019).

Figura 22 - Buracos no pavimento de concreto.



Fonte: Autor (2019).

De acordo com as entrevistas as trincas são ativas, elas continuam aumentando conforme o passar do tempo. Algumas placas foram mais afetadas e com trincas de maiores espessuras chegando até 12 mm conforme a Figura 23, e com maiores desnível nas placas chegando até 19 mm conforme Figura 24.

Figura 23 - Trincas da RAA com as maiores espessuras.



Fonte: Autor (2019).

Figura 24 - Desnível das placas.



Fonte: Autor (2019).

4.1.3 Retração Térmica

As trincas em decorrência da retração térmica atingiram o pavimento de concreto que foi construído no ano de 2010. Essas trincas de retração ocorreram principalmente devido as características climáticas da região em que está localizado o aeroporto de Palmas, por ser um

ambiente em que ocorre altas temperaturas durante o dia e diminui a temperatura durante a noite por estar próximo ao lago implicando na expansão e compressão do concreto devido a variação de temperatura provocando trincas geométricas conforme Figura 25.

Figura 25 - Trinca geométrica em decorrência da retração térmica.



Fonte: Autor (2019).

De acordo com o projeto de revitalização do pavimento de concreto no ano de 2010 o pavimento foi dimensionado para as placas terem uma dimensão de 6,00 x 4,00 m. Porém conforme identificado na inspeção visual as placas foram executadas com a dimensão de 14,00 m x 4,00 m ocorrendo um erro na execução. Portanto devido ao grande vão entre as placas ocorreu as fissuras geométricas aproximadamente onde deveria ser colocado a junta de dilatação.

4.1.4 Manifestações Pavimento Flexível

Conforme apresentado na Figura 10, onde o pavimento flexível foi classificado através do método PCI como “Bom” não há manifestações patológicas com alta severidade. Foi identificado neste pavimento trincas conforme a Figura 26 com baixa severidade e com uma pequena densidade da área afetada.

Figura 26 - Trinca pavimento Flexível.



Fonte: Autor (2019).

Também foi identificado afundamentos localizados de acordo com a Figura 27 com baixo teor de severidade de acordo com a classificação PCI, no qual a maior profundidade encontrada foi de 9 mm e no qual não implica na segurança de utilização do pavimento devido ter ocorrido uma readequação de projeto e essa área na ser utilizada com frequência.

Figura 27 - Afundamento no pavimento flexível.



Fonte: Autor (2019).

E a manifestação patológica com maior teor de agravamento no pavimento foi o desgaste superficial conforme Figura 28, devido o tempo de utilização do pavimento e as rotas das aeronaves serem em locais específicos.

Figura 28 - Desgaste superficial no pavimento flexível.



Fonte: Autor (2019).

4.2 AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO RÍGIDO E FLEXIVEL PELO METODO PCI

Após a execução da inspeção visual e avaliação objetiva das áreas de taxiamento e estacionamento das aeronaves, resultou-se em informações que permitiram afirmar as condições de utilização em que esses pavimentos se encontram atualmente. Os valores do PCI foram calculados e os conceitos adequados foram atribuídos para cada parte analisada. A Tabela 1 apresenta os dados coletados no pavimento rígido e, também, o cálculo do Índice de condição do pavimento.

Para classificação do pavimento rígido a inspeção foi realizada em 97 placas pois o aeroporto de Palmas - TO é um aeroporto de Classe II, conforme o SGPA é necessário que nos aeroportos de Classe II sejam avaliados no mínimo 10% da quantidade de placas para que seja realizada a classificação através do PCI.

Tabela 1 - Índice de condição do pavimento (PCI).

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO - PAVIMENTO RÍGIDO				
AEROPORTO:	BRIGADEIRO LYSIAS RODRIGUES			
CIDADE/ESTADO:	PALMAS-TO			
ÁREA TÍPICA				
AVALIADOR:	Lucas Pereira			
SEÇÃO CARACTERÍSTICA:			UA	97 placas
TAMANHO DAS PLACAS	3,5 m X 5,0 m	Nº DE PLACAS	968	DATA: 29/04/2019
TIPOS DE DEFEITO				
1- Alçamento de placas			10- Desgaste superficial	
2- Fissura de canto			11- Bombeamento	
3- Placa dividida			12 - Quebras localizadas	
4- Degrau de junta			13- Passagem de nível	
5- Defeito na selagem das juntas			14- Fissuras superficiais (Rendilhamento e escamação)	
6- Desnível pavimento acostamento			15- Fissuras de retração plástica	
7- Fissuras lineares			16 - Quebra de canto	
8- Grandes reparos			17- Esborcinamento de juntas	
9- Pequenos reparos			18 - Placa Bailarina	
TIPO DE DEFEITO	GRAUS DE SEVERIDADE	Nº DE PLACAS	% DE PLACAS AFETADAS (DENSIDADE)	VALOR DEDUZIVEL
4	M	13	13,40	11
5	M	12	12,37	4
7	M	3	3,09	5
8	B	20	20,61	9
10	-	10	10,30	6
14	A	88	90,70	62
VALOR DEDUÇÃO TOTAL				97
VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC)				44
PCI= 100-VDC				56
CONCEITO				REGULAR

Fonte: Autor (2019).

De acordo com a Tabela 1 o valor encontrado do PCI para o pavimento rígido foi de 56, o que corresponde a um conceito regular. Este valor encontrado deve-se principalmente a uma consequência da manifestação que mais afetou o pavimento, pois esta representa a maior parte da degradação sofrida pelo pavimento, no qual depende da porcentagem das áreas afetadas quanto o dano que esta gera no pavimento de concreto. O defeito que mais se destacou foi o de fissuras superficiais devido à alta densidade apresentada no pavimento que foi de 90,70%.

Conforme o SGPA o pavimento no qual obteve esta classificação se faz necessário realizar manutenções preventivas e corretivas, e alguma reestruturação para reestabelecer as condições de uso de algumas partes do pavimento, pois esta apresenta alto grau de áreas afetadas.

A Tabela 2 apresenta os dados coletados e o PCI calculado no pavimento flexível no qual foi avaliado 1540 m² do pavimento. O índice de condição do pavimento foi classificado com 81, ou seja é um pavimento considerado Bom, este não apresenta manifestações patológicas com alto grau de severidade, e de acordo com a inspeção realizada e com a classificação aplicada foi possível identificar que, a anomalia que mais agravou o pavimento até a presente data foi o desgaste superficial devido os esforços repetitivos no pavimento em áreas específicas de rota das aeronaves. A partir disso, o Sistema de Gerenciamento do Pavimento Aeroportuário indica apenas manutenções preventivas.

Também é possível identificar que mesmo com algumas áreas com desgaste superficial o pavimento não apresenta buracos, panelas ou mesmo remendos realizados nesta pista, portanto levando em consideração o tempo de utilização deste pavimento ele apresenta um desempenho conforme o planejado em projeto.

Tabela 2 - Planilha de cálculo do valor do PCI pavimento flexível.

Aeroporto: Brigadeiros Lysias Rodrigues						Data:30/04					
Cidade: Palmas- TO						Área da amostra: 1540 m ²					
Avaliador: Lucas Pereira											
1	Couro de Crocodilo					11	Remendos				
2	Exsudação					12	Agregados Polidos				
3	Fissuras em blocos					13	Panelas				
4	Elevações Recalques					14	Cruzamento Ferroviário				
5	Corrugação					15	Afundamento de Trilho de Roda				
6	Afundamento Localizado					16	Escorregamento de Massa				
7	Fissuras de Borda					17	Fissuras Devido ao Escorregamento de Massa				
8	Fissuras por Reflexão de Juntas					18	Inchamento				
9	Desnível de Pavimento/Acostamento					19	Desgaste				
10	Fissura Longitudinal e Transversal										
		6		10		19					
Área/ Extensão	Severidade	18 m ²	B	80 m	B	329,56	M				
Severidade	B										
	M										
	A										
Cálculo do PCI											
Tipo de Defeito		Densidade	Severidade		Valor de dedução						
6		5,19	B		5		PCI = 100 – VDC PCI= 81				
10		1,16	B		8						
19		1,4	M		18						
Total de Dedução (VTD)					31		Pavimento BOM				
Valor de Dedução Corrigido (VDC)					19						

Fonte: Autor (2019).

4.3 SISTEMA DE MANUTENÇÃO INFRAERO

O sistema de manutenção da INFRAERO no aeroporto de Palmas é composto por uma equipe que abrange vários setores. A equipe que cuida dos pavimentos aeroportuários é composta por uma engenheira, uma técnica de engenharia e os demais funcionários que são auxiliares de manutenção.

As manutenções são organizadas e realizadas conforme é ordenado no Sistema de Gestão de Ativos da Manutenção (SGAM), este que determina a periodicidade de execução de serviços e os serviços a serem executados nos pavimentos rígido e flexível. Estes serviços lançados no sistema para serem realizados são feitos pelo setor de engenharia da INFRAERO que fica localizado em Brasília - DF, este que tem como base para determinação dos serviços a serem executados o relatório que é emitido pela engenheira da manutenção de Palmas - TO. Estes relatórios contêm informações que descrevem as manifestações patológicas presentes em cada parte do pavimento, o grau de severidade que cada tipo de anomalia e também as consequências que estão implicando sobre a utilização do pavimento, assim como a probabilidade de colocarem em risco o trânsito das aeronaves. Através dos levantamentos desses dados é avaliado a necessidade de intervenções imediatas, de realização de serviços antes das manutenções previstas.

Além dos serviços e levantamentos realizados pela equipe de manutenção, existe também a manutenção preventiva que é realizada pelos fiscais da INFRAERO, estes que visam a segurança das operações, mesmo sem obter os conhecimentos técnicos estes realizam diariamente vistorias na pista com intuito de identificar anomalias com alto grau de severidade que possam ocasionar acidentes, assim como agregados soltos na pista devido ao desgaste superficial que ocorre no pavimento, pois estes agregados podem colocar em risco as operações de aeronaves devido a sucção das turbinas.

Conforme avaliado com base no SGPA que é realizado pela manutenção da INFRAERO em Palmas – TO, o sistema de manutenção é classificado como um sistema bom e eficiente, pois atende o que é exigido em norma e cumpre com o esperado e com o planejado. De acordo com histórico do aeroporto mesmo apresentando diversos tipos de manifestações patológicas esse sistema tem sido capaz de atender à necessidade exigida pelo pavimento para continuidade das operações, sem apresentar riscos ou danos aos usuários que fazem utilização destes serviços.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após todos os levantamentos de dados realizados e a análise de cada anomalia de maneira detalhada levando em consideração o grau de severidade apresentada por cada uma delas e o quão essas podem comprometer o pavimento, é possível afirmar que a RAA foi a que mais comprometeu o pavimento rígido, sendo que as consequências dessa reação atingiu todo pavimento de concreto e também uma parte do pavimento flexível, devido a sua expansão. Essas consequências afetaram de maneira significativa pois devido as todas as ocorrências foi necessário a realização de manutenções a mais do que o previsto em projeto, isto implicou diretamente nos custos de operação aeroportuária, pois de acordo com o explícito anteriormente algumas partes do pavimento ocorreu a necessidade de reconstrução do pavimento para que fosse dado a continuidade nas operações.

Atualmente as principais manutenções são realizadas no pavimento rígido, pois este se encontra em estado mais crítico conforme avaliado pelo método PCI no qual o pavimento foi classificado como regular é necessário que seja realizado manutenções preventivas e corretivas e até mesmo reconstrução em algumas partes mais afetadas. De acordo com o informado pela INFRAERO vai ocorrer uma reconstrução de uma parte deste pavimento, as que estão em estado mais crítico ainda neste ano de 2019, ou seja, o gasto é cada vez maior e isto vai direto para os usuários. E conforme o mecanismo explicado da RAA vai continuar a se manifestar deixando cada vez mais crítica a situação do pavimento rígido, pois foi um erro de execução que permitiu que esta manifestação viesse a acontecer.

No pavimento flexível a manifestação patológica que mais afetou foi o desgaste superficial, porem devido a pequena densidade da área afetada não há manutenções corretivas conforme o Sistema de Gerenciamento Aeroportuário. E de acordo com a classificação do método PCI o pavimento tem um conceito classificado como bom, havendo apenas a necessidade de manutenções preventivas.

Portando, mesmo com todas os problemas apresentados o sistema de manutenção da INFRAERO tem sido capaz de atuar conforme as anomalias vão se desenvolvendo no pavimento, mapeando as ocorrências e executando de acordo com o necessário. E é evidente que as manutenções devem ser realizadas de maneira objetiva, pois é a vida de várias pessoas que estão em risco devido à complexidade que as aeronaves têm em transitar.

REFERÊNCIAS

- ABITANTE, Ana Luiza Raabe. **Estimativa da vida útil de placas cerâmicas esmaltadas solicitadas por abrasão através de ensaios acelerados**. 2004. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462** – Confiabilidade e Manutenibilidade. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1994.
- AGÊNCIA NACIONAL DA AVIAÇÃO CIVIL. **Manual de sistema de gerenciamento de pavimentos aeroportuários**. 1 ed: Ascom, 2017. 52 p.
- ANDRADE, Carmem. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. 1ª Edição São Paulo - Sp: Pini, 1992.
- ANDRADE, T. **Histórico de casos de RAA ocorridos recentemente em fundações de edifícios na Região Metropolitana do Recife-PE**. In: REAÇÃO ÁLCALIAGREGADO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO. São Paulo: IBRACON, 2006.
- ARAÚJO, Marcelo Almeida et al. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação Pavimento Rígido**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento, ANO 1. VOL. 10, Pp Novembro de 2016.
- BALBO, Jose Tadeu. **Pavimentos de Concreto**. SÃo Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos (LTC), 1994. 435 p.
- BERNUCCI, Leidi B; MOTTA, Laura M. G; CERATI, Jorge A. P; SOARES, Jorge B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3º ed. Rio de Janeiro: Imprinta, 2010.400p.
- BERNUCCI, Liede Bariani et al., **Pavimentação asfáltica : formação básica para engenheiros** . Rio de Janeiro : PETROBRAS: ABEDA, 2006. 504 f.
- BIALAS, M.; MRÓZ, Z. **Padrões de fissuras em camadas finas sob carga de temperatura Parte II: Carga cíclica**. In: Engineering Fracture Mechanics. Volume 73, Issue 7. p. 939-952. 2006.
- CÁNOVAS, M.F. **Patologia e terapia do concreto armado**, Sao Paulo: Pini, 1988. 522p.
- CASCUDO, Oswaldo. HELENE, Paulo. **O controle da corrosão de armaduras em concreto**. São Paulo: Pini, 1997.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA E TRANSPORTE. **Constituição**. Manual de Pavimentação. 3. ed. Rio de janeiro. 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA E TRANSPORTE. DNIT. **Constituição 066 (2004)**. Manual de Pavimentação. RIO DE JANEIRO.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. 060: **Pavimento Rígido - Inspeção Visual - Procedimento**. Rio de Janeiro: 2004. 22 p.

FONTANELLA, Bruno José Barcellos; CAMPOS, Claudinei José Gomes; TURATO Eguiberto Ribeiro. **Coleta de dados na pesquisa clínico — qualitativa**: uso de entrevistas não dirigidas de questões abertas por profissionais da saúde. Rev Latino-Am Enfermagem. 2006.

FREITAS, Rodrigo Bezerra de; CARVALHO, Mailson Castelão de. **Pavimento de Concreto e seus Benefícios em Rodovias**: Uma Revisão Bibliográfica. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 01, Vol. 02, pp. 2133, Janeiro de 2018.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. São Paulo: Pini, 1986.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. Atlas S.A: São Paulo, 2003. 310 p. (1).

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto**: Estrutura, Propriedades e Materiais. 1.ed. São Paulo: PINI, 1994. 581 p.

NECKEL, Glauciano; MELO, Miguel Ângelo da Silva. **Aeroportos**: estudo do asfalto-borracha como revestimento asfáltico em pistas aeroportuária. 2008. 180 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciência Tecnológica, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2008. Cap. 1.

NOGUEIRA, Kelson Antunes. **Reação álcali-agregado**: diretrizes e requisitos da abnt nbr 15577/2008.2010. 93 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

NSMA 3-1 (1999). **Conceituação de vocábulos, expressões e siglas de uso no SIPAER**. Norma de Sistema do Ministério da Aeronáutica. Ministério da Aeronáutica. EstadoMaior da Aeronáutica. Brasília, DF.

PINHO, José Rodrigo Santana. **Avaliação de sistema de reparo para o problema de abrasão do concreto de superfícies úmidas em usinas hidrelétricas**. 2006. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

PROGRAMA NACIONAL DE SEGURANÇA DA AVIAÇÃO CIVIL CONTRA ATOS DE INTERFERÊNCIA ILÍCITA .PNAVSEC: **Art. 4º**: Anac: Agência Nacional Da Aviação Civil,2010.

RAMANATHAN, Lalgudi V.. **Corrosão e seu controle**. 3. ed. São Paulo: Hemus, 1997.

REGULAMENTO BRASILEIRO DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC - 153**: aeródromos – operação, manutenção e resposta à emergência. Emenda II: Anac, 2018.p. 10 .

REGULAMENTO BRASILEIRO DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC - 156**: segurança operacional em aeródromos. Emenda 00. Brasília: Anac, 2012. 96 p.

RICCI, Gino; BALBO, José Tadeu. **Resistência e elasticidade de concretos compactados com agregados reciclados de construção e de demolição para aplicações em pavimentação**. São Paulo, 2008.

RODRIGUES, Públio Pena Firme. **Pavimentos estruturalmente armado para aeroportos**. Instituto Brasileiro de Telas Soldadas. São Paulo, 2004.

RODRIGUES, R. M. (1999b) **Gerência de Pavimentos. Notas de aula** – Parte II. Instituto Tecnológico da Aeronáutica. Centro Aeroespacial. São José dos Campos, São Paulo.

ROMERO, J. R. H. **Patologia do concreto (trincas e fissuras)**, Universidade Paulista – UNIP, Ribeirão Preto, 2016.

SENÇO, Wlastemiler de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 1º Ed. São Paulo , Pini , 1997 ,V. 1.

SILVA, José Eudes M.; CARNEIRO, Luiz Antônio V. **Pavimentos de concreto: histórico, tipos e modelos de fadiga**. Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, Odair Vieira da; PARRA, Cecilia de Souza. **A importância do transporte aéreo para o turismo e a economia mundial**. Revista Científica Eletrônica de Turismo, Garça, 09 jun. 2008.

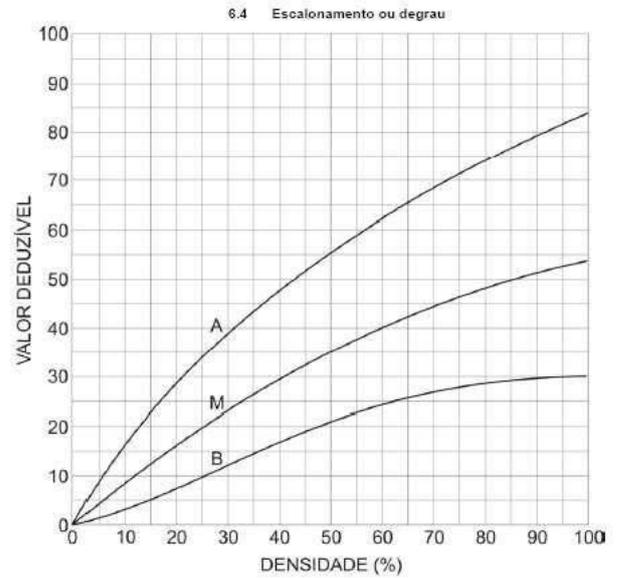
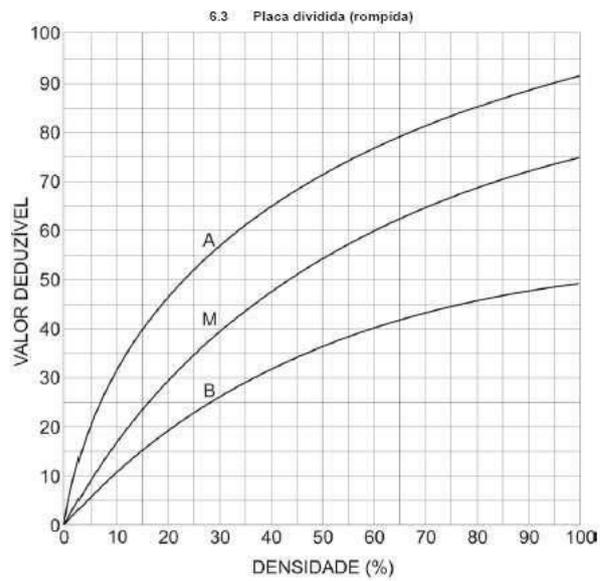
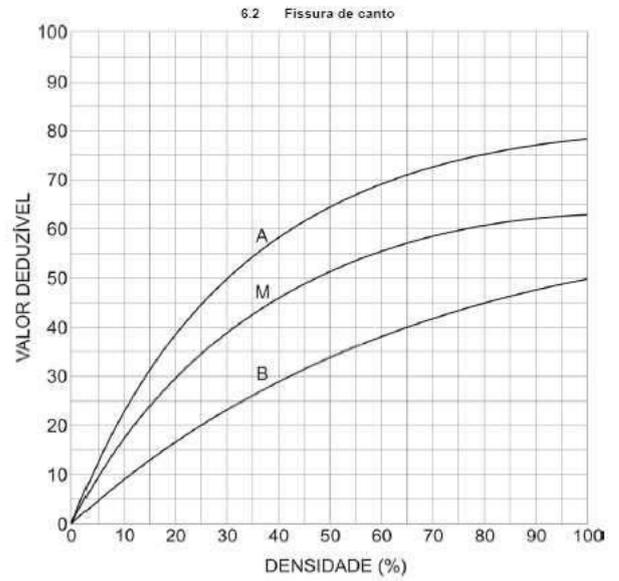
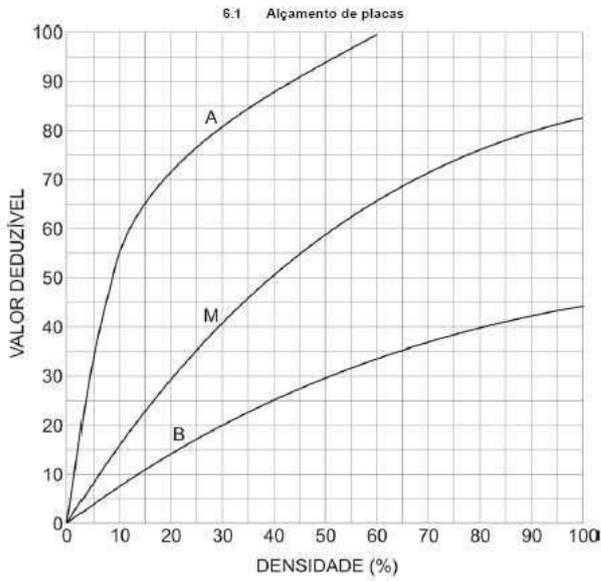
TAVARES, Ludmila Rodrigues Costa. **Avaliação da retração autógena em concretos de alto desempenho com diferentes adições**. 2008. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2008.

VEGGI, Edgar dos Santos; MAGALHÃES, Sergio Luiz Moraes. **Análise comparativa de custos entre concreto betuminoso usinado a quente e tratamento superficial duplo**. Engineering And Science, v. 2, n. 1, out. 2014. 39. WELLS, Alexander T. Airport Planning and Management. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 2000.

ANEXOS

ANEXO A - Gráficos e tabelas

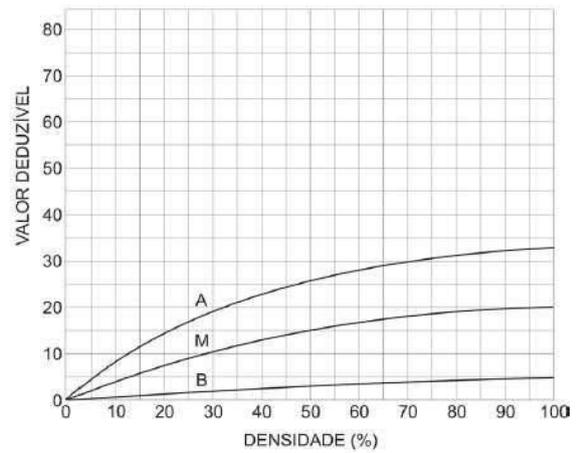
Gráficos e tabelas fornecidos na norma DNIT 062/2004 para calcular valores deduzíveis para pavimento rígido.



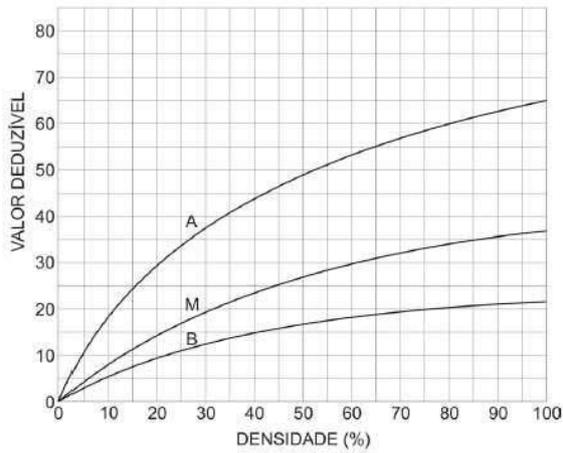
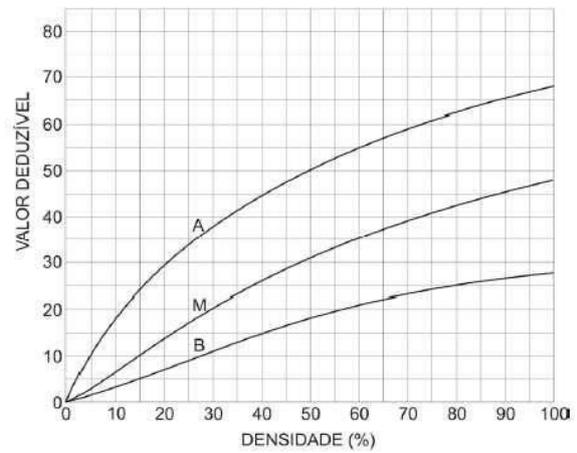
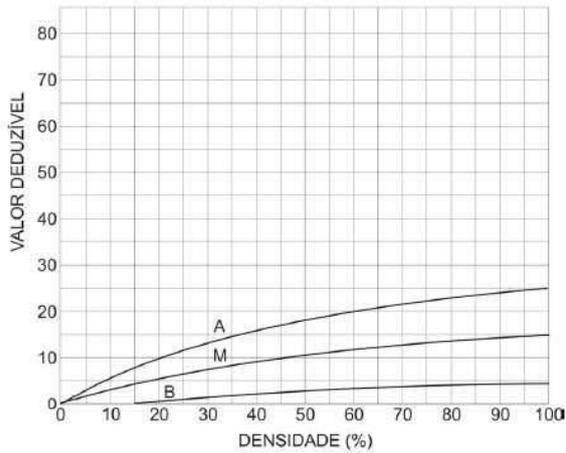
6.5 Defeitos na selagem das juntas

Grau de severidade	Valores deduzíveis
Baixo	2 pontos
Médio	4 pontos
Alto	8 pontos

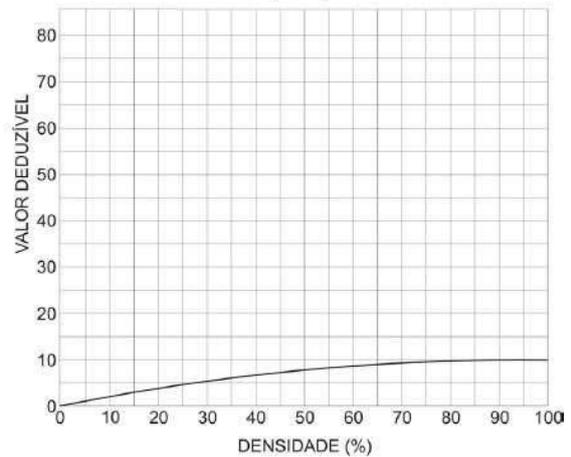
6.6 Desnível pavimento - acostamento

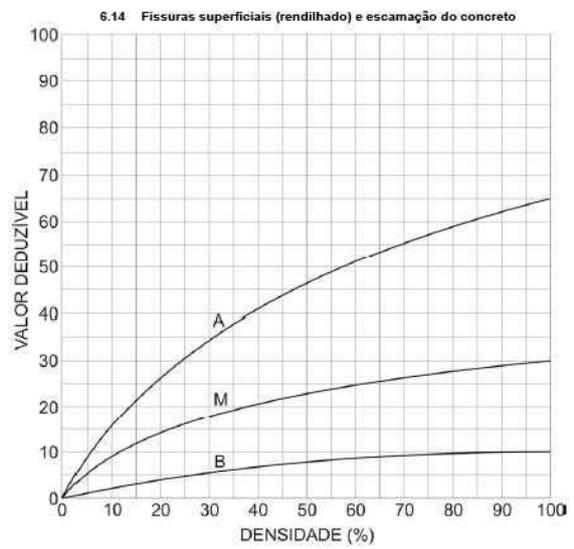
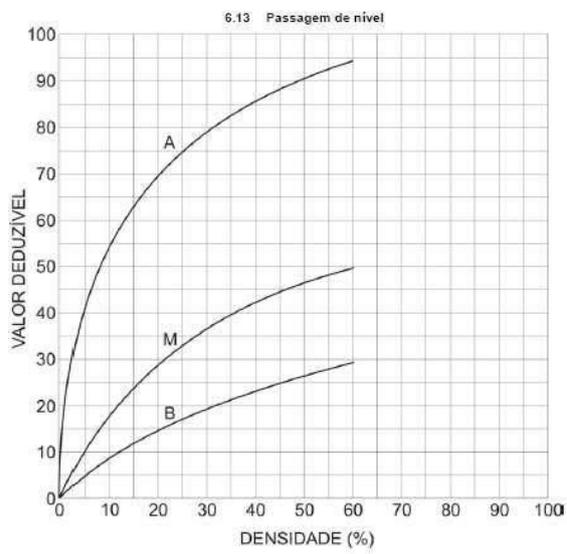
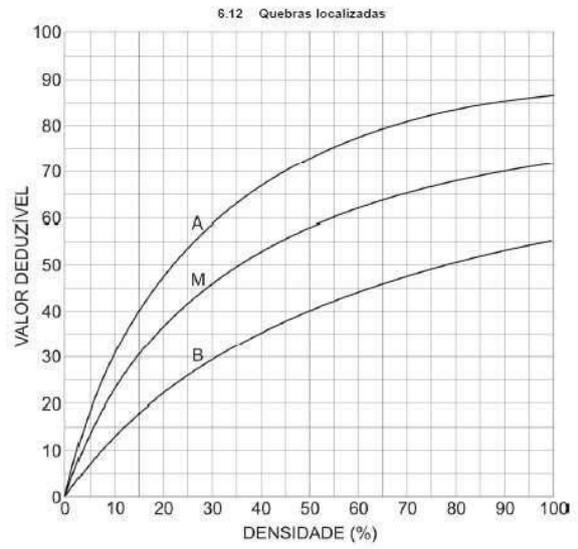
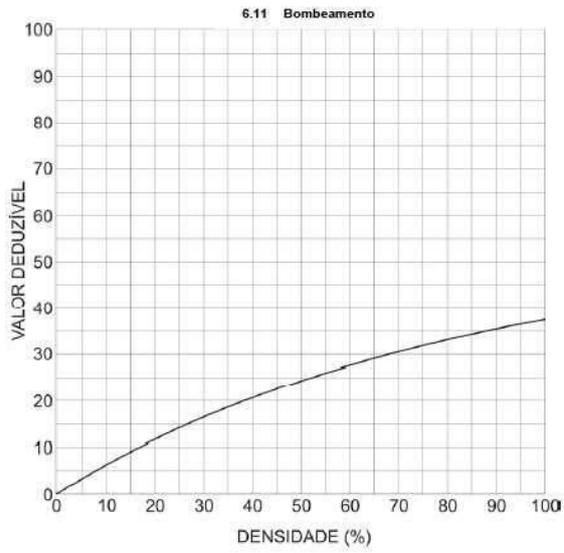


6.7 Fissuras lineares

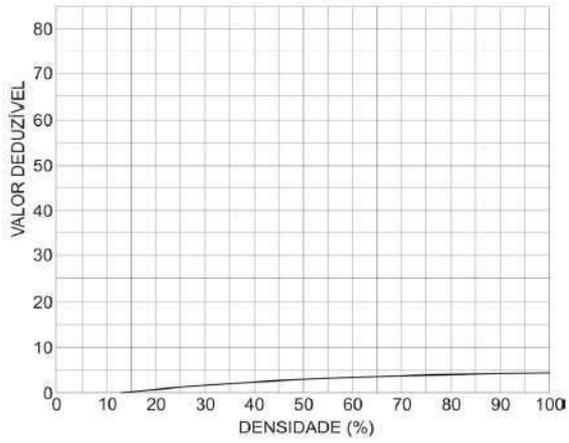
6.8 Grandes reparos existentes (> 0,45m²)6.9 Pequenos reparos existentes (≤ 0,45 m²)

6.10 Desgaste superficial

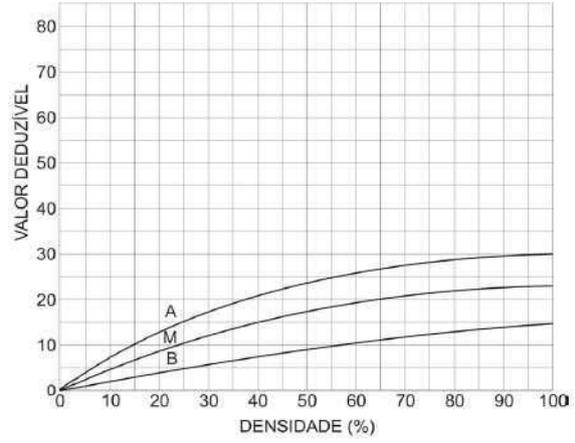




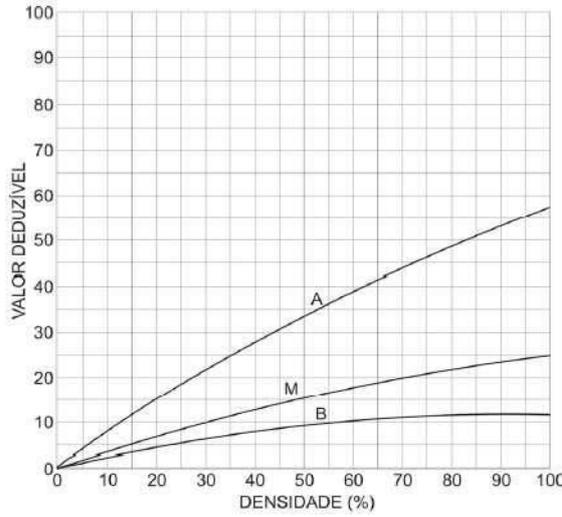
6.15 Fissuras de retração plástica



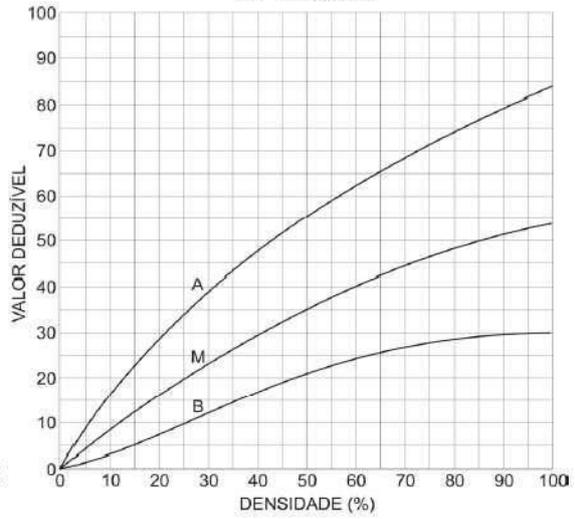
6.16 Esborcinamento ou quebra de canto



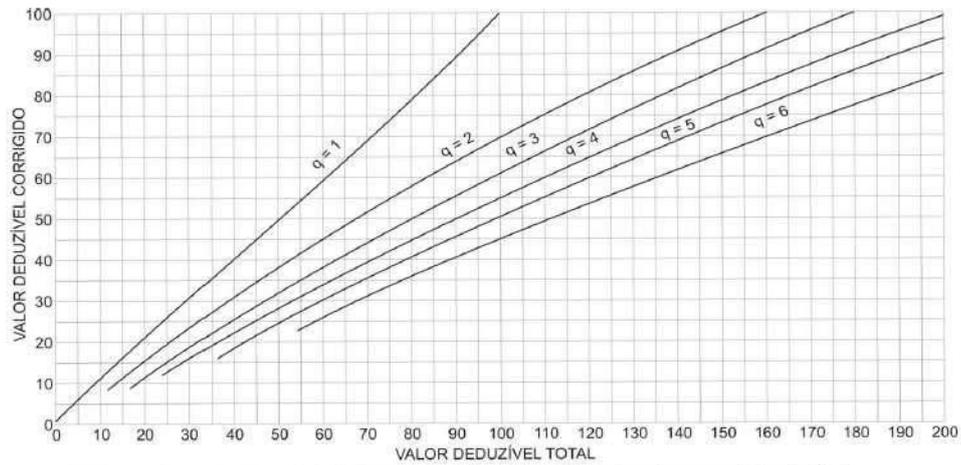
6.17 Esborcinamento de juntas



6.18 Placa bailarina



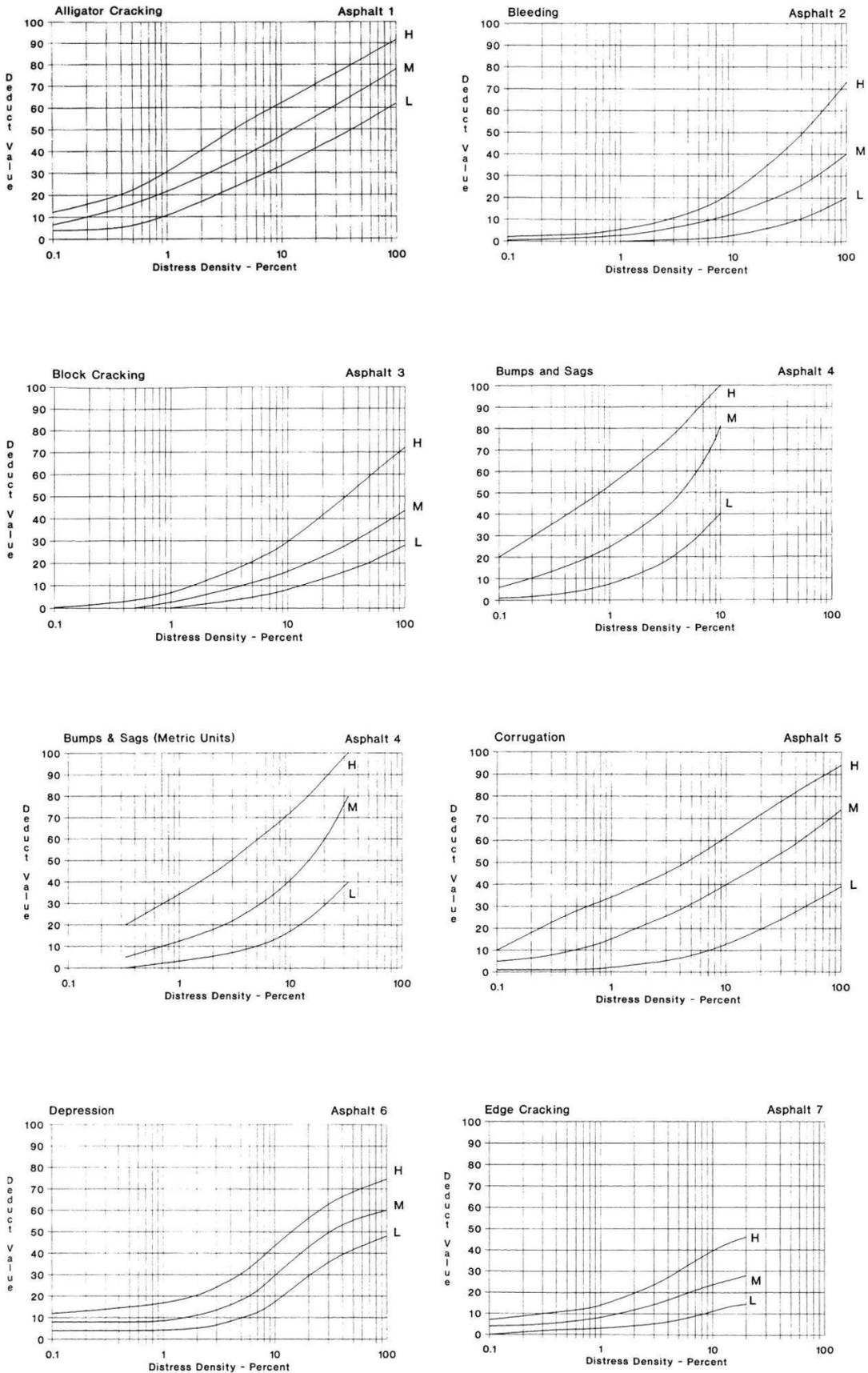
7 Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples

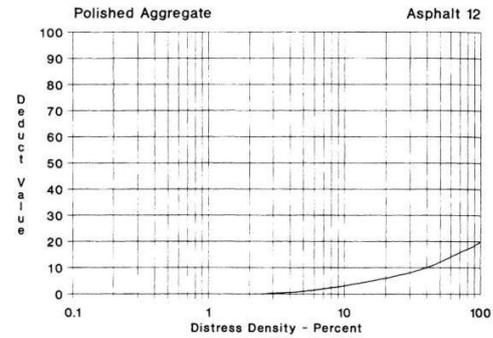
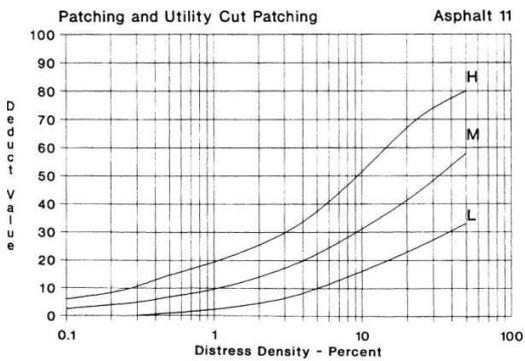
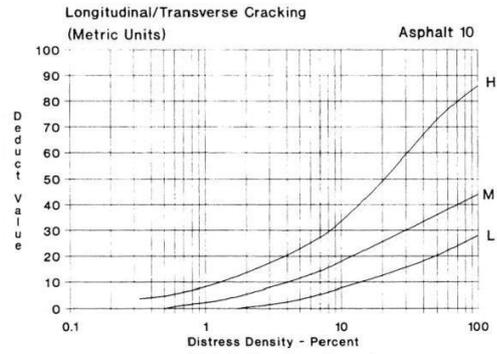
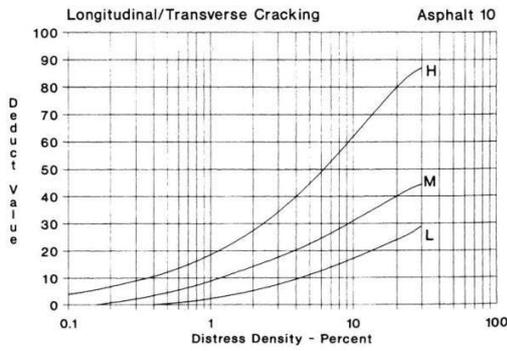
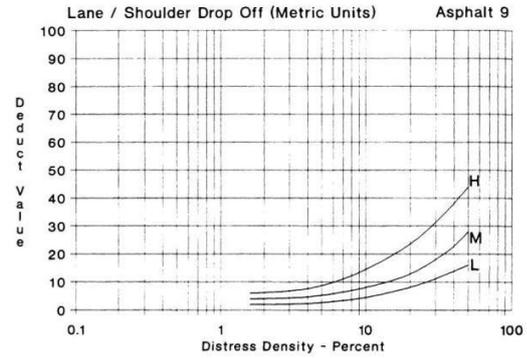
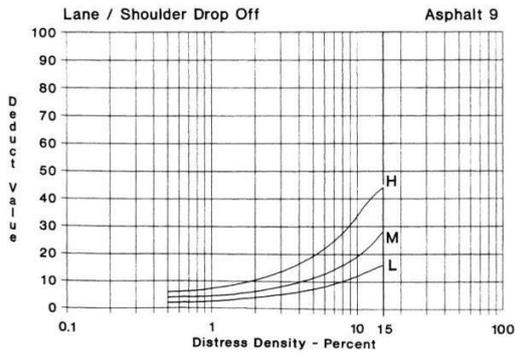
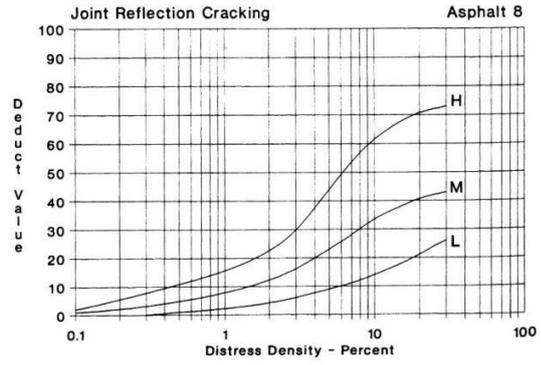
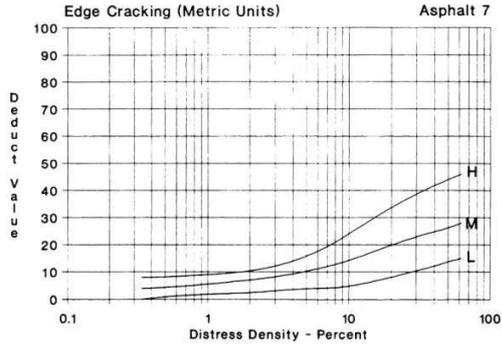


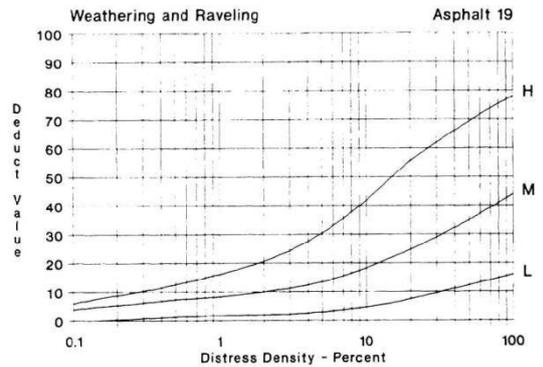
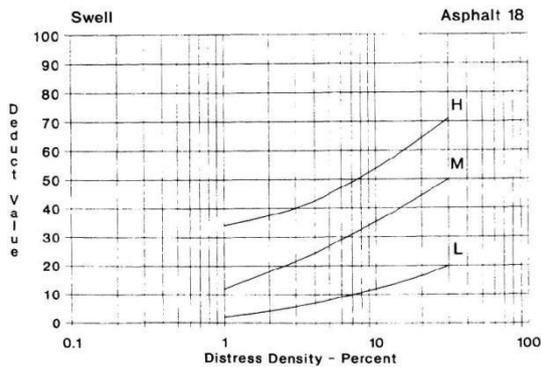
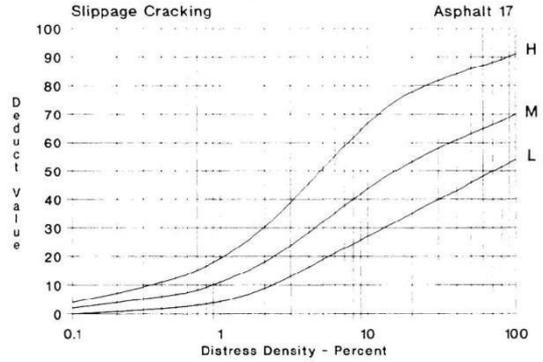
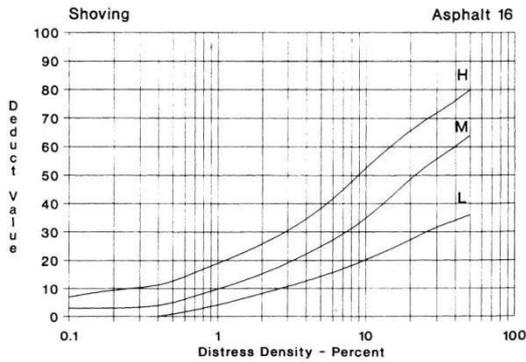
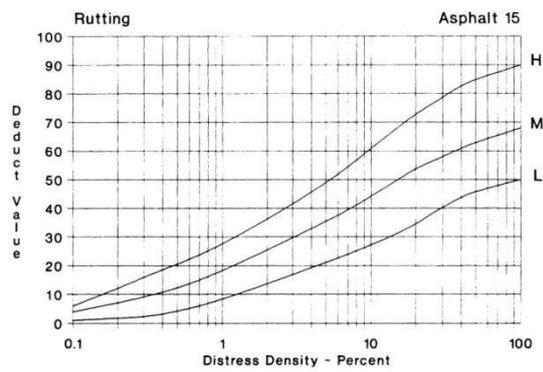
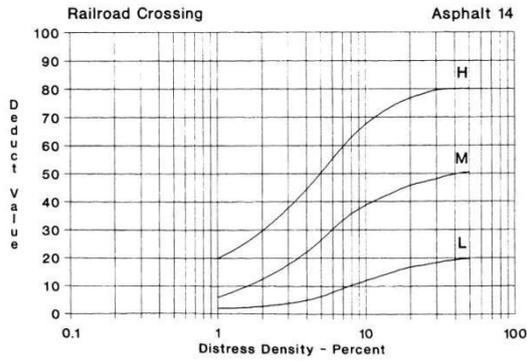
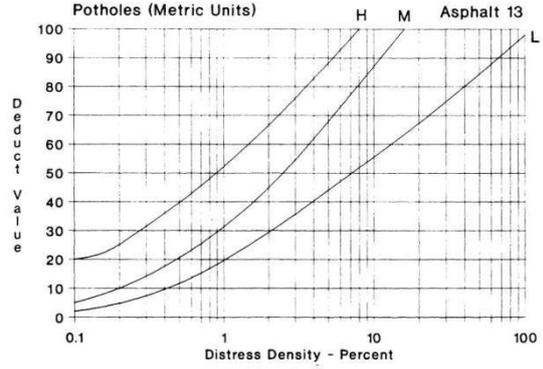
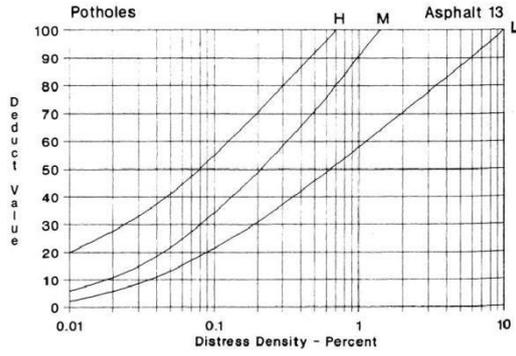
NOTA: q = número de valores deduzíveis superiores a 5, considerando o maior valor para cada tipo de defeito.

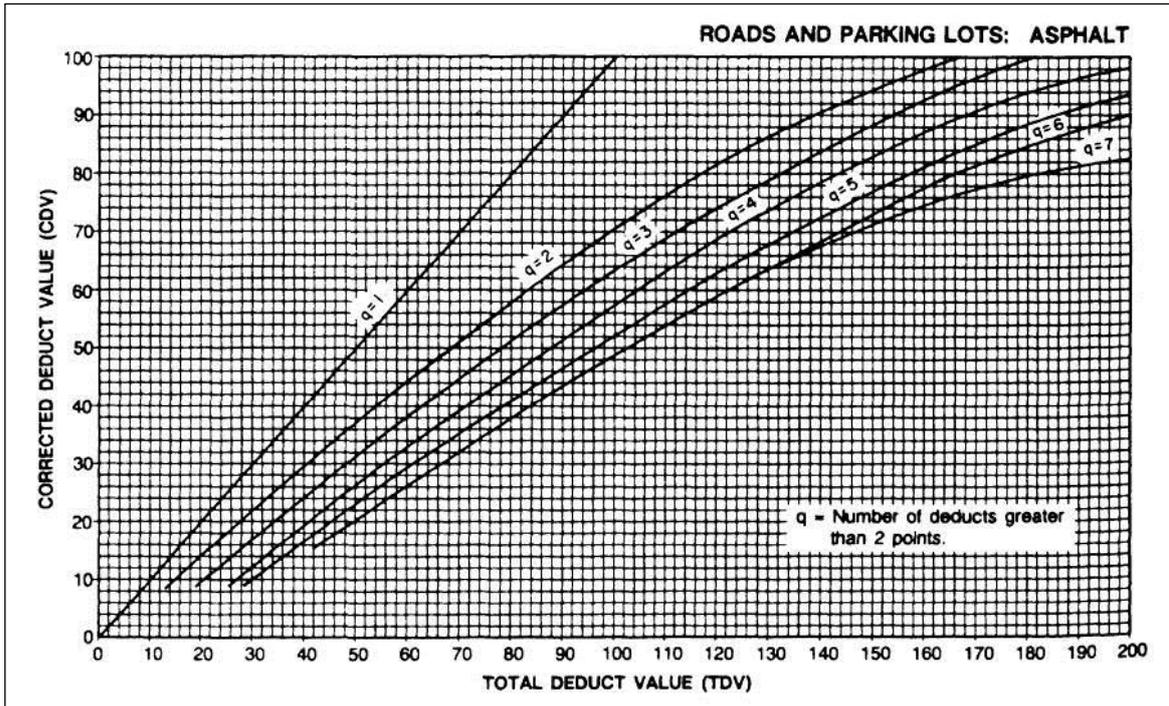
ANEXO B - Curvas

Curvas de valores de dedução extraídas para pavimento Flexível









Curvas para o Valor de Dedução Corrigido (VDC), em função do Valor Total de Dedução (VTD) e número de defeitos em uma seção.

[Exportar relatório](#)
[Referências ABNT](#)
[Visualizar ▾](#)

TCC2-LUCAS-FINAL.docx (11/05/2019):

Documentos candidatos

- [anac.gov.br/assuntos... \[1,92%\]](#)
- [monografias.brasiles... \[1,2%\]](#)
- [repositorio.roca.utf... \[1,07%\]](#)
- [sinicesp.org.br/44ra... \[0,99%\]](#)
- [repositorio.unesp.br... \[0,92%\]](#)
- [pt.wikipedia.org/wik... \[0,36%\]](#)
- [ipr.dnit.gov.br/norm... \[0,35%\]](#)
- [rochester.edu/commis... \[0,04%\]](#)
- [unip.br/presencial/u... \[0,01%\]](#)

Arquivo de entrada: TCC2-LUCAS-FINAL.docx (8500 termos)

Arquivo encontrado		Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
anac.gov.br/assuntos...	Visualizar	7205	297	1,92	
monografias.brasiles...	Visualizar	7477	190	1,2	
repositorio.roca.utf...	Visualizar	10639	204	1,07	
sinicesp.org.br/44ra...	Visualizar	2898	112	0,99	
repositorio.unesp.br...	Visualizar	22607	285	0,92	
pt.wikipedia.org/wik...	Visualizar	2050	38	0,36	
ipr.dnit.gov.br/norm...	Visualizar	1085	34	0,35	
rochester.edu/commis...	Visualizar	2639	5	0,04	
unip.br/presencial/u...	Visualizar	163	1	0,01	
ulbra-to.br/laic/dow...	-	-	-	-	Conversão falhou