



**1.1. FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI
CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

NÁDIA MARIA DIAS LOPES

**COMPOSIÇÃO DOS PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS E SUAS
PARTICULARIDADES**

**TEÓFILO OTONI
2019**

NÁDIA MARIA DIAS LOPES

**COMPOSIÇÃO DOS PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS E SUAS
PARTICULARIDADES**

Artigo apresentado à Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Paulo Henrique Vieira de Carvalho

Co-orientador: Ramon de Souza Ferreira

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Paulo Henrique Vieira de Carvalho
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Werner Kriebel
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Arnon Roberto Rhis
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. PAVIMENTOS	9
2.1. Estrutura de um pavimento	9
2.2. Tipos de Pavimento.....	10
2.3. Tipos de Revestimento.....	11
2.4. Transporte aeroviário.....	12
2.5. Pavimentos aeroportuários.....	13
2.5.1. Dimensionamento de pavimento aeroportuário no Brasil	14
2.5.2. Relação entre os pavimentos aeroportuários e os rodoviários.....	15
2.5.3. Eficiência estrutural do pavimento aeroportuário	17
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

Nádia Maria Dias Lopes¹
Paulo Henrique Vieira de Carvalho²
Ramon de Souza Ferreira³

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo conhecer a composição dos pavimentos aeroportuários com suas particularidades de dimensionamento e construção. Através de documentação indireta, essa pesquisa bibliográfica também analisou as diferenças entre os pavimentos aeroportuários e os rodoviários. Primeiramente foi apresentada a estrutura de um pavimento, tipos de pavimentos e revestimentos de forma geral. Posteriormente foram pautados os pavimentos aeroportuários brasileiros com sua metodologia de dimensionamento que seguem padrões internacionais. Em seguida foram relacionados os pavimentos aeroportuários com os rodoviários e apontados suas semelhanças e diferenças. Por último foi apresentada a eficiência da estrutura de um pavimento aeroportuário.

Palavras-chave: Pavimentos aeroportuários. Dimensionamento. Estrutura.

ABSTRACT

This work had as objective to know the composition of the airport pavements with its particularities of dimensioning and construction. Through indirect publication, this bibliographic research also analyzed as differences between the airport and the road pavements. Firstly, floor structures, floor types and coatings were generally applied. Subsequently, Brazilian airport pavements were paved with its design methodology that follows international standards. Then, the airport pavements were related to the road pavements and their differences and differences were pointed out. Finally, the efficiency of the structure of an airport pavement was obtained.

Keywords: Airport floors. Sizing. Structure.

¹ Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni (UNIPAC-TO).

² Especialista em Docência do Ensino Superior e Engenharia de Estruturas pela UNIPAC-TO. Engenheiro Civil.

³ Mestrando em Tecnologia, ambiente e sociedade pela UFVJM campus Teófilo Otoni. Especialista em Direito ambiental e sustentabilidade pela FAEL.

2. INTRODUÇÃO

Em decorrência do crescimento da demanda de serviços aeroportuários, diversos países incluindo o Brasil foram obrigados a aumentar e melhorar seus aeródromos que são comumente conhecidos como aeroportos de pequeno porte e campos de aviação. Com o aumento de passageiros e viagens foi necessário desenvolver aeronaves mais potentes e maiores que pudessem levar mais pessoas e cargas. Conseqüentemente, criar pistas mais robustas que conseguissem suportar esse aumento no trânsito e no peso transportado pelas aeronaves se tornou imprescindível.

Diante de tal crescimento, o Brasil necessitou de aporte financeiro e optou por buscar investimentos em parcerias público-privadas para equipar seus aeródromos e alcançar altos níveis de qualidade em suas viagens. Foi necessário melhorar toda a infraestrutura aeroportuária para suportar o crescimento dessa demanda (INFRAERO, 2016).

Uma das formas de garantir o conforto e a segurança nas viagens é através da melhoria na qualidade das pistas de pousos e decolagens. Os padrões de pistas são definidos pela Federal Aviation Administration (FAA) e levam em conta a quantidade de trânsito e os tipos de aeronaves que irão utilizar as pistas. Essa agência publica relatórios com o objetivo de auxiliar construtores e projetistas para que possam dimensionar os pavimentos da melhor forma possível. Como o Brasil não possui uma agência responsável por estudos desse tipo, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) adota os estudos da FAA.

O dimensionamento das pistas orientado pela FAA trata da espessura das camadas do pavimento que será utilizado, tipo de pavimento, tipo de revestimento, resistência do subleito, pressão interna nos pneus das aeronaves e o método de avaliação utilizado para definir esses parâmetros. A pavimentação dos aeroportos é dimensionada de forma totalmente diferente em relação à pavimentação rodoviária. Diante disso, esse trabalho se justifica pela apresentação das diferenças na composição e dimensionamento dos pavimentos aeroportuários. Ao diferenciarem, eles apresentam características que visam atender os objetivos para os quais foram criados. É essencial então apresentar essas diferenças e seus objetivos para que as características positivas possam influenciar em ambos.

Esse trabalho foi realizado através de pesquisa bibliográfica com documentação indireta. Trata-se do estudo de materiais já existentes e publicados em revistas, jornais, livros entre outros.

Com esse tipo de pesquisa é possível chegar a uma conclusão em menor tempo e com menos recursos financeiros sem perder qualidade nos resultados oferecendo a mesma confiabilidade de outras modalidades. Através de um estudo qualitativo foi possível analisar a composição dos pavimentos com ênfase nos aeroportuários. Também foram analisados circulares emitidos por órgãos responsáveis por estudos sobre pavimentação aeroportuária e suas particularidades (GIL, 2009).

Com isso este trabalho tem como objetivo geral identificar qual a composição dos pavimentos aeroportuários juntamente com suas particularidades e diferenças em comparação com os pavimentos rodoviários. Os objetivos específicos são, identificar os tipos de pavimentos, apresentar a composição de pavimentos asfálticos, apontar os tipos de revestimentos e expor as particularidades do pavimento aeroportuário.

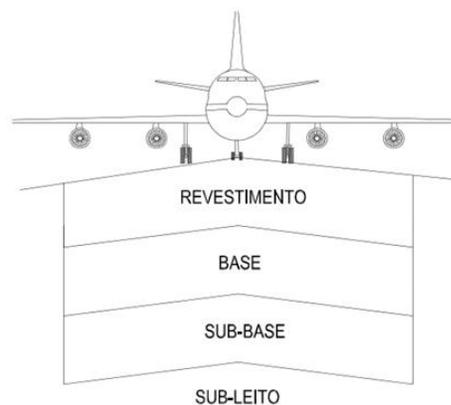
3. PAVIMENTOS

3.1. Estrutura de um pavimento

O pavimento é uma estrutura constituída por camadas de vários materiais preparados ou beneficiados (VICENTINI, 2017). São três as principais camadas sendo elas o revestimento de base asfáltica, base e subleito. Elas também podem ser divididas em subcamadas. De acordo com Balbo (2007), o pavimento contém as camadas apresentadas a seguir e na Figura 1:

- Revestimento: camada responsável por receber as cargas verticais e horizontais que são provenientes do tráfego, e transmitem às camadas inferiores. Responsável por melhorar a superfície de rolamento.
- Base: essa camada é destinada a receber todo tipo de esforços realizados pelo tráfego e o distribuir.
- Sub-base: essa parte do pavimento tem a mesma finalidade da base, é feita acima do subleito ou também pode ser feita como reforço para o subleito.
- Reforço do subleito: essa camada possui espessura que pode ser variada visando melhorar o desempenho do subleito. Também possuem características inferiores as camadas superiores.
- Subleito: camada mais profunda para a construção do pavimento. É a fundação do pavimento. Consiste no material existente no local da obra.

Figura 1 – Camadas de um pavimento



Fonte: Vicentini, 2017.

Dependendo da intensidade e do tipo de tráfego, do solo existente e da vida útil do projeto, o revestimento poderá ser feito tendo uma camada de rolamento e outras camadas intermediárias ou de ligação. Mas nos casos mais comuns, utiliza-se apenas uma camada de mistura asfáltica tipo revestimento.

O asfalto pode ser fabricado em usina específica (misturas usinadas), fixa ou móvel, ou preparado na própria pista (para tratamentos superficiais). Além da forma de produção, os revestimentos também podem ser classificados quanto ao tipo de ligante utilizado: a quente com o uso de concreto asfáltico, o chamado Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) ou a frio com o uso de emulsão asfáltica de petróleo (EAP).

O CBUQ é o mais empregado no Brasil. Trata-se do produto da junção de agregados de vários tamanhos e cimento asfáltico, ambos aquecidos em temperaturas previamente escolhidas, de acordo com as características viscosidade-temperatura do ligante.

Mais econômicas, as misturas asfálticas usinadas a frio são indicadas para revestimento de ruas e estradas de baixo volume de tráfego, ou ainda como camada intermediária (com concreto asfáltico superposto) e em operações de conservação e manutenção. Neste caso, as soluções podem ser pré-misturadas e devem receber tratamentos superficiais posteriores.

3.2. Tipos de Pavimento

Para Bernucci et al., (2006) os pavimentos geralmente são classificados em três tipos, sendo eles: rígidos, semirrígido e flexíveis.

O pavimento rígido é aquele pouco deformável, constituído principalmente de concreto de cimento. Rompem por tração na flexão, quando sujeitos a deformações (SENÇO, 2008). Segundo apresentado pelo mesmo autor, na confecção dos pavimentos rígidos, os revestimentos são feitos com cimento Portland e sua espessura é obtida através da resistência das placas de concreto e pela resistência das camadas inferiores. Estas recebem o nome de sub-base e subleito. Essas placas podem conter ou não armadura de aço e possuem concreto suficiente para suportar os esforços solicitados.

O pavimento semirrígido é basicamente um pavimento intermediário entre o flexível e o rígido. É constituído através de uma mescla entre os componentes dos outros tipos de

pavimentos, como solo e cimento, solo e betume, solo e cal e outras que apresentam melhor resistência à tração (WORD ROAD ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE, 2008).

Os pavimentos semirrígidos possuem características parecidas à dos flexíveis, sendo que a base do pavimento é feita com material estabilizado quimicamente, por exemplo: solo-cal, solo-cimento e brita graduada tratada com cimento (BERNUCCI, 2008).

Já o pavimento flexível é aquele que quando deformado até certo limite não o leva ao rompimento. São dimensionados normalmente a compressão e a tração na flexão, provocada pelo aparecimento das bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que levam a estrutura a deformações permanentes, e ao rompimento por fadiga. (SENÇO, 2008).

Esse pavimento, geralmente, é associado aos pavimentos asfálticos. São feitos com uma camada fina de revestimento, sobre camadas de base, de sub-base e de reforço do subleito, constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes (BERNUCCI, 2008).

Pavimentos flexíveis são os pavimentos em que o revestimento é feito através de uma mistura de ligantes asfálticos e de agregados. Esse pavimento é feito com revestimento, base, sub-base, reforço de subleito (caso seja necessário) e subleito.

O revestimento pode ser feito com a camada de rolamento e algumas camadas intermediárias, chamadas de *blinder*. De acordo com os materiais disponíveis ou o tráfego da pista, algumas camadas podem ser excluídas.

Segundo relatado na obra de Senço (2001), o revestimento flexível que também pode ser chamado de revestimento não rígido é aquele que quando há deformidades elas não geram rompimento das vias. Nos revestimentos flexíveis, se utiliza betume, podendo ser em forma de asfalto ou também alcatrão e recebe o nome de revestimento betuminoso. Esse tipo de revestimento atualmente está sendo usado preferencialmente pelos projetistas e construtores.

3.3. Tipos de Revestimento

O revestimento como sendo a capa de rolamento consiste na camada do pavimento que irá receber toda a ação do tráfego. Ela tem a função de melhorar o tráfego proporcionando conforto e segurança, além de durabilidade. O revestimento é executado normalmente com

espessura variável entre 2 a 5 cm por camada e pode ser um problema econômico já que seu preço acaba sendo maior que o das demais camadas (SENÇO, 2001).

Por ser a camada mais elevada do pavimento, o revestimento deve ter uma execução bem elaborada e detalhada, visto que existem alguns esforços que irão atuar diretamente nessa camada, sendo: esforços tangenciais, pressão de impacto, longitudinais (frenagem e rolamento), transversais (curvas) e de sucção (SENÇO, 2001).

Para Durán (2015), o revestimento consiste na camada mais superficial, que objetiva proteger todas as camadas que estão abaixo contra a deterioração, causada pelo tráfego, e por esse motivo se destina a melhorar a segurança de rolamento e a comodidade.

O revestimento tem o objetivo de receber cargas (dinâmicas ou estáticas) sem sofrer maiores deformações ou até desagregação dos componentes de sua estrutura ou ainda, de perder sua compactação. Desse modo, precisa ser constituído por materiais aglutinados corretamente como os tratamentos betuminosos superficiais e as misturas asfálticas no geral (BALBO, 2007).

Segundo Senço (2001), a camada de revestimento possui espessura variada, exercendo funções dos critérios próprios do projeto ou também em função do tráfego previsto. Para as vias simples são utilizadas espessuras de até 5 cm; já para autoestradas pode-se atingir a espessura de 10 cm.

Para Nogueira (1961) os tipos de revestimento flexível são dentre eles os Tratamentos superficiais simples, duplo e triplo (TSS, TSD, TST), Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) e Pré misturado a frio (PMF).

Para se escolher o tipo de revestimento leva-se em conta a questão econômica e técnica. Alguns fatores podem impedir a escolha baseados em fatores técnicos e econômicos, pois os mesmos podem sofrer variações. Em serviços de padrão alto, o revestimento que é mais utilizado é o tipo concreto betuminoso. Em obras de padrão médio utiliza-se o tratamento superficial, de preferência triplo. Para os padrões mais baixos, utiliza-se o tratamento superficial ou simples.

Os fatores determinantes para a escolha de um tipo de revestimento em detrimento a outro são: o custo, a quantidade e o tipo de tráfego, pó, facilidade de limpeza e segurança, as características físicas como cor, aparência geral, considerações locais especiais como os materiais locais, os tipos existentes e organização de conservação) (SENÇO, 2001).

3.4. Transporte aeroviário

Os meios de transporte são responsáveis por escoar a produção mundial, proporcionar o deslocamento de pessoas, auxiliar e agilizar na logística mundial. Para isso existem mais de uma modalidade e essas atendem cada necessidade de transporte. A modalidade aeroviária é responsável pelo deslocamento mais rápido e pode superar a rodoviária em transporte de maiores cargas por causa do tamanho e velocidade que as aeronaves possam atingir. Outra vantagem dessa modalidade deste transporte é que a manutenção se dá apenas nas aeronaves e aeroportos, enquanto que a modalidade de transporte rodoviário necessita de manutenção nas rodovias, veículos e também existe a necessidade de grandes obras para a construção dessas estradas.

3.5. Pavimentos aeroportuários

De acordo com a Federal Aviation Administration (FAA, 2007), os pavimentos aeroportuários devem ser capazes de proporcionar segurança ao tráfego de aviões durante pousos e decolagens além de garantir que possam resistir a falhas, grandes cargas mecânicas e intempéries.

Segundo Durán (2015), as principais patologias verificadas em pavimentos aeroportuários são trincas por fadiga, couro de jacaré, exsudação, trincas de bloco, corrugação, depressão/afundamento, erosão por queima ou combustão, trincas de reflexão, base de concreto, trincas transversais e longitudinais, deterioração por presença de óleo/combustível, remendos, polimento de agregado, desagregação, afundamento da trilha de roda, deformação permanente, empuxo no revestimento, placas de concreto, escorregamento, inchamento e desprendimento.

Várias empresas administram aeródromos no Brasil. As duas principais são a INFRAERO e o Departamento Aeroviário do estado de São Paulo (DAESP). A INFRAERO atua em todos os estados brasileiros administrando 67 aeroportos, 81 unidades de apoio à navegação aérea e 32 terminais de logística de carga. Já o DAESP mantém convênio com a ANAC para administrar 27 aeroportos públicos no estado de São Paulo (GARCIA, 2014).

Segundo Durán (2015), o conjunto de infraestrutura que fazem parte do ambiente do local onde existem as dependências do aeroporto é denominado aeródromo. São compostas por duas partes, sendo elas a parte terra e a parte ar. A parte terra é composta por toda infraestrutura aberta ao público como os edifícios e as instalações que possibilitem o embarque e desembarque dos passageiros e cargas, e os estacionamentos de veículos. A parte ar é restrita ao público e

composta pelas estruturas que possibilitam que as aeronaves realizem suas manobras, sendo elas: pista de decolagem, pouso, taxiamento e estacionamento das aeronaves.

3.5.1. Dimensionamento de pavimento aeroportuário no Brasil

De acordo com Taffe (2002), o Brasil segue os métodos desenvolvidos pela FAA tanto para novos projetos quanto para reparos de pavimentos aeroportuários. A FAA foi criada nos Estados Unidos da América em 1958 sendo conectada ao Departamento de Transportes e responsável por todos os regulamentos e particularidades ligados a aviação civil. Com suas publicações a agência é capaz de orientar engenheiros no dimensionamento de obras que envolvam pavimentos aeroportuários.

Segundo Ramos (2017), o Brasil tem seguido as instruções da FAA através dos documentos AC 150/5320-6C (FAA, 1978), AC 150/5320-6D (FAA, 1995), AC 150/5320-6E (FAA, 2009) e AC 150/5320-6F (FAA, 2016). Um fator utilizado para o dimensionamento é através dos tipos de aeronaves e frequências de pousos e decolagens que o aeródromo pretende atender.

Os tipos de aeronaves são divididos em seis tipos e juntamente com a frequência de cada grupo o cálculo é feito. Caso algum tipo não esteja incluso no programa, é possível realizar um novo cálculo através de um grupo denominado *Generic* que possibilita a inclusão da aeronave pelo seu tipo de trem de pouso (RAMOS, 2017). O Quadro 1 abaixo apresenta a sequência de etapas e procedimentos para realizar o dimensionamento dos pavimentos aeroportuários.

Quadro 1 – Dimensionamento de pavimento aeroportuário segundo AC 150/5320-6D

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

6 Determinar o número equivalente anual de decolagens da aeronave de projeto com base no número de decolagens de cada tipo de aeronave convertendo para a aeronave de projeto e na relação entre as cargas por roda de cada aeronave e da aeronave de projeto.

7 Empregar ábaco específico de projeto que relaciona o trem de pouso da aeronave de projeto, o tipo de pavimento (rígido ou flexível), o peso máximo de decolagem da aeronave de projeto, a resistência mecânica do solo [através do valor de CBR do subleito (pavimento flexível) ou do coeficiente de reação do subleito ou do sistema subleito/sub-base (pavimento rígido)] e o número equivalente anual de decolagens da aeronave de projeto, para fins de determinação da espessura do pavimento (espessura total de camadas de pavimento flexível ou da placa de concreto de pavimento rígido).

Fonte: Adaptado da FAA (1995).

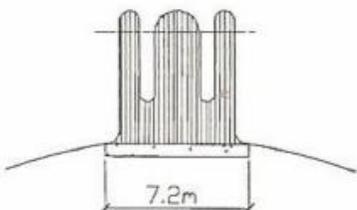
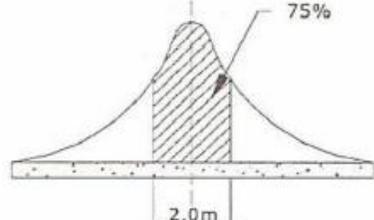
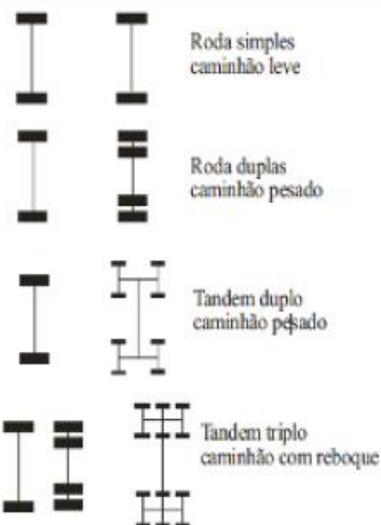
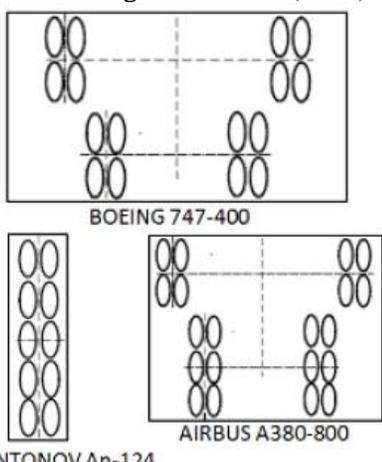
Através desse quadro de dimensionamento é possível obter os melhores resultados na construção do aeródromo. Por levar em conta todos os fatores que possam interferir em sua composição e conservação têm sido usados como regra pelos construtores.

3.5.2. Relação entre os pavimentos aeroportuários e os rodoviários

Os pavimentos aeroportuários e os rodoviários possuem algumas semelhanças e diversas diferenças. Ambos são dimensionados baseados nos mesmos critérios, entretanto, é justamente aí que as diferenças entre os dois começam. Enquanto que os pavimentos rodoviários são dimensionados para resistirem a esforços repetitivos e com menores impactos, os pavimentos aeroportuários são feitos justamente com o intuito contrário, suportar menores repetições em vista dos rodoviários e maiores esforços de cargas. Também são maiores as espessuras das camadas dos pavimentos aeroportuários em função da configuração dos trens de pouso das aeronaves, centro de gravidade e seu peso (YODER E WITCZAK *APUD* DURÁN, 2015).

Medina e Motta (2005) realizam uma comparação entre os dois pavimentos com o apontamento das diversas diferenças através da Tabela 1.

Tabela 1 – Principais diferenças entre rodovias e aeródromos

Característica	Rodovias	Aeródromos
Largura das pistas	Comumente de 7 a 10 m	20 a 50 m (rolagem: 10 a 25m)
Comprimento	Vários quilômetros	Até cerca de 4000 m
Cargas	Aprox. 10 t./eixo, veículos de até 45 t.	100 t. ou mais por trem de pouso principal, aeronaves de até 500 t.
Frequência da repetição das cargas	Por exemplo: 2000 veículos por dia, vários milhões na vida de serviço do pavimento.	Pequena, por dia: 50 a 700; menos de 6 milhões na vida de serviço do pavimento.
Pressão de enchimento dos pneus	100 a 120 psi (0,69 a 0,83 MPa) para caminhões pesados	130 a 250 psi (0,90 a 1,72 MPa) para aeronaves de médio e grande porte
Distribuição transversal da carga nas pistas	 <p>(não se faz diferenciação transversal praticamente)</p>	 <p>(diferencia-se o dimensionamento transversalmente)</p>
Impacto do veículo no pavimento	Pequeno	Grande no pouso, porém minorado pela sustentação do ar e amortecimento.
Ação das cargas dinâmicas (vibrações) de veículos parados	Relevante somente nas ruas, semáforos, cruzamentos, etc.	Importante quando do acionamento dos motores, com as rodas do trem de pouso travadas e antes da decolagem
Geometria das rodas	 <p>Roda simples caminhão leve</p> <p>Roda duplas caminhão pesado</p> <p>Tandem duplo caminhão pesado</p> <p>Tandem triplo caminhão com reboque</p>	<p>Exemplos de alguns trens de pouso de aeronaves segundo a FAA (2009).</p>  <p>BOEING 747-400</p> <p>ANTONOV An-124</p> <p>AIRBUS A380-800</p>

Fonte: Adaptado Durán (2015).

Outro ponto relevante a ser no dimensionamento dos pavimentos é em relação à pressão interna nos pneus. Enquanto que nos veículos rodoviários, os caminhões que são os mais pesados que utilizam as pistas, esses possuem pneus que utilizam entre 100 e 120 psi de pressão enquanto que as aeronaves utilizam entre 130 e 250 psi (GUIADOTRC, 2014; MICHELIN, 2014).

Ainda existem outros fatores como as delimitações das pistas que no caso das rodovias obrigam os veículos a sempre passarem por uma espécie de trilha bem definida enquanto que os aviões tocam a pista em pontos diferentes em cada pouso e diferem a configuração em tráfego, geometria e carregamento cíclico (DURÁN, 2015).

Para Oliveira (2009), é certo haver diferenças, pois os dois tipos de pavimentos são desenvolvidos para funções diferentes. Os pavimentos rodoviários são confeccionados para suportar cargas contínuas e pouca pressão. Já os pavimentos aeroportuários são desenvolvidos para suportar grandes cargas e muita pressão.

Por ser tratarem de finalidades diferentes, esses pavimentos, mesmo contendo quase que os mesmos elementos apresentam diferenças. É natural que essas diferenças venham suprir as finalidades às quais foram impostas.

3.5.3. Eficiência estrutural do pavimento aeroportuário

De acordo com Durán (2015), os pavimentos precisam suportar as cargas para o qual foi destinado a resistir. No caso dos pavimentos aeroportuários, eles suportam as cargas de acordo com a frequência de tráfego e tipo de aeronave que usará as pistas.

Dito isso, os pavimentos já são dimensionados de acordo com o tipo de tráfego que irá transitar por ele. O dimensionamento prévio sempre ocorrerá, mas é importante salientar que caso haja necessidade futura o pavimento poderá ser melhorado ou alterado com o objetivo de receber novos tráfegos.

Segundo a *International Civil Aviation Administration* (ICAO, 2013), o método Aircraft Classification Number / Pavement Classification Number (ACN/PCN) é utilizado para definir as características dos pavimentos aeroportuários. Para a Agência Nacional de Aviação Civil do Brasil (ANAC, 2008), esse método destina-se a pavimentos que irão suportar aeronaves a partir de 5.700 kg, sendo que o ACN determina o efeito da carga que a aeronave exerce quando está na

pista e o PCN indica a real capacidade que o pavimento pode suportar independente de qualquer restrição.

De acordo Gomes (2008), o ACN e o PCN são conjuntos de números já pré-definidos. O ACN é fornecido pelo construtor da aeronave de acordo com as características peso, geometria do trem de pouso e a pressão interna dos pneus. O PCN é o índice de quanto o pavimento suportará para uma aeronave de padrão roda simples e pressão interna dos pneus de 180psi ou 1,25Mpa independentemente do tipo de aeronave.

Para Durán (2015), o PCN pode ser obtido através de avaliação prática ou técnica. Na avaliação prática é adotado um número ACN para a aeronave em um momento mais instável em um aeródromo sem danos estruturais em seu pavimento e aceita-se como PCN o maior valor obtido de ACN encontrado. Já na avaliação técnica é feito o processo inverso. Combina-se frequência de pousos e decolagens com peso da aeronave e possíveis cargas que ela carregará e os níveis de tensão admissíveis. De acordo com a ANAC (2008), após identificar a carga admissível, é possível identificar o tipo de aeronave e o valor do seu PCN. O PCN é composto por cinco elementos como consta no Quadro 2.

Quadro 2 – Elementos formadores do PCN

Valor numérico do PCN	
Tipo de pavimento	Rígido (R) Flexível (F)
Resistência do subleito	Alta (A) Média (B) Baixa (C) Ultrabaixa (D)
Pressão máxima dos pneus	Alta, sem limite (W) Média, de 0,1 a 1,5 MPa (X) Baixa, de 0,51 a 1,0 Mpa (Y) Ultrabaixa, de 0 a 0,5 (Z)
Método de avaliação	Técnica (T) Prática (P).

Fonte: Adaptado (FAA, 2011).

A partir do Quadro 2 é possível identificar um tipo específico de pavimento. Caso o pavimento tenha o registro PCN 80/R/B/W/T ele indica que o pavimento tem o PCN de 80,

rígido, com uma resistência no subleito média, aceita altas pressões nos pneus e foi avaliado de forma técnica (DURÁN, 2015).

Entretanto, a FAA (2011), orienta que o método de ACN/PCN seja utilizado apenas para nortear as autoridades em relação a definir a viabilidade de pousos e decolagens de acordo com a capacidade de carga nos pavimentos dos aeródromos e não tem a função de substituir outros procedimentos e estudos que são utilizados para projetar e avaliar as estruturas dos pavimentos aeroportuários.

Vale salientar que experimentos e estudos específicos de cada aeródromo são mais abrangentes e extensos podendo colaborar melhor para a caracterização do novo pavimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada pavimento possui características diferentes. Mesmo possuindo uma estrutura básica comum a todos, os pavimentos são concebidos com características que irão possibilitar o seu melhor aproveitamento e vida útil. Foi identificado que os pavimentos são estruturas destinadas a melhoria do trânsito e segurança dos que o utilizam.

Os pavimentos são constituídos de camadas que são sobrepostas uma sobre as outras e finalizados com um revestimento. A camada visível e que é destinada ao tráfego é o revestimento. Porém o pavimento é composto por subleito, reforço de subleito, sub-base, base e revestimento.

Os revestimentos podem ser de três tipos diferentes sendo eles rígido, semirrígido e flexível. O rígido comumente é feito de concreto de cimento. O semirrígido é um intermediário e o flexível pode ser de concreto betuminoso quente ou frio.

A diferença entre os pavimentos aeroportuários e os rodoviários está justamente no tipo de tráfego. Enquanto que o tráfego rodoviário é feito por veículos que exercem forças e formam caminhos pela pista, o tráfego de aeronaves primeiro se dá por impactos no momento dos pousos quando a aeronave toca o chão e exerce seu peso sobre a pista. Logo a frente é iniciado o processo de desaceleração e outras forças são exercidas.

Quando é realizado o estudo para a construção de um pavimento aeroportuário, são levados em conta os fatores relacionados às aeronaves. Tipo de trem de pouso, quantidade de pousos e aterrisagens previstas, quantidade, geometria da distribuição e pressão interna dos pneus.

O dimensionamento dos aeródromos ocorre de forma diferente dos rodoviários justamente por se tratarem de veículos diferentes. É necessário que a metodologia utilizada seja adequada às cargas que serão aplicadas e às configurações das aeronaves.

Foi possível identificar a composição dos pavimentos aeroportuários e suas diferenças em relação aos pavimentos rodoviários. Também foram apontados os tipos de pavimentos, revestimentos e suas particularidades como objetivos propostos pelo trabalho. Através desse trabalho será possível desenvolver novas análises e estudos que possam determinar fatores positivos e negativos desses tipos de pavimentos e que poderão ser utilizados em pavimentos rodoviários melhorando a qualidade das estradas brasileiras.

Com isso, todos os objetivos postos no trabalho foram alcançados. A composição e particularidades dos pavimentos aeroportuários foram identificadas e expostas juntamente com o traçado de um paralelo entre esse tipo de pavimento e o rodoviário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Resistência de pavimentos aeroportuários**. IAC 157_1001. 2008.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 558 p. il.

BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006.

BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2008.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA (INFRAERO). **Concessão de Aeroportos**. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/index.php/transparencia/concessao.html>. Acesso em: 03/07/2019.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). ***Airport Pavement Design and Evaluation*** – AC No. 150/5320-6D. Federal Aviation Administration. U.S. Department of Transportation. Washington, DC, USA. 1995.

_____. **Dimensionamento de pavimentos aeroportuários rígidos e flexíveis**. Software FAARFIELD (FAA Rigid and Flexible Iterative Elastic Layer Design). Disponível em: https://www.faa.gov/airports/engineering/design_software/. Acesso em: 25/10/2019.

_____. **Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements.** Advisory Circular – AC 150/5380-6A. United States Department of Transportation. Washington, DC. 2007.

_____. **Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN.** Advisory Circular – AC 150/5335-5B. United States Department of Transportation. Washington, DC. 2011.

GARCIA, S. J. et al. **Aeroportos.** Engenharia civil. Universidade Paulista (UNIP). Trabalho referente ao Seminário do curso de Engenharia Civil do 9º semestre, disciplina Engenharia Civil Integrada. Araçatuba-SP. 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2009.

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

GUIADOTRC. **Fichas técnicas de pneus comerciais.** GT Guia do Transportador. 2014. Disponível em: www.guiadotrc.com.br/Gestao_Frotas/pneus_fichatecnica.asp. Acesso em 03/07/2019.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Aerodrome Design and Operations.** Annex 14, Aerodromes. 1v., 6. Ed. 2013.

MEDINA, J. MOTTA, L. M. G. **Mecânica dos Pavimentos.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ. 2005.

MICHELIN. **Aircraft tire Engineering Data.** Data Book. 2014. Disponível em: <http://www.airmichelin.com/generalcontent.aspx?id=219>. Acesso em 03/07/2019.

NOGUEIRA, C. **Pavimentação: projeto e construção.** Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1961.

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 (Mestrado) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2009.

RAMOS, B. A. S. LIMA, D. C. PITANGA, H. N. SILVA, T. O. **Aplicação de métodos de dimensionamento de pavimentos aeroportuários da FAA ao Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek.** *Revista Transportes.* Disponível em: www.revistatransportes.org.br. Acesso em: 03/07/2019.

SENÇO, W de. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** vol. 1. 2. ed. São Paulo: Pini, 2001.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação: Volume I.** 2.ed. São Paulo: PINI, 2008. 761 p.

TAFFE, E. J. (2002) **Uma Alternativa Econômica quanto ao Dimensionamento de Pistas de Aeródromos.** Anais do VII Encontro de Iniciação Científica do Instituto Tecnológico da Aeronáutica, ITA. São José dos Campos, SP.
FAA.

VICENTINI, D. F. **Aeroportos. Pavimentos aeroportuários.** Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia. Departamento de Transportes. 10/10/2017.