

## Estudo Sobre Pavimentos Flexíveis em Áreas de Taxiamento de Aeronaves

CAROLINE SANTOS DE SOUZA

Estudante Bacharel em Engenharia Civil  
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

GLAUBER DO VALE DE MEDEIROS

Estudante Bacharel em Engenharia Civil  
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

EDSON ANDRADE FERREIRA

Engenheiro Civil  
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

### Abstract

*The present work has the purpose of the study of the characteristics and properties of flexible pavements applied in runways of landing and takeoff in airports. For this, the types of pavement were analyzed according to its compositions and functional and structural characteristics of its components.*

*Driven by the accelerated growth of civil aviation in Brazil, for airport managers, be they private, municipal, state or the vast majority administered by INFRAERO, it is urgent to maintain the safety and quality of this great network, establishing priorities for the works of maintenance and modernization of patios and tracks and attenuating pathologies resulting from the intense use of these pavements.*

**Key Words:** Flexible Pavements, Pathologies, Airports.

## INTRODUÇÃO

O modal aeroviário consiste na alternativa de transporte mais ágil e segura para médias e longas distâncias. Entretanto, sua implantação é complexa e os custos operacionais são elevados,

fatores que restringem seu uso preferencialmente a movimento de passageiros e transporte de mercadorias de alto valor ou cargas perecíveis.

Com o advento da copa do Mundo ocorrida no Brasil no ano de 2014 e posteriormente as Olimpíadas do Rio 2016, O Brasil passou a ser um canteiro de obras nas principais capitais do País.

Várias frentes de obras foram formadas, prefeituras passaram a asfaltar ruas, o estado passou a equipar hospitais, o governo federal junto com os estados reformou e construiu novos estádios de futebol, e principalmente, o governo federal e conjunto com a iniciativa privada investiu no principal meio de transporte entre países e estados, que é o setor aviário.

Podemos cita a reforma e ampliação do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes, na cidade de Manaus, reformado e entregue em Janeiro de 2015, que segundo dados da Infraero 2015, é o maior aeroporto da Região Norte do Brasil com capacidade anual para 13,5 milhões de passageiros e o mais movimentado da rede Infraero no transporte de mercadorias, respondendo por 22,75% de todo o movimento de cargas gerenciadas pela estatal no país, onde em 2017 movimentou cerca de 2,6 milhões de passageiros, sendo o décimo oitavo aeroporto mais movimentado do país. Atualmente, oito companhias aéreas operam no aeroporto, ligando Manaus à cidades dos continentes da América do Norte, Central e do Sul, além das rotas domésticas. Está localizado na zona oeste da cidade de Manaus, mais precisamente no bairro Tarumã, distante 14 km do Centro.

Com o crescimento da economia de nosso país nestes últimos anos, passamos a ter um maior movimento de pessoas e mercadorias nos aeroportos.

Neste conceito de um excelente atendimento e segurança do modal aéreo, sempre se busca a melhoria e segurança continuada do setor, uma vez não se pode haver qualquer desvio ou erro que comprometa o sistema, pois quaisquer desvios

podem provocar a parada em cadeia do aeroporto local, podendo atingir até mesmo outros aeroportos, ou até causas riscos de tragédias. Nesse.



**Figura 01-Pista de taxiamento do aeroporto Julio Belém em Parintins-AM Fonte: ACRITICA.COM**

Os tipos de pavimentação o objeto estudo deste artigo, onde a INFRAERO informa que a rede de aeroportos vinculados compõe um conjunto de áreas pavimentadas de pistas de pousos e decolagem, pistas de taxi e pátios de estacionamento de aeronaves com aproximadamente 10.711.589 m<sup>2</sup> de pavimento flexível e 4.474.801 m<sup>2</sup> de pavimento rígido. A grande malha de pavimentos sejam eles rígidos ou flexíveis é o principal fator que possibilita a movimentação de aeronave e conseqüentemente, o transporte aéreo.



**Figura 02- Aeroporto Internacional Eduardo Ribeiro - Manaus-AM Fonte: globo.com**

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo Geral**

Descrever os principais pavimentos aeroportuários, tendo como contextos pavimentos flexíveis, descrevendo os tipos de pavimentos, conceituação, características físicas e mecânicas, bem como técnicas e utilização.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Difundir a qualidade e importância dos tipos de pavimentos;
- Identificar a aplicabilidade do pavimento flexível nos Aeroportos;
- Avaliar os impactos contínuos da rede de pavimentos aeroportuários brasileiros.

## **2 METODOLOGIA**

O estudo em questão será enfatizado o pavimento flexível nas pistas de taxiamento aéreo.

As normas seguidas neste projeto servirão de base para o entendimento e aplicabilidade no estudo.

As principais normas em questão serão retiradas da Associação Brasileira de normas técnicas –ABNT, Agencia Nacional de Aviação Civil- ANAC.

Ressaltamos que todos os dados fornecem informações confiáveis e relativamente precisas ao grupo de trabalho, para que se tenham bons parâmetros para aferição da qualidade e desempenho necessários.

### **2.1 Resultados**

Os dados e informações representados neste artigo serviram de base para futuros estudantes e profissionais, tomarem ações que possibilite agir corretivamente na elaboração de projetos,

construções ou reformas de pistas de taxiamento de aeronaves, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Sistema Aeroportuário**

##### **3.1.1 Histórico do transporte aeroviário no Brasil**

Apesar de termos melhorado significativamente quanto à questão no modal aéreo, o mesmo ainda está longe de ser o ideal, em comparação com os outros aeroportos internacionais do mundo. Segundo o Instituto de Aviação Civil (IAC, 2007), o Brasil encontra-se em fase constante de crescimento, com isso está avançando também o desenvolvimento de aeroportos que vem crescendo e acompanhando a economia Brasileira, tendo com base ao crescimento econômico, avanços tecnológicos, redução dos preços das passagens e inserções de novas empresas e modalidades de oferta, junto ao mercado nacional.

MACHADO, 2012 afirma que Historicamente, o crescimento do transporte aéreo a partir da última década, se deu a partir da liberação do mercado, com a inserção da empresa GOL, no ano de 2001.

Vale lembra que ainda nos anos 80, era difícil ver a população de classe baixa ou media se transportar pelo moral aéreo, isso devido o elevado valor das tarifas aéreas, como também a baixa rota ou malha de viação.

Como vôos comerciais locais e abertura do mercador internacional nas décadas de 80 e 90 com vôos a partir do Brasil, a empresa TRANSBRASIL, foi uma das empresas que mais se destacaram, porém o próprio governo, não proporcionou sua continuidade no mercado, vinda e empresa fechar suas portas ainda no ano de 2001. Surge então partindo deste princípio que o mercado brasileiro passou a atender nossas rotas, incluindo rotas internacionais, em aeroportos que antes não eram contemplados.

Pequenos aeroportos passaram a receber vôos com aeronaves de grande porte. Podemos citar no caso o aeroporto de Parintins, que passou a operar vôos da empresa GOL e TAM, que durante o festival folclórico passa a receber vôos diárias, afim de atender a clientes nacionais e estrangeiros.



**Figura 03- Boeing 737-300 da Transbrasil utilizados em vôos internacionais no ano 1990 Fonte: Wikipédia**

### **3.1.2 Agencias regulamentadoras**

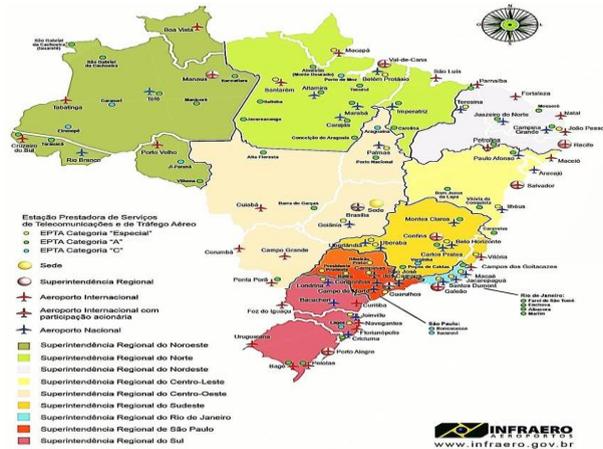
As principais agencias regulamentadoras do setor de aviação são:

**ICAO** – *International Civil Aviation Organization;*

**IATA** – *International Air Transport Association;*

**ACI** – *Airports Council International*

**FAA** – *Federal Aviation Administration,.*



**Figura 04-Mapa da Rede INFRAERO. (Fonte: INFRAERO 2014)**

## 4 PAVIMENTOS

### 4.1 Conceito de Pavimento

O pavimento é destinado econômica e simultaneamente em seu conjunto a:

- Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- Resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento (ABNT NBR 7207, 1982).

### 4.2 Tipos de Pavimentos

O Pavimento rígido tem uma camada superior constituída por cimento, seguidas de uma ou duas camadas de agregado estabilizado ou não com ligante hidráulico;

O pavimento semi-rígido apresenta uma ou duas camadas superiores constituídas por misturas betuminosas seguidas de uma camada de base constituída por agregado estabilizado com ligante hidráulico que por sua vez poderá assentar ou não numa sub-base granular.

O Flexível apresenta as camadas superiores formadas por misturas betuminosas, seguidas inferiormente por camadas de material granular.

Como visto, os pavimentos rígidos são pouco usados nos aeroportos brasileiros. No Brasil, somente alguns aeroportos possuem pavimentos rígidos nas suas pistas de pousos e de decolagens.

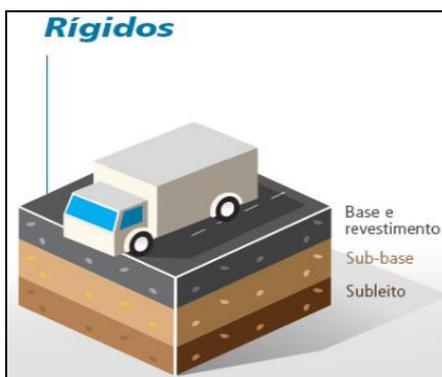
Pavimento rígido não é recomendado para aeroportos de pequeno porte devido ao custo inicial de implantação ser superior ao dos pavimentos flexíveis.

A utilização de pavimento rígido é recomendável nas áreas de reabastecimento, manutenção e pátio de manobra dos aviões.

Dessa forma, em quase toda a totalidade, as pistas de pouso e decolagem dos aeroportos brasileiros são de pavimento flexível.

#### 4.4 Pavimentos Rígidos

OS pavimentos rígidos são constituídos basicamente por três camadas: revestimento; base e subleito. A existência da placa de concreto praticamente absorve toda a solicitação, distribuindo-a em uma grande área. Ao chegarão subleito, terreno em que se assenta o pavimento, seja ele resultante de corte ou aterro, a carga encontra-se suficientemente amortecida.



**Figura 05 - Pavimento rígido. Fonte: MAPA DA OBRA**

As placas de concreto geralmente são construídas sobre fundação preparada com material de jazida, a qual é considerada base (ou sub-base por alguns autores). A sub – base pode ser flexível ou semi-rígida e pode também possuir função drenante.

Em virtude da maior rigidez da placa de concreto em comparação aos revestimentos betuminosos, as pressões exercidas nessa fundação são muito baixas. Portanto, quanto à resistência, a qualidade exigida não precisa ser tão alta quanto àquela que caracteriza uma base.

#### 4.5 Pavimentos Flexíveis

Como o pavimento flexível é o objetivo de estudo desse trabalho, ele mereceu uma atenção maior. A designação de pavimentos flexíveis.

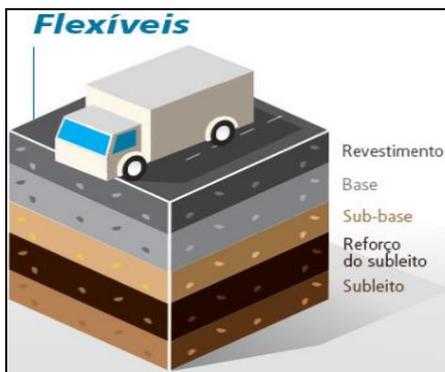


Figura 06- Pavimento FLEXÍVEL. Fonte: MAPA DA OBRA

Tabela 1 Estrutura de Pavimento Flexível

	TIPO DE MATERIAL	TIPO DE CAMADA
PAVIMENTO	Misturas betuminosas	Camada de desgaste
	Misturas betuminosas	Camada de regularização
	Misturas betuminosas Materiais granulares	Camada de base
	Materiais Granulares Solos Tratados Solos Selecionados	Camada de Sub -Base
FUNDAÇÃO	Materiais Granulares Solos Tratados Solos Selecionados	Leito do Pavimento
		Aterro
		Terreno Natural

FONTE: ADAPTADO PELO AUTOR, (2018)

Os pavimentos flexíveis podem conter em sua base, misturas betuminosas elaboradas a quente ou misturas betuminosas elaboradas a frio. As misturas betuminosas elaboradas a frio são produzidas, distribuídas e compactadas sem aquecimento dos materiais e são compostas por agregados que se junta uma emulsão betuminosa, podendo, ainda, adicionar-se água e aditivos. Os vários os tipos de misturas a frio são: agregado britado de granulometria tratado com emulsão betuminosa; mistura betuminosa aberta a frio; micro aglomerado betuminoso a frio; revestimento superficial betuminoso; e lama asfáltica.

OS pavimentos flexíveis são constituídos por quatro camadas, sendo elas: Revestimento - Camada que recebe a ação; Base – Camada preparada a resistir e distribuir os esforços oriundos da base; Sub-base – Camada corretiva do subleito ou de apoio à base; Subleito – Área de fundação do pavimento. Nota-se que pode haver ou não uma camada denominada reforço do subleito, caracteriza essas camadas mecânicas desse pavimento.

#### **4.6 Revestimentos de Pavimentos Flexíveis**

O material de revestimento pode ser fabricado em usina específica (misturas usinadas),fixa ou móvel, ou preparada na própria pista (tratamentos superficiais). Os revestimentos são também identificados quanto ao tipo de ligante: A quente com o uso de CAP ou a frio com o uso de EAP. As misturas usinadas podem ser separadas quanto à distribuição granulométrica em: densas, abertas, contínuas e descontínuas.

#### **4.7 Manutenção em Pavimentos**

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), o objetivo maior do pavimento é atender, adequadamente às suas funções básicas. Por este motivo ele deve ser concebido, projetado, construído e conservado de forma a apresentar, invariavelmente, níveis de serventia compatíveis e homogêneos,

em toda a sua extensão, os quais são normalmente avaliados através da apreciação de três características gerais de desempenho: a segurança, o conforto e a economia (de manutenção, operação e segurança).

Assim, a manutenção do pavimento se constitui no conjunto de operações que são desenvolvidas objetivando manter ou elevar, a níveis desejáveis e homogêneas características gerais de desempenho, considerando todos os componentes do pavimento.

Os materiais de construção, no decorrer de sua vida útil de serviço, apresentam processos de danificação e deterioração (degradação) inevitáveis que, paulatinamente, implicam a alteração de suas propriedades mecânicas, ou seja, aquelas que governam seu comportamento sob ações de diversas naturezas. Tal fato se traduz nos materiais de camadas de pavimentos, sendo sua degradação motivada por cargas de veículos, produtos químicos e ações ambientais como temperatura, umidades, etc.

Nesse sentido, com o objetivo de unificar as terminologias de manutenção em pavimentos, o DNIT (2006), apresenta algumas definições relativas às principais atividades e problemas típicos de conservação:

#### **4.7.1 Conservação**

Conservação é representado pelo conjunto de ações sejam elas preventivas ou corretivas, ou preditivas, tendo com meta de garantir que as características técnicas e operacionais da rodovia, até que não se possam mais evitar o desgaste natural onde será necessário sua substituição por completa.

#### **4.7.2 Remendos**

Entendemos como remendos, o conjunto de atividades destinadas a tratar manifestações por perdas específicas, ocorrentes no nível de revestimento betuminoso e em alguns casos extremos, atingindo frações da camada de base.

#### **4.7.3 Recuperação superficial (recargas)**

É o grupo de atividades destinadas a tratar desvios superficiais, tais como fissuras, desprendimentos, polimento das asperezas (rugosidade), desgaste (perda de agregados), também pequenas deficiências da geometria transversal do pavimento.

#### **4.7.4 Reforço estrutural**

É o grupo de atividades com o objetivo de elevar a capacidade estrutural do pavimento. Este objetivo é atingido normalmente pela sobreposição de uma ou até mais camadas, das quais serão avaliados ainda pela correção de falhas superficiais existentes.

#### **4.7.5 Restauração**

É o conjunto de operações destinadas a restabelecer o perfeito funcionamento do pavimento. Sendo eles reconstruídos ou sendo substituído, sempre levando em conta as normas estabelecidas pela ABNT NBR 7207, 1982 ou diretrizes padronizadas pela ANAC ou outros órgãos competentes.

### **5 CONCLUSÃO**

Através dos estudos, pavimentar uma via de circulação é, portanto, uma obra civil que enseja antes de tudo, a melhoria operacional para o tráfego, na medida em que é criada uma superfície mais regular que garanta um melhor conforto no deslocamento, mais aderente garantia de segurança em condições climáticas adversas e uma superfície menos ruidosa diante da ação dinâmica dos pneumáticos garantia de melhor conforto ambiental, seja qual for a melhoria física oferecida.

Os pavimentos de Aeroporto são sistemas de extrema total atenção por parte de seus administradores, sendo que o grau de cuidados é bastante relevante para seu bom funcionamento e segurança das aeronaves que neles pousam.

Portanto, seguir normas e diretrizes para a construção e manutenção de pistas de pouso e taxiamento é item obrigatório

e requer responsabilidade de seus construtores e administradores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Terminologia e Classificação de Pavimentação – NBR 7207, 1982.
2. ACI - AIRPORTS COUNCIL INTERNATIONAL. *Annual Worldwide Airport Traffic Report*. Airports Council International. 2009
3. ALVES, C. J. P. **Transporte aéreo e aeroportos**. Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, São José dos Campos, SP. 2012.
4. ANAC. *Resistência de Pavimentos dos Aeródromos – IAC 157-1001*. Instrução de Aviação Civil. Agência Nacional de Aviação Civil. Ministério da Defesa. Brasília/DF, 2008.
5. FAA. **Measurement, Construction, and Maintenance of Skid-Resistant Airport Pavement Surfaces**. Advisory Circular N.º150/5320-12C Change 1. F. A. Administration, U. S. Department of Transportation, 2004
6. IAC, Instituto de Aviação Civil. **Manual de Implementação de Aeroportos**. Rio de Janeiro: Comando da Aeronáutica, Departamento da Aviação Civil, 2007.
7. IATA. **Air Transport Market Analysis**. International Air Transport Association. Montreal, Canada. 2013.
8. INFRAERO (2011). **Anuário Estatístico Operacional 2011**. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Brasília, DF. 2012.