

USO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA GERENCIAMENTO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS

Francisco Heber Lacerda de Oliveira

Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes
Campus do Pici, Bloco 703. Fortaleza, CE, (85) 33669488 heber@det.ufc.br

Luan Fontenelle Vieira Rodrigues

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Departamento de Construção Civil
Av. Treze de Maio, 2081. Fortaleza, CE, (85) 33073600 luanfontenelle@gmail.com

Marcos Fábio Porto de Aguiar

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Departamento de Construção Civil
Av. Treze de Maio, 2081. Fortaleza, CE, (85) 33073600 marcosfpa@hotmail.com

RESUMO

A garantia da segurança operacional aeroportuária é uma tarefa imprescindível, compulsória aos operadores de aeródromos e de difícil aplicação. Em virtude disso, este artigo propõe desenvolver e implementar para pistas de pousos e decolagens, um programa computacional de gestão de pavimentos aeroportuários como suporte técnico-econômico apropriado à tomada de decisão por parte dos operadores de aeródromos. Esse modelo estabeleceu subsídios para a tomada de decisão, fiscalização e controle, como também uma criação de banco de dados para uma melhor orientação quanto às estratégias de manutenção e reabilitação são as mais benéficas, técnica e economicamente, aos pavimentos aeroportuários.

Palavras-chave: Programa, Pavimentos, Aeroportos, Gerência, Tomada de decisão.

1. INTRODUÇÃO

A demanda doméstica em junho de 2018, no Brasil, cresceu 5,1% em relação a junho de 2017, sendo transportados 7,2 milhões de passageiros (ANAC, 2018), impulsionados pelas visíveis mudanças do cenário socioeconômico brasileiro, além das facilidades de compra de bilhetes proporcionadas por algumas empresas aéreas. Muito embora nesse período, o crescimento de passageiros, em média, tenha atingido no Brasil a marca superior a 118%, o mesmo não se pode afirmar da infraestrutura aeroportuária brasileira, que não acompanhou o desenvolvimento das operações aéreas.

As obras previstas na quase totalidade dos aeroportos somente contemplaram a ampliação dos terminais de passageiros e alguns pátios de estacionamento de aeronaves. As pistas de pouso e decolagem e de taxiamento, de modo geral, não foram ampliadas, ou não ocorreram novas construções, pois os sítios aeroportuários, com os espaços físicos atuais, não dispõem de áreas suficientes para tal finalidade ou não foram planejados para tal situação. Dessa forma, é imprescindível que, no mínimo, as pistas existentes sejam conservadas, de modo a garantir o atendimento seguro e contínuo das operações.

Diante do exposto e da importância da disponibilidade efetiva dos aeroportos para o aumento do seu desempenho operacional, para o atendimento da demanda atual e futura e para o consequente desenvolvimento seguro do transporte aéreo nacional e internacional, verifica-se a necessidade de existir uma gestão racional da sua infraestrutura, sobretudo daquelas relacionadas diretamente com a movimentação das aeronaves em solo – pistas de pouso e decolagem e de taxiamento, pois estas são as suas primeiras facilidades de contato e podem ser consideradas como princípio de todas as operações aeroportuárias. Assim, este trabalho tem como objetivo demonstrar um programa computacional de gestão de pavimentos aeroportuários como suporte à tomada de decisão por parte dos operadores de aeródromos.

2. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO

A gestão dos pavimentos aeroportuários deve estar entre as tarefas prioritárias dos operadores de aeródromos. Todavia, nem sempre

essa gestão e as consequentes decisões tomadas ocorrem fundamentadas em um conhecimento mais específico sobre o assunto.

ANAC (2012) menciona que o operador do aeródromo é responsável por estabelecer e documentar os requisitos e procedimentos de monitoramento e avaliação dos pavimentos baseados em sistema de gerenciamento de pavimentos, objetivando manter as condições estruturais e funcionais, além dos requisitos estabelecidos nas suas recomendações.

Conceber e operar um Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários (SGPA) que atenda às diversas necessidades de uma ampla quantidade de usuários, tais como empresas aéreas, operadores de aeródromos e agências reguladoras, na opinião de Broten e Wade (2004), é um grande desafio, mas que se planejado durante as fases iniciais do seu desenvolvimento, será bem-sucedido.

Segundo a INFRAERO (2005), uma das principais metas de um SGPA é a de oferecer e garantir, de modo econômico, um conjunto de estruturas e equipamentos que proporcione um padrão de serventia operacional aceitável e adequado à sua finalidade, exemplo visto na Figura 1.

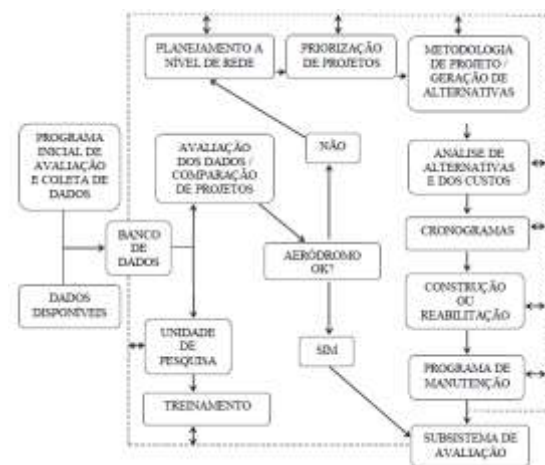


Figura 1: Sistema de gerenciamento de pavimentos para os aeroportos brasileiros (Cardoso, 1988)

Nesse sentido, desde que adequadamente concebidos e incorporados à rotina de operação e manutenção do complexo de pátios e pistas aeroportuários, os SGPA surgem como instrumentos de análise e auxílio ao processo de tomada de decisão e de gestão dessa infraestrutura imprescindível ao funcionamento dos aeroportos.

3. A FERRAMENTA COMPUTACIONAL

Objetivando facilitar a indicação otimizada das estratégias de manutenção e reabilitação a partir das combinações das classificações das condições, um programa computacional foi desenvolvido, como sendo a ferramenta-modelo do SGPA.

A ideia principal é que o programa esteja disponível em plataforma *web* para que as informações de uma rede de aeroportos possam ser inseridas, compartilhadas e controladas. Além disso, é necessário que os operadores de aeródromos, a agência reguladora e os demais envolvidos possam conhecer e acompanhar o cenário atual da rede, propor soluções aos problemas existentes e planejar ações de melhorias futuras, funcionando como um efetivo sistema de gerenciamento de pavimentos.

Procurou-se conceber um programa em linguagem Java, com uma estrutura simples, de fácil atualização futura e com interface bastante acessível aos usuários, podendo funcionar com requisitos mínimos do sistema operacional *Windows* e da maioria dos navegadores de Internet existentes no mercado atual. Deve-se considerar que o seu funcionamento é dependente de um servidor *web* compatível para armazenamento seguro do sistema e do seu banco de dados.

No que diz respeito ao requisito segurança das informações, o programa deve manter restrição de acesso quanto à inserção ou alteração dos dados no sistema, à atualização do banco de dados e das informações relativas às estratégias, sobretudo das suas combinações e dos respectivos custos por unidade. Desse modo, as alterações somente poderão ser realizadas por aqueles que detêm autorização concedida pelos operadores de aeródromos, com responsabilidades formalmente estabelecidas e de conhecimento de todos os envolvidos. Quanto à visualização e acesso às informações, estas devem ser efetivamente controladas, por todos os elos constituintes do sistema.

A tela inicial do SGPA é a que se apresenta na Figura 2. Nela constam as seguintes informações básicas (em destaque no quadro vermelho): na parte superior, a quantidade de aeroportos e pistas cadastrados, bem como a indicação de avaliações realizadas. No exemplo da Figura 2 tem-se 6 aeroportos cadastrados com 8 pistas inseridas (alguns aeroportos podem ter mais de uma pista de pouso e decolagem) e, logo abaixo, apresentam-se os detalhes (denominação das pistas e datas de inserção das avaliações) das 10 (dez) últimas avaliações armazenadas no banco de dados do SGPA.



Figura 2: Tela inicial do SGPA

Numa visão geral, o programa foi estruturado em quatro campos distintos: (disponíveis no lado esquerdo da tela inicial do SGPA) Aeroportos, Avaliações, Estratégias e Histórico,

conforme se observa com o destaque na Figura 3, cujos detalhamentos serão feitos posteriormente.

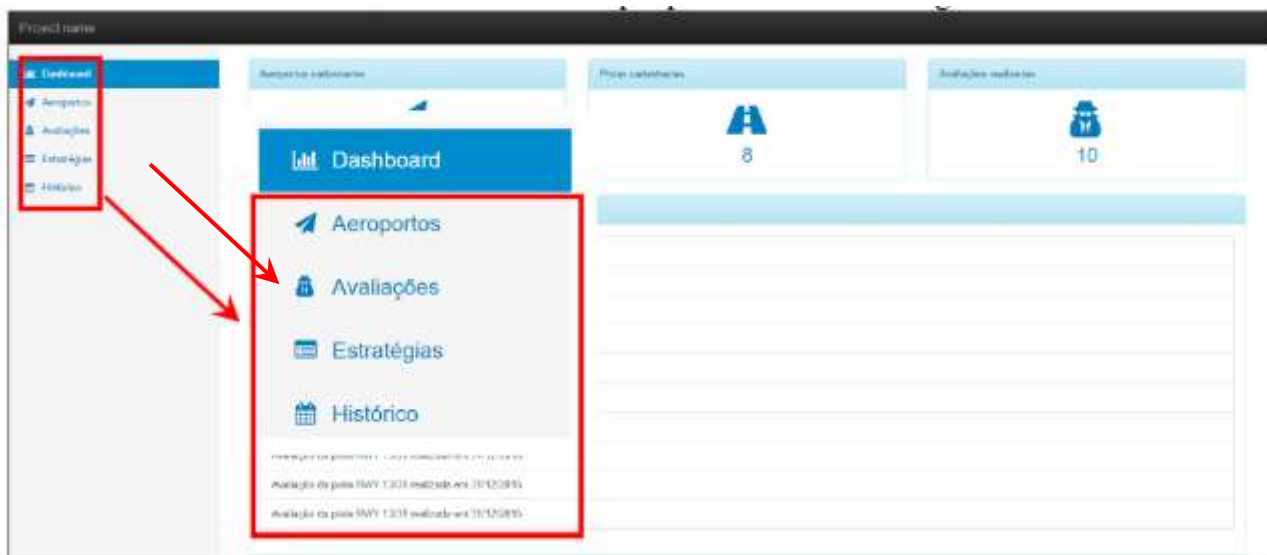


Figura 3: Tela inicial do SGPA com destaque para a sua estrutura geral

O primeiro campo, denominado ‘Aerportos’, apresenta todos os aeroportos cadastrados no SGPA, com suas respectivas pistas,

conforme se visualiza na Figura 4, e seu destaque na sequência. Neste caso, confirma-se os 6 aeroportos e 8 pistas cadastrados.

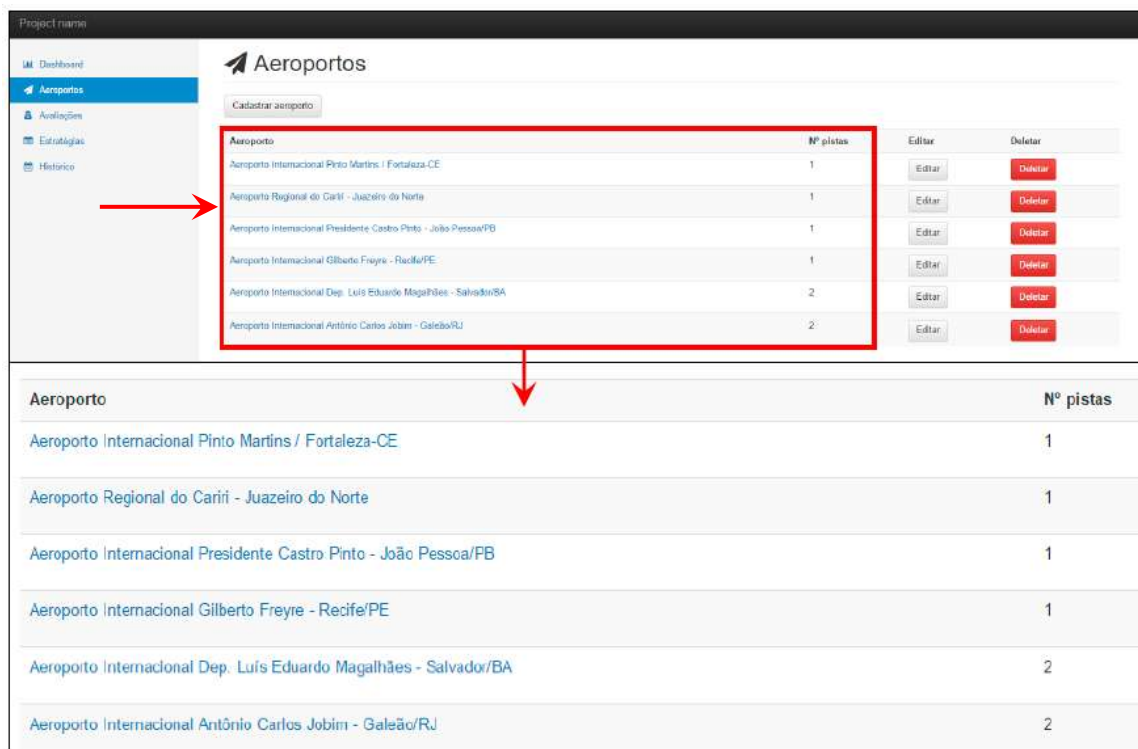


Figura 4: Lista de aeroportos e pistas cadastrados no SGPA

Ainda no campo ‘Aerportos’, é possível cadastrar outros aeroportos e pistas, visando uma melhor análise e tomada de decisão, tanto em nível de projeto, quanto em nível de rede.

Um exemplo de cadastro de aeroporto é o apresentado na Figura 5, para o Aeroporto Internacional Gov. André Franco Montoro, localizado em Guarulhos, Estado de São Paulo.

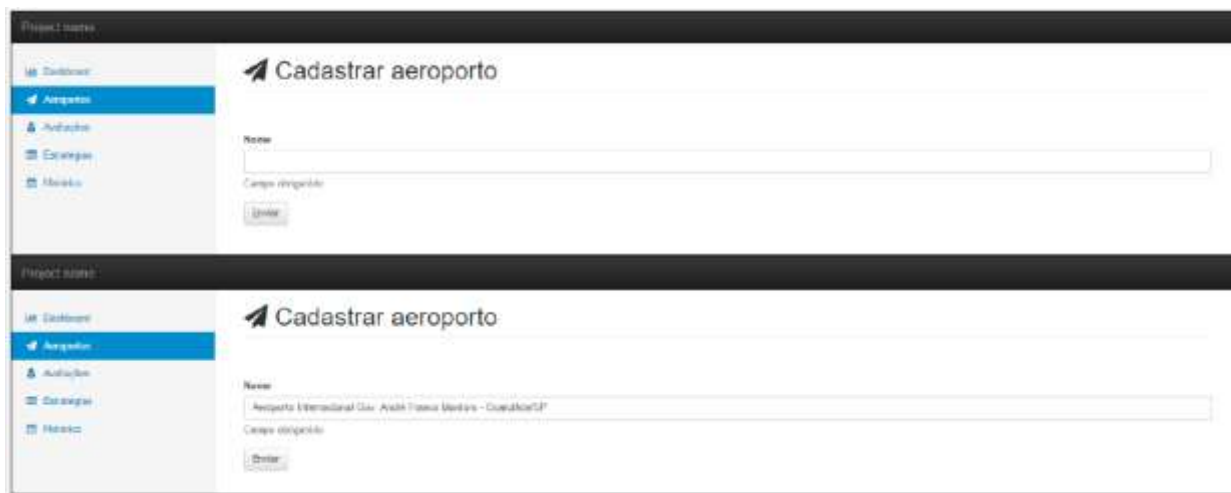


Figura 5: Cadastro de aeroporto e pista(s) no SGPA

Após o cadastro, confirmado pela mensagem “Aeroporto adicionado com sucesso” (no alto da tela, em destaque na cor verde), o nome do novo aeroporto passa a fazer parte da lista com os demais aeroportos cadastrados, porém sem pistas cadastradas, comprovada

pelo número 0 (zero) em “Nº pistas” (Figura 6) e pela mensagem “Nenhuma pista cadastrada para esse aeroporto” (em destaque na cor azul) da Figura 7. A inclusão da(s) pista(s) ocorre no momento seguinte, conforme se verifica na Figura 8.

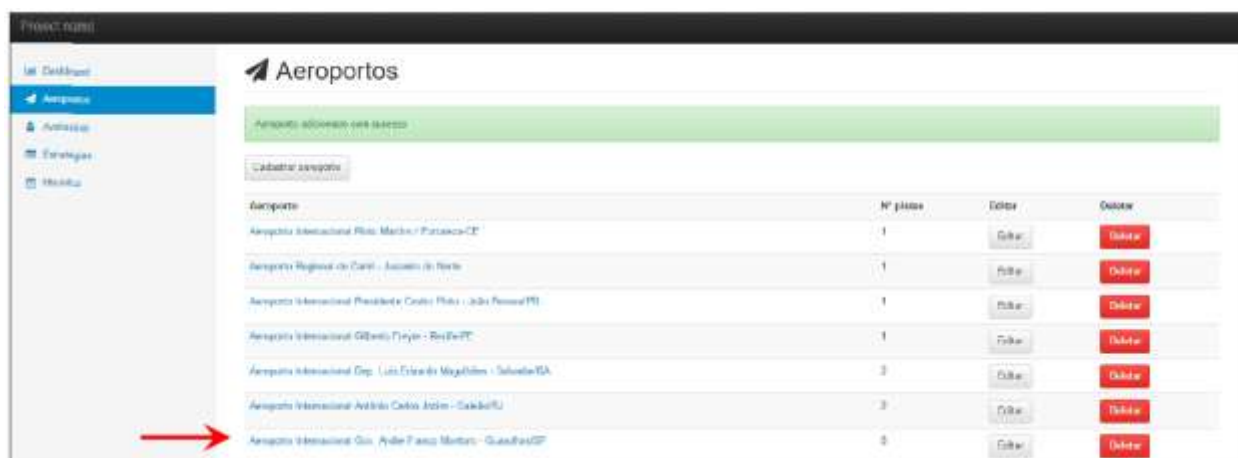


Figura 6: Nova lista de aeroportos e pistas cadastrados no SGPA



Figura 7: Aeroporto cadastrado sem pista(s) no SGPA

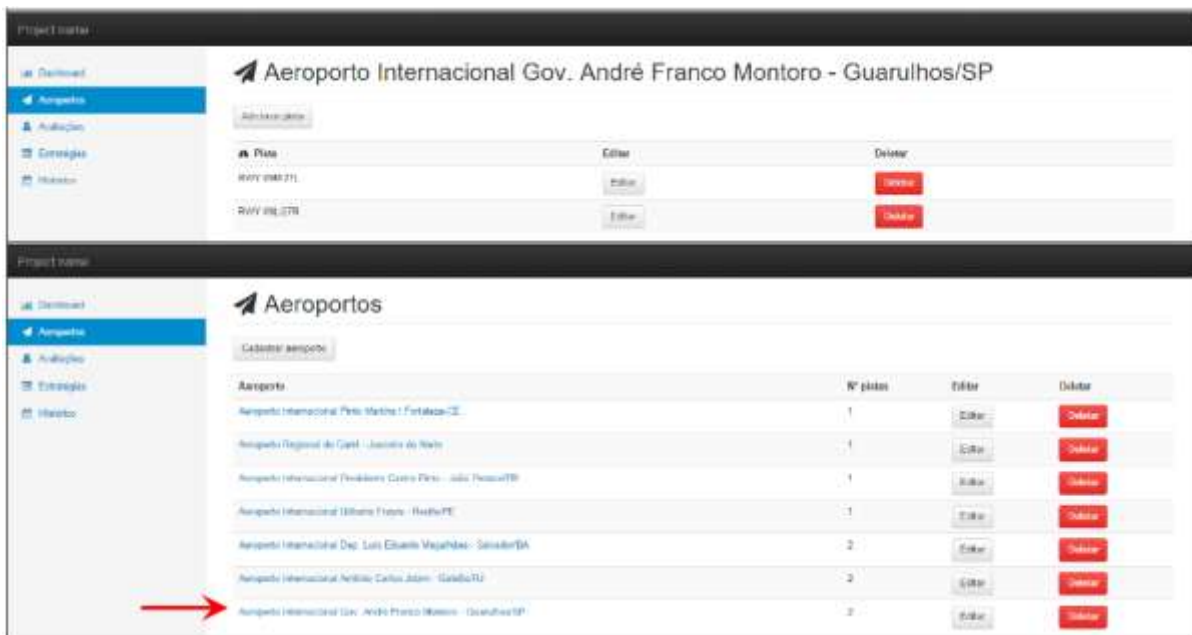


Figura 8: Adição de pistas e nova lista de aeroportos cadastrados no SGPA

No campo 'Avaliações', é possível criar uma nova avaliação, selecionando um aeroporto cadastrado anteriormente, juntamente com a pista a ser avaliada. A partir dessas informações é possível inserir, conforme Figura 9, os dados das avaliações: estrutural ACN (*Aircraft Classification Number*) que representa o número de classificação da aeronave e PCN (*Pavement*

Classification Number) o número de classificação do pavimento, funcional IRI (Índice Internacional de Irregularidade) e PCI (*Pavement Condition Index*) que caracteriza o índice de condição do pavimento, e de aderência (macrotextura – P e coeficiente de atrito – μ , este de acordo com o equipamento e velocidade de medição).

The 'Nova avaliação' form includes the following fields and options:

- Aeroporto:** Dropdown menu with 'Selecione um aeroporto'.
- Pista:** Dropdown menu with 'Selecione uma pista'.
- ACN:** Text input field with 'Obrigatório' label.
- PCN:** Text input field with 'Obrigatório' label.
- IRI:** Text input field with 'Obrigatório' label.
- PCI:** Text input field with 'Obrigatório' label.
- P:** Text input field with 'Obrigatório' label.
- Equipamento de medição:** Dropdown menu with 'Selecione'.
- Velocidade de medição:** Dropdown menu with 'Selecione'.

Figura 9: Dados necessários a uma nova avaliação no SGPA

Ainda no campo 'Avaliações', mais especificamente em 'Nova avaliação', o SGPA indica os parâmetros de campo obrigatório (no caso, todas as condições listadas anteriormente, surgindo à mensagem "Esse campo é obrigatório"), sem os quais o SGPA apresenta mensagem de

erro ('Parâmetros de avaliação inválidos', no alto da tela, em destaque na cor vermelha) e o realce, também na cor vermelha, nos locais dos dados necessários para a inclusão, de acordo com o que se visualiza na Figura 10.

Figura 10: Dados de campo obrigatório em uma nova avaliação no SGPA

Ainda em ‘Nova avaliação’ é possível selecionar os equipamentos (seis no total) e a velocidade de medição (geralmente duas, de 65km/h e 95km/h), a depender do tipo de equipamento utilizado para a determinação do

coeficiente de atrito – μ (Figuras 11), com base nas especificações das legislações vigentes e nos ensaios realizados nas pistas analisadas, seguindo as exigências e práticas recomendadas pela ANAC (2012).

Figura 11: Seleção do equipamento de medição do coeficiente de atrito no SGPA

Para o campo ‘Estratégias’, cuja tela do programa é apresentada na Figura 12, o SGPA contempla a descrição e os custos por unidade de cada uma das 6 (seis) estratégias de manutenção e das 5 (cinco) estratégias de reabilitação conforme sugerido nos estudos de Oliveira (2016). Nesse campo, é possível, ainda, a quem possui autorização específica no SGPA, editar

os valores de custos por unidade, a fim de adequação ou necessidade de atualização dos custos que os baseiam. Ao se acionar o botão “Editar” ao lado de cada estratégia, surgem, por exemplo, as telas mostradas na Figura 13, para os serviços de M1: *Grooving* e R7: *Recomposição de camadas granulares*.

Descrição	Custo por unidade	Editar
M1: Inspeção de acampamento	R\$ 0,7 m	Editar
M1: Growing	R\$ 40,96 m ²	Editar
M2: Selagem de frestas	R\$ 1,93 m	Editar
M3: Pintura de acostamento	R\$ 20,49 m ²	Editar
M4: Reestruturação do revestimento	R\$ 28,23 m ²	Editar
M5: Revestimento atômico e/ou estuque microcristalino	R\$ 2,49 m ²	Editar
M6: Recuperação do pavimento	R\$ 65,91 m ²	Editar
M7: Recuperação de camadas granulares	R\$ 55,74 m ²	Editar
M8: Refugo do pavimento: convencional ou com frangimento	R\$ 207,33 m ²	Editar
M9: Revestimento atômico estrutural convencional: Cimento Portland (CA) / Cimento Portland Usinado e Quartz (CQU)	R\$ 213,64 m ²	Editar
M10: Revestimento atômico estrutural especial: Cimento Portland de Alto (CPA) ou MISTO Portland de Alto (MPA)	R\$ 213,36 m ²	Editar

Figura 12: Descrição das estratégias e custos por unidade no SGPA

Figura 13: Edição de custos por unidade das estratégias no SGPA

Por fim, no campo ‘Histórico’, a partir do aeroporto e da(s) pista(s) cadastrados, é possível buscar o histórico de avaliações, conforme os períodos de análise (data inicial e data final), de acordo com o exposto na Figura 14. Cabe res-

saltar que, se nenhum período for selecionado, o SGPA apresenta todas as avaliações registradas, armazenadas e disponíveis no banco de dados para aquele aeroporto.

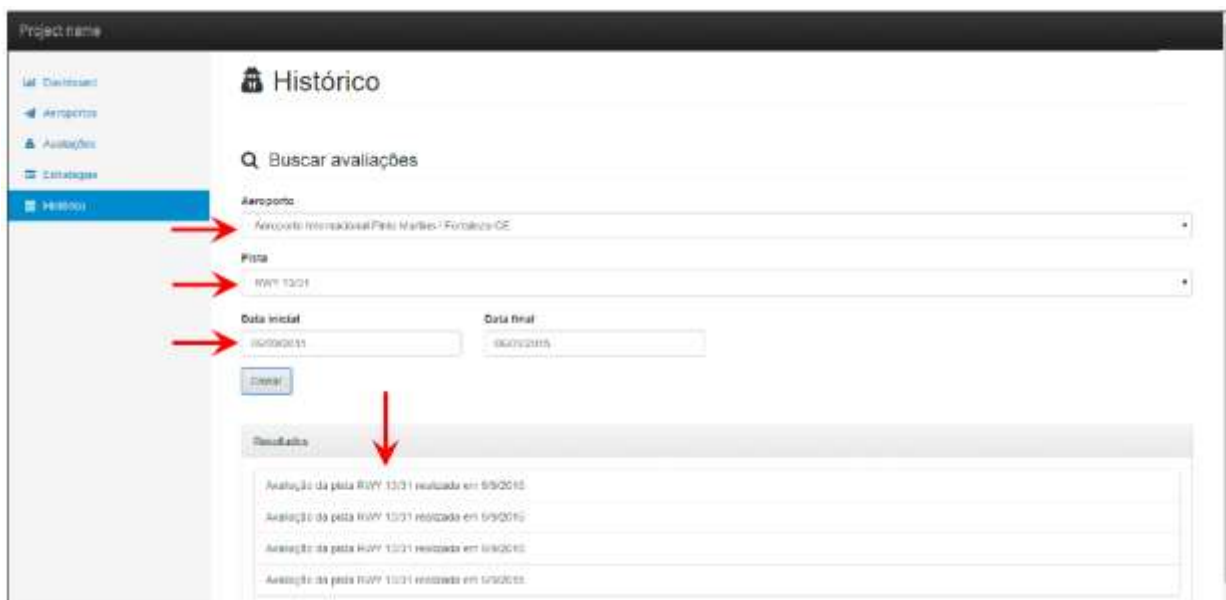


Figura 14: Busca por avaliações cadastradas por período no SGPA

Quando o aeroporto e pista selecionados não possuem avaliações inseridas, o SGPA retorna ao usuário com a informação “Nenhuma avaliação encontrada”.

As informações que são apresentadas ao selecionar-se uma determinada avaliação, dizem respeito aos dados levantados nas avaliações de campo, bem como a solução escolhida pelo ope-

rador de aeródromo (selecionada dentre as possíveis estratégias de manutenção e reabilitação, na fase de inclusão dos dados levantados em campo, bem como da área de intervenção), com os respectivos custos totais. Dois exemplos desse histórico de avaliações realizadas são apresentados na Figura 15.

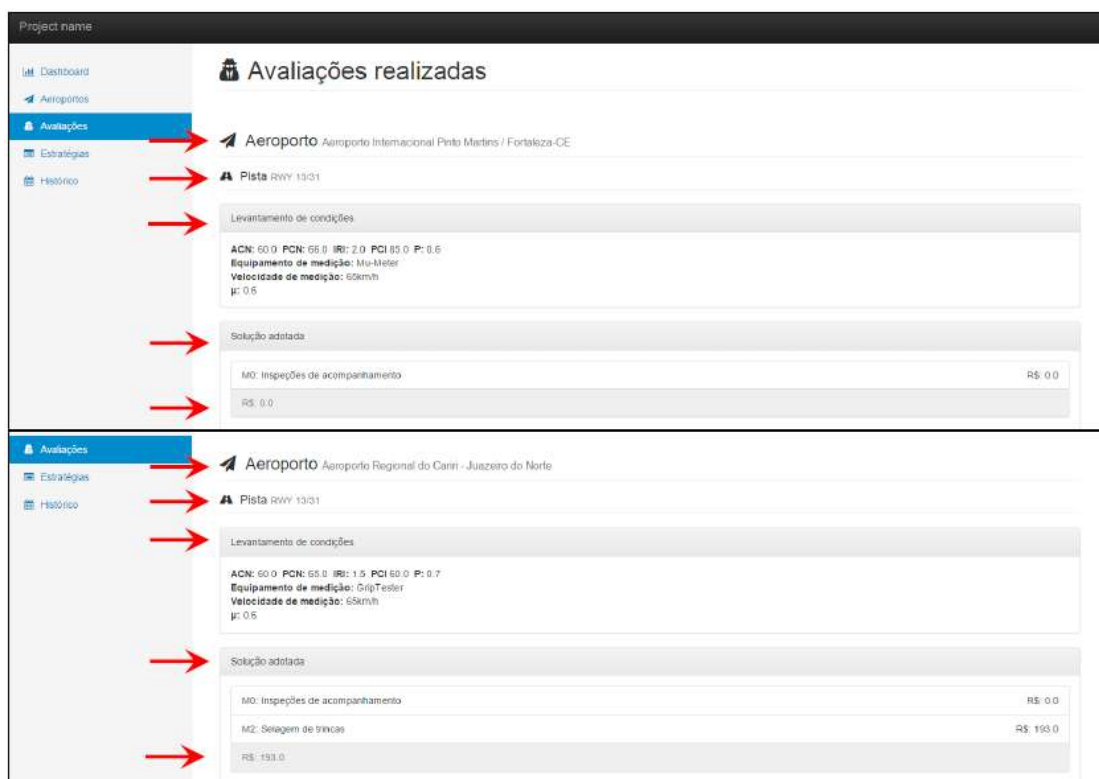


Figura 15: Exemplos de históricos de avaliações realizadas no SGPA

4. CONCLUSÃO

Ao longo do trabalho descrito, verificou-se que o SGPA estabeleceu subsídios para a tomada de decisão dos operadores de aeródromos e para as ações de fiscalização e controle da autoridade aeronáutica, tanto para um único aeroporto, trabalhando em nível de projeto, e, principalmente, quanto para um conjunto de aeroportos, funcionando como em nível de rede.

Além disso, outros envolvidos tais como a Secretaria de Aviação Civil (SAC), e empresas aéreas, podem fazer uso do SGPA, tornando-o, portanto, uma ferramenta global, consistente e racional para a alocação dos recursos materiais, humanos e financeiros necessários ao funcionamento seguro das operações de pousos e decolagens.

Assim, espera-se, também, contribuir junto aos operadores de aeródromos para a melhoria dos processos de planejamento para a programação do cumprimento obrigatório das manutenções necessárias aos complexos de pistas, bem como à autoridade aeronáutica no acompanhamento dessas frequências de levantamento das condições. O foco na gestão dos recursos financeiros foi proposto por meio da utilização dos custos unitários das estratégias de manutenção e reabilitação. Esses custos melhor orientam o tomador de decisão na análise e na escolha da(s) solução(ões) mais confiável(is) do ponto de vista econômico e que atendam às restrições orçamentárias, porventura, existentes.

Outro ponto que merece destaque quanto à implementação do SGPA diz respeito à criação do banco de dados. Nessa ferramenta do sistema, ficam armazenados os históricos de dados e informações que foram levantados por ocasião das avaliações de campo e inseridos no SGPA para uma melhor orientação quanto à tomada de decisão de qual estratégia de manutenção e reabilitação é a mais viável técnica e economicamente aos pavimentos.

Esse banco de dados buscou contemplar os dois níveis componentes dos Sistemas de Gerência de Pavimentos – SGP, o de rede e o de projeto. Isso porque possibilita consultas diversas e elementos para o (i) planejamento para atividades futuras, (ii) base de pesquisas, (iii) programação e alocação dos recursos materiais e financeiros, (iv) definição de políticas, padrões

e especificações de serviços, dentre outras. Com isso, garante-se uma adequada segurança operacional do transporte aéreo.

Por fim, este trabalho sugere a continuidade e a promoção de estudos, pesquisas e análises no campo aeroportuário, além de servir como subsídio às ações dos operadores de aeródromos, da ANAC e dos demais envolvidos no Sistema de Aviação Civil brasileiro através da verificação da viabilidade técnica para se estender os parâmetros das condições físicas e de avaliação às áreas de manobras e de movimento, tais como as taxiways e os pátios de aeronaves.

Da mesma forma, direciona pesquisas futuras para incorporar ferramentas do Micro PAVER ao SGPA desenvolvido, sobretudo quanto à questão visual da situação das pistas de pousos e decolagens e estudar a viabilidade de obtenção da macrotextura por meio de equipamento a laser, a aplicação de modelos mecânicos para análise da capacidade estrutural dos pavimentos, bem como a utilização do *International Friction Index* (IFI) como medida de aderência (coeficiente de atrito) para pistas de pousos e decolagens em aeroportos brasileiros.

5. REFERÊNCIAS

- ANAC. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Nº 153, de 30 de dezembro de 2012. Agência Nacional de Aviação Civil. Secretaria de Aviação Civil. Brasília, DF, 2012.
- ANAC. Demanda doméstica cresce 5,1% em relação a junho de 2017. Agência Nacional de Aviação Civil. Disponível em <<http://www.anac.gov.br/noticias/demanda-domestica-sobe-5-1-em-relacao-a-junho-de-2017>>. Acesso em: 29 jul. 2018.
- BROTON, M.; WADE, M. How to Sustain a Pavement Management System at a Commercial-Service Airport. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGING PAVEMENTS, 6., 2004. Proceedings of 6th International Conference on Managing Pavements. Queensland: TRB Committee AFD10 on Pavement Management Systems, 2004. p. 55-62.
- CARDOSO, S. H. Sugestão de um Sistema de Gerência de Pavimentos Aeroportuários para aeroportos brasileiros. In: Reunião Anual de Pavimentação, 23., 1988, Florianópolis. Anais da 23ª. Reunião Anual de Pavimentação. Florianópolis: ABPv, 1988, p. 56-67.
- INFRAERO. Curso de Manutenção de Pavimentos Aeroportuários. Apostila do Curso. Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária. Superintendência de Engenharia de Manutenção. Brasília, DF, 2005.
- OLIVEIRA, F. H. L. Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento de pavimentos aeroportuários como apoio à tomada de decisão sobre estratégias de manutenção e reabilitação. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.