



CURSO DE LOGÍSTICA AEROPORTUÁRIA

GRAZIELA APARECIDA MERLIN DA SILVA

PATRICIA DA COSTA FERREIRA LIMA

**CONCEITO ACDM: Análise da Recente Implantação do Sistema no
Aeroporto de Guarulhos**

Guarulhos

2021

GRAZIELA APARECIDA MERLIN DA SILVA
PATRICIA DA COSTA FERREIRA LIMA

**CONCEITO ACDM: Análise da Recente Implantação do Sistema no
Aeroporto de Guarulhos**

Trabalho de Graduação do Curso de Logística Aeroportuária, originalmente apresentado no XII FATECLOG 2021 - Congresso Internacional de Logística, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Logística Aeroportuária.

Orientador/a: Prof. Dr. João Roberto Maiellaro

Guarulhos

2021

GRAZIELA APARECIDA MERLIN DA SILVA
PATRICIA DA COSTA FERREIRA LIMA

**CONCEITO ACDM: Análise da Recente Implantação do Sistema no
Aeroporto de Guarulhos**

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Logística Aeroportuária como requisito parcial para obtenção do **Título de Tecnólogo em Logística Aeroportuária**.

Banca Examinadora

Orientador: _____

Prof. Dr João Roberto Maiellaro
Fatec Guarulhos

Banca: _____

Me. Jacy Ferreira Braga
Fatec Guarulhos

Banca: _____

Dr. Carlos Alberto Diniz Grotta
Fatec Guarulhos

Guarulhos, 09/12/2021

CONCEITO ACDM: ANÁLISE DA RECENTE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA NO AEROPORTO DE GUARULHOS

RESUMO

Para o desenvolvimento e otimização constante dos resultados operacionais em um aeroporto dá-se a necessidade de se utilizar ferramentas de gestão. O ACDM Airport Collaborative Decision Making ou Tomada de decisão colaborativa em aeroporto surge como aliado na busca pelos gargalos na operação entre os pousos e decolagens de aeronaves. Neste artigo é proposta a análise da implantação deste conceito no aeroporto Internacional de Guarulhos e a apresentação dos seus primeiros resultados. Para tanto foi efetuada pesquisa de campo exploratória, simulação por intermédio de um software e por fim a análise da comparação dos cenários anterior e posterior à implantação do conceito. Obteve-se como conclusão a tendência ao aumento da eficiência e produtividade das operações caso o conceito seja corretamente seguido pelos parceiros ACDM.

PALAVRAS-CHAVE: ACDM. Teoria das Filas. Simulação.

ABSTRACT

For the development and constant optimization of operational results at an airport, there is need to use management tools. The ACDM (Airport Collaborative Decision Making or Airport Collaborative Decision Making) emerges as an ally in the search for bottlenecks in the operation between aircraft landings and takeoffs. In this article it is proposed to analyze the implementation of this concept at Guarulhos International airport and its first results. For this purpose, exploratory field research was carried out, simulation by means of software and, finally, the analysis of the comparison of the scenarios before and after the implementation of the concept. As a conclusion, the tendency to increase the efficiency and productivity of operations was obtained if the concept is correctly followed by the ACDM partners.

Keywords: ACDM. Queue Theory. Simulation.

INTRODUÇÃO

O Aeroporto Internacional de Guarulhos é o primeiro da América do Sul a implementar o sistema Airport Collaborative Decision Making - ACDM ou Tomada de Decisão Colaborativa em Aeroporto, e sua recente implantação gerou a necessidade de um estudo que aborde os cenários dessa transição e seus resultados, justificando assim este trabalho.

O ACDM vem sendo utilizado em 90% dos aeroportos da Europa como também dos Estados Unidos por mais de 10 anos, o que resulta na otimização da capacidade de atendimento dos aeroportos, promoção de mais movimentos de pouso e decolagens, geração de economia de tempo e combustível e incremento do atendimento de passageiros das empresas aéreas, que performam como um dos parceiros ACDM.

Este estudo tem o objetivo de demonstrar em tempo real os cenários resultantes da recente implementação desse sistema no Aeroporto, observá-los e aplicar no modelo de simulação um estudo que otimize a gestão dos mesmos. Para tanto, a metodologia empregada foi a pesquisa exploratória com levantamento de campo, na qual primeiramente foi realizada a pesquisa bibliográfica em artigos científicos, livros e teses, e após determinadas as técnicas e efetuada a coleta dos dados, foi possível realizar as análises empíricas e teóricas. (MARCONI; LAKATOS,2017).

Este trabalho começa pelo levantamento dos conceitos relacionados às pesquisas, na sequência a análise dos cenários utilizando-se a modelagem pela teoria das filas e após a discussão destes resultados e o que eles significam no ambiente da prática aeroportuária.

EMBASAMENTO TEÓRICO

Este tópico traz embasamento teórico do conceito recentemente implementado no Aeroporto de Guarulhos, os sistemas de informação, a Teoria das Filas e o software que foi utilizado na simulação dos cenários.

ACDM - Airport Collaborative Decision Making ou Tomada de decisão Colaborativa em Aeroporto e a simulação para gerenciamento de resultados

Para o funcionamento eficaz de um aeroporto, diversas operações devem ser realizadas concomitantemente, sem atrasos e de forma específica como tange a regulamentação vigente. Por esse motivo, torna-se imprescindível a utilização de um conceito de decisões colaborativas para que por meio deste, a comunicação seja padronizada, rápida e mais eficiente.

Segundo a ICAO (2014) O ACDM pode ser definido como conceito operacional que está inserido no contexto do Air Traffic Management (ATM) que é oriundo da International Civil Aviation Organization (ICAO) ou em português Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) e possui como objetivo a transformação do ambiente de tomada de decisão para um ambiente holístico onde haja cooperação e colaboração, levando ao equilíbrio de todos os membros envolvidos nas operações devido à equidade de acesso.

O ACDM busca a melhoria da eficiência operacional, ao implementar sistemas de informação colaborativos que permitem o compartilhamento de dados das operações entre as partes interessadas no ambiente aeroportuário.

Pode-se definir um sistema de informação sendo o conjunto de componentes que, coletam ou recuperam dados, assim como o seu processamento, armazenamento e distribuição destes para que seja efetiva a tomada de decisões, também a coordenação e controle nas organizações. (LAUDON; LAUDON, 2011).

Os benefícios da implantação desse conceito são muitos, dentre os quais: capacidade aprimorada da utilização da infraestrutura aeroportuária, redução da carga de trabalho devido à melhor organização das atividades de gestão dos voos, aumento da eficiência operacional na gestão da frota, redução da despesa com combustível, tendo em vista a redução do tempo de taxiamento e menor tempo de uso do motor da aeronave, dentre outros. (ICAO,2016).

Para realizar a comparação de cenários antes e depois da implementação do conceito ACDM no aeroporto de Guarulhos, será utilizada a simulação por meio da aplicação da Teoria das Filas no software Arena.

A teoria das filas define-se como método analítico que estuda as filas utilizando-se fórmulas matemáticas, as filas poderão ser detectadas como gargalos do sistema simulado.

Segundo Prado (2014), a simulação é considerada a técnica que permite, por meio de um computador, a montagem de um modelo que replica o funcionamento de um sistema real e dessa forma a visualização do funcionamento do sistema em estudo, por meio do software ARENA é possível descrever aplicações reais utilizando-se os módulos presentes neste sistema.

Pode-se considerar também a definição de sistema como "[...] o estudo do comportamento de sistemas reais por meio do exercício de modelos." (PARAGON, 2021).

DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

A metodologia empregada foi a pesquisa exploratória com levantamento de campo, na qual primeiramente foi realizada a pesquisa bibliográfica em artigos científicos, livros e teses, e após determinadas as técnicas e efetuada a coleta dos dados, foi possível realizar as análises empíricas e teóricas. (MARCONI; LAKATOS,2017).

Foram realizadas entrevistas com participantes que trabalham utilizando o conceito ACDM e a seguir, será exposta a visão de cada um deles a respeito dos tópicos: lições aprendidas com a implementação e geração do sistema, T.I suporte e integração, barreiras de colaboração, confiança entre as entidades ACDM e medições KPI'S.

Torre de Controle

A torre de controle é responsável pela autorização de *push back*, decolagens e pousos. No início da fase de adaptação, foi obtida a consultoria do Aeroporto de Madrid, que indicou que naquele local, todo o conceito ACDM levou 5 anos para ser rigorosamente seguido. A respeito do TI, a plataforma TATIC é a mesma utilizada anteriormente, porém foram realizadas modificações devido às mudanças nas operações em solo. O único sistema a ser implementado completamente foi o PDS, que funciona como uma tabela pré programada que atualiza o Target Start Up Approval Time (TSAT) de cada companhia aérea conforme os dados fornecidos. A adesão correta dos procedimentos que foram explicados aos colaboradores foi apontada como barreira de colaboração, pois ocasionalmente falta disciplina para que sejam cumpridas as regras operacionais e assim, a confiança entre as entidades ACDM torna-se abalada. O

resultado de tudo isso é a falta de confiança dos operadores da torre de controle no sistema, pois como anteriormente citado, para que haja 100% de aproveitamento do conceito, é necessário que todos os parceiros trabalhem em harmonia.

Também foi implementado um aplicativo no qual os pilotos possuem comunicação direta com as companhias aéreas a respeito dos horários e apesar da existência deste aplicativo, a torre de controle detecta desinformação por parte dos pilotos. Todo o projeto ACDM é de responsabilidade do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e da GRU Airport, assim sendo, os colaboradores da torre de controle não têm autorização de divulgar para cada companhia aérea os seus indicadores de desempenho e explicar que a falta de colaboração em seguir os procedimentos compromete a própria companhia aérea, esta situação é o maior obstáculo indicado pelo setor.

Operador Aéreo

Operador Aéreo é a empresa aérea operadora dos voos nos aeroportos, e para a maioria das empresas aéreas que operam no Aeroporto de Guarulhos, o conceito ACDM era algo totalmente novo e desconhecido, poucos haviam trabalhado no passado. Com os cursos e reuniões ministrados pela concessionária do aeroporto e pela empresa responsável pelo sistema implantado, o operador aéreo começou a absorver o conceito.

No primeiro momento foi algo difícil de entender e aplicar, pois a parte principal interfere diretamente nas operações das empresas, num sentido que a empresa precisa fazer o possível, planejar, se antever de todos os seus processos, para poder alcançar o Target Off-Block Time (TOBT) que foi estipulado pela própria empresa aérea e conseguir um TSAT bom para poder decolar em um horário que não traga atrasos para o restante de sua malha aérea. Da parte do Operador Aéreo, é esperado que os efeitos bons comecem a aparecer para a constatação de que realmente funciona o conceito no aeroporto.

Foram ministrados aos operadores aéreos dois cursos de formação e reuniões explicativas. Durante o processo de implementação, houve comunicação por meio de correio eletrônico, número de whatsapp, telefone disponível e logo em seguida um aplicativo para inserção das informações em qualquer lugar.

As empresas aéreas de maior porte, as domésticas, são as que mais tiveram impacto e contato com os outros players para gerar confiança, pois eles são os que mais tem voos operando no aeroporto. As domésticas são as que mais tiveram que adaptar a malha aérea e conscientizar seus pilotos da nova condição do aeroporto, não sendo mais o primeiro que chama para sair sai primeiro e sim o que cumprir o horário certo sai no horário certo.

Desenvolvedor do sistema implementado

A empresa “A” que desenvolveu o sistema implementado passou por processo de concorrência com duas empresas e com conhecimento em sistemas de aeroportos. Foi um processo apurado, mas que junto ao Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea (CGNA) teve o aval para desenvolver o software que faz o *link* de todos os envolvidos no processo CDM. A empresa já possuía conhecimento no sistema TATIC da Torre de Controle e estava apta para continuar o processo de desenvolvimento do PDS- Pre Departure Sequencer (Sistema referente ao ACDM responsável pelo ordenamento das partidas de acordo com o TOBT informado, buscando em uma sequência otimizada para o aeródromo).

Foram realizados levantamentos de dados com os representantes do aeroporto de Madrid, junto ao Eurocontrol (Órgão regulador da aviação europeia) colhendo dados e logaritmos para dar início ao projeto. Por ser a empresa “A” detentora do sistema TATIC usado na Torre de Controle, a empresa já possuía o banco de dados com os números necessários para começar o projeto do PDS.

Entrar nessa concorrência foi significativo para a empresa, pois os outros participantes já tinham maior conhecimento e renome no mercado. Com o desenvolvimento do projeto, as entidades que fazem parte foram criando vínculos e a confiança no projeto foi crescendo, todos entenderam seus respectivos papéis no conceito e o projeto foi criando forma.

As barreiras de colaboração citadas foram o desconhecimento por parte de parceiros a respeito do conceito do ACDM, o que resulta na falta de motivação das partes alinhadas a ausência de experiência, com a implantação do sistema os gargalos das operações seriam evidenciados, sendo que na verdade esse demonstra ser um dos benefícios da implementação do conceito. A falta de conhecimento também se torna responsável por outra barreira: a confiança no uso do sistema e sua plena execução que são afetadas devido ao período de adaptação e ajustes até a total implementação do projeto.

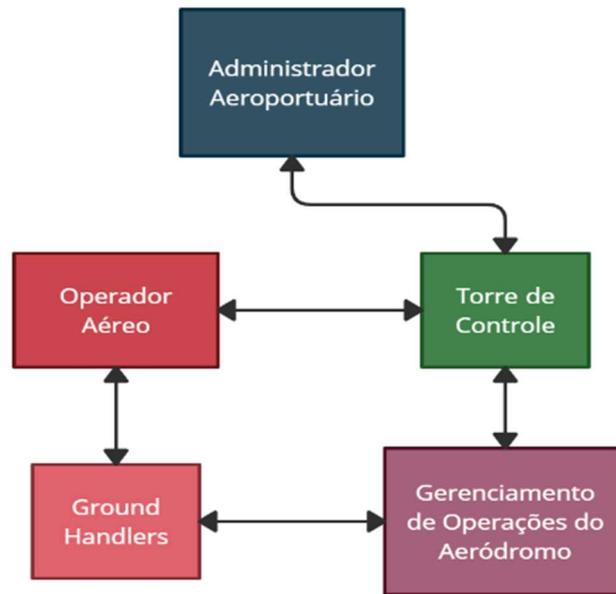
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conceito ACDM e sua implementação no Aeroporto de Guarulhos

O termo “CDM- Collaborative Decision Making” pode ser definido como um conceito aplicado no apoio de atividades, sendo estas desde o planejamento estratégico até a operação em si. Assim sendo, não se pode considerar o CDM como objetivo, mas sim um meio pelo qual pode-se atingir os objetivos, observando o desempenho dos processos geridos.(ICAO,2014).

Ao inserir este conceito nos aeroportos, obtêm-se a alteração da sigla para "A-CDM - Airport Collaborative Decision Making" que direciona a aplicação para as atividades aeroportuárias, com a finalidade de, por meio da participação das partes com a inserção das informações, a viabilização de melhor planejamento de embarque de passageiros, utilização do aeroporto e ordenamento de tráfego, realizando-se ciclo de otimização contínua das operações (Figura 1).

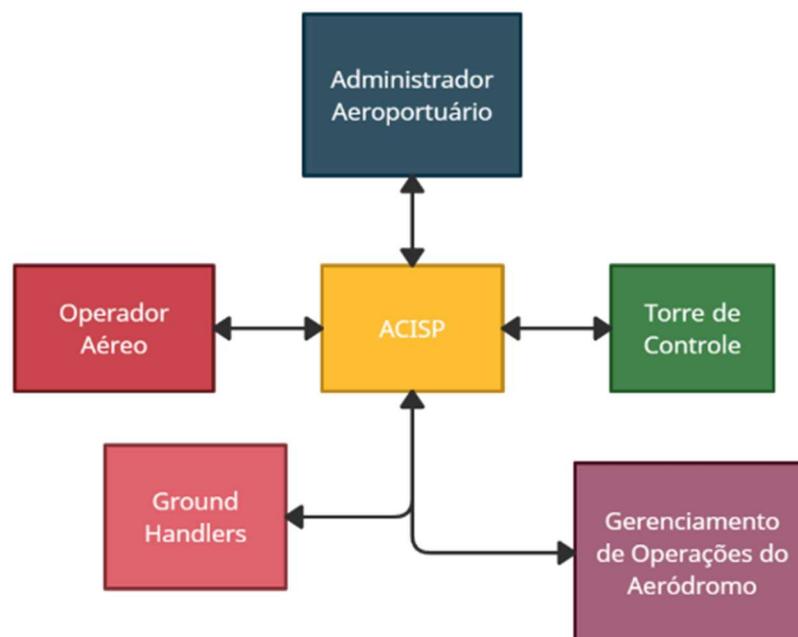
Figura 1- Direcionamento das informações antes da implantação do ACDM.



Fonte: Adaptado de Saipher ATC (2021).

O sistema utilizado anteriormente no aeroporto não permitia o compartilhamento, inserção e visualização de informações por todos os participantes das operações, sendo limitado conforme o tipo de operação. Conforme é possível visualizar na Figura 1, as informações cedidas por cada participante não eram disponibilizadas para todos os outros, o que resultava na dificuldade em aprimorar as operações e otimizá-las.

Figura 2- Direcionamento das informações após a implantação do A-CDM.



Fonte: Adaptado de Saipher ATC (2021).

A implementação do conceito A-CDM deu origem à plataforma ACISP indicada na Figura 2, que funciona como uma central única de troca de informações entre os parceiros, onde todos possuem permissão de inserção e visualização das informações o que permite a busca contínua pelo aumento de capacidade da infraestrutura disponível ao usuário.

A Figura 3 demonstra o funcionamento do sistema Pre Departure Sequencer (PDS) presente na plataforma ACISP, que é o responsável por ordenar as partidas das aeronaves

Figura 3- Funcionamento do Módulo PDS.



Fonte: Adaptado de TATIC ACISP (2021).

O operador de aeronave insere o Target Off Block Time (TOBT) que é o horário pretendido para a aeronave dar sequência ao seu procedimento de partida, e em posse dessa informação o sistema PDS retorna o Target Start Up Approval Time (TSAT) que significa um horário alvo calculado pelo sistema em que a torre de controle autorizará o push back e/ou acionamento do voo para o operador. Para o cálculo deste resultado, o sistema PDS analisa diversas variáveis, tais como: tipo de aeronave, posição de pátio, capacidade da pista e informações do controle de solo. A partir do recebimento do TSAT o operador da aeronave passa a ter a capacidade de planejamento antecipado para a otimização máxima de seus recursos, sem desperdício de combustível, de tempo, e com maior eficiência na prestação de serviços.

A implantação de todo o sistema no aeroporto passou pelas etapas de planejamento, implantação do ACISP, implantação do PDS e a implantação dos KPI'S. Nas fases de implantação do ACISP e PDS, foi utilizado um processo de transição chamado Endurance que continha 3 etapas: familiarização, maturação e consolidação. O Endurance foi diluído em duas fases: na primeira criou-se os logins no sistema com identificação de cada usuário, verificação das informações inseridas pelos operadores aéreos e ajustes. Já na segunda os objetivos foram o treinamento dos parceiros ACDM referentes à sua área de atuação, o ajuste das duas ferramentas (PDS e ACISP) para a maximização da eficiência, correção de falhas ou mau funcionamento e identificação de melhorias.

Simulação no software ARENA

O objetivo da simulação é demonstrar a mudança na eficiência operacional advinda da implantação do conceito ACDM, ilustrando o aumento do desempenho proveniente da mudança dos cenários. Antes do conceito ACDM ser utilizado no Aeroporto de Guarulhos, o processo para a liberação de *push back* e acionamento das aeronaves era feito como “primeiro que chama, primeiro que sai”.

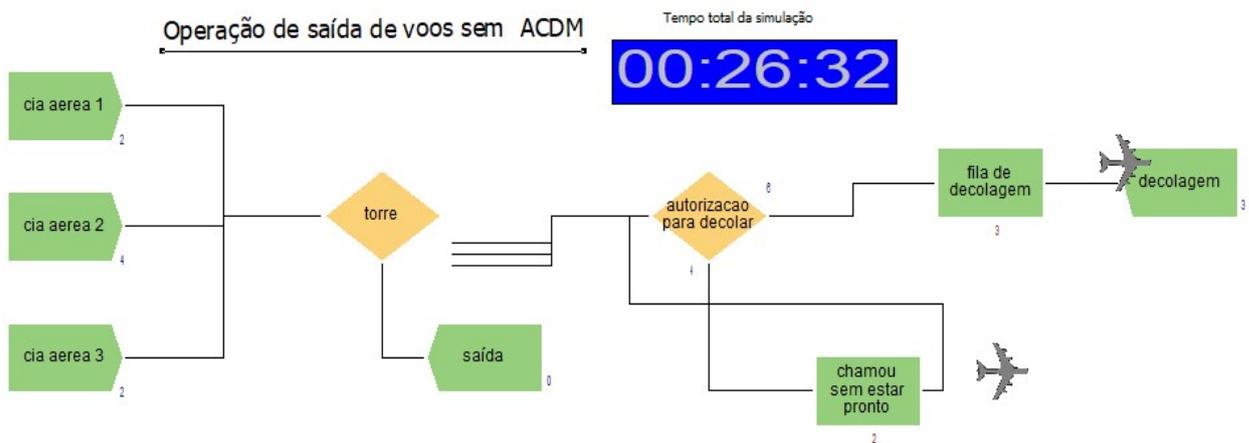
O primeiro voo a chamar a Torre de Controle era o primeiro que entrava na fila para sair e decolar mas nem sempre estava preparado para tal, assim se formava a fila

que muitas vezes, a depender do pico de horário, parava em um ponto de espera de mais de 30 minutos para a decolagem. Com o ACDM, a fila ficou organizada, pois agora o primeiro voo que estiver pronto sai e decola e assim acontece com os voos seguintes consecutivamente. Para visualizar a mudança dos cenários, foi realizada a simulação por meio do Simulador Arena.

Para compreender e analisar o sistema simulado foram definidos termos como entidades que representam o objeto que irá se mover dentro do sistema, atributos que são características próprias que definem as entidades, processos sendo ações sofridas pelas entidades, recursos sendo objetos utilizados nos processos para promover ações nas entidades, tempo simulado como sendo o tempo real, tempo de simulação sendo tempo para que seja executada a simulação e filas que são formadas por entidades quando o recurso esgota a sua capacidade de processamento.

Na simulação realizada os principais elementos do modelo foram entidades representando aeronaves, processos representando a torre de controle e fila para a decolagem e recursos representando toda a extensão da pista do aeroporto. O tempo total da simulação foi de quatro horas e procurou-se reproduzir um período crítico de fluxo de aeronaves com o intuito de demonstrar de fato a diferença em se utilizar o conceito ACDM.

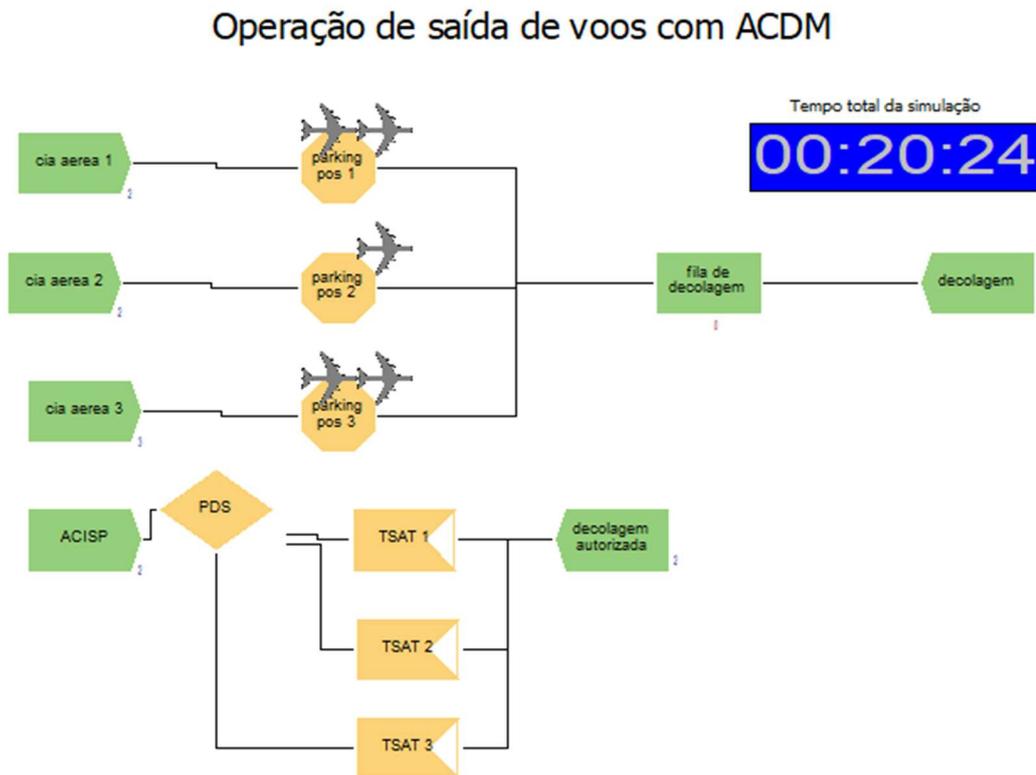
Figura 4- Simulação da operação sem a implementação do conceito ACDM.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Na rotina anterior de operações a primeira aeronave a chamar a torre de controle se tornava a primeira a decolar, porém a aeronave elegida nem sempre decolava de fato, o que resultava em grande quantidade de tempo de atraso para toda a operação.

Figura 5- Simulação da operação após a implementação do conceito ACDM.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Com a implementação do conceito, caso o operador aéreo não estiver pronto para a decolagem perderá a janela de tempo TSAT e retornará para a fila de espera por uma nova janela de tempo, por esse motivo não ocasionará a nenhuma outra aeronave interrupção em seu processo de decolagem.

A Tabela 1 exhibe as diferenças de tempo resultantes da implementação do conceito ACDM, sendo simulado pelo período de quatro horas, com aviões provenientes de três companhias aéreas distintas em horário de pico.

Tabela 1- Comparativo de tempo nos cenários anterior e posterior à implantação do conceito ACDM.

| Indicadores | Período em minutos | |
|---|--------------------|-------------|
| | Antes do ACDM | Após o ACDM |
| Tempo de fila decolagem | 12,79 | 6,61 |
| Tempo médio para atendimento de aeronaves | 17,04 | 8,45 |

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Ao analisar os dados referentes aos tempos de atendimento e tempo da fila de decolagem é evidente a tendência ao aumento da produtividade no aeroporto, há a economia de combustível pois, caso a aeronave permaneça menos tempo na fila de decolagem, seus recursos serão menos utilizados, o que inclui o combustível.

O número de decolagens também aumentou após a mudança de cenários, sem a aplicação do conceito ocorreram 38 decolagens e com a aplicação nas operações este número subiu para 75, o que mais uma vez evidencia não só a tendência ao aumento da produtividade das operações, mas também a possibilidade de expansão das operações, tendo em vista que, com decolagens em menor período de tempo, os *slots* estarão disponíveis para mais aeronaves darem sequência em suas operações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta inicial de análise da implantação deste conceito de ACDM no aeroporto Internacional de Guarulhos e a apresentação dos seus primeiros resultados foi contemplada. Com a pesquisa realizada é possível observar que o processo de implementação do ACDM no aeroporto de Guarulhos trará grandes ganhos a médio e longo prazos. O sistema já está totalmente instalado, passa por pequenos ajustes a cada vez que alguma melhoria torna-se necessária. Pode-se afirmar que, para as empresas aéreas, será nítida a economia de combustível gerada, com a utilização do conceito da forma correta. Os voos sairão no horário agendado, os passageiros chegarão pontualmente em seus destinos e com isso a fidelização do consumidor será ampliada. Também será ampliada a disponibilidade para novos pousos e decolagens.

Levando em consideração que com a pandemia os voos diminuiriam drasticamente, o aeroporto tem a oportunidade de deixar o sistema ajustado para quando o número de movimentos for como em 2019. Essa expectativa está para o ano de 2023. Até lá o aeroporto,

as empresas aéreas e empresa desenvolvedora já terão todo o conhecimento na parte prática para levarem também o conceito para outros aeroportos de grande porte no Brasil.

Futuramente os desenvolvedores do sistema ACISP afirmam que o módulo PDS será atualizado para ser um *machine learning*, e ao invés da análise histórica dos movimentos de pouso e decolagem do aeroporto ser feita para ser ter os dados a serem estudados a análise será feita com os indicadores em tempo real, podendo assim ter dados mais precisos na tomada de decisão.

Tomados em conjunto, estes resultados sugerem que a aplicação e implementação do conceito ACDM poderá ser expandida a outros aeroportos do Brasil que apresentem gargalos em suas operações de pousos e decolagens e com isso, haverá completa transformação na gestão de operação desses aeroportos. Fazendo com que tanto o Brasil, quanto a empresa desenvolvedora sejam fortes concorrentes para a implantação do conceito ACDM em qualquer outro aeroporto do mundo.

REFERÊNCIAS

EUROCONTROL - **European Organization for the Safety of Air Navigation. Airport CDM Implementation - Manual.** Version 5.0. Brussels, Belgium, 2017

IATA - International Air Transport Association, Airport – **Collaborative Decision Making (ACDM): IATA recommendations.** IATA Airline A-CDM Coordination Group AACG, 2018.

ICAO – International Civil Aviation Organization. **Doc 9750- AN/963, Global Air Navigation Plan Manual,** 5^a ed, Montreal, Canada 2016.

ICAO – International Civil Aviation Organization. Doc. 9971/AN245, **Manual on Collaborative Air traffic Flow Management,** 2^a e, Montréal. Canada, 2014.

LAUDON, Kenneth; LAUDON, Jane. **Sistemas de Informação gerenciais.** 9^a ed. São Paulo: Pearson, 2011

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 8^a ed. São Paulo: Atlas, 2017.

PARAGON DECISION SCIENCE. **O que é simulação?.** Disponível em: <<https://www.paragon.com.br/academico/o-que-e-simulacao/>>. Acesso em 20 abr. 2021.

PRADO, D. **Usando o Arena em Simulação: série pesquisa operacional volume 3.** 5. ed. Nova Lima/MG: Falconi, 2014.

RIBEIRO, H. **Modelo de simulação para análise de processos de aeroporto de médio porte.** (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro de ciências exatas e

de tecnologias, Departamento de engenharia da produção, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, p. 140. 2015

SAIPHER ATC. **ACDM: airport collaborative decision making,** 2020. Página inicial. Disponível em: <<https://acdm.com.br/>>. Acesso em: 20 de fev. de 2021.

VAIL, Steve; et al. **Guidebook for Advancing Collaborative Decision Making (CDM) at Airports.** Washington, D.C: National Academy of Sciences, 2015.

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)."