ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DO SISTEMA DE CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO NO BRASIL: ESTUDO DE CASO IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA CSN/ATM

Danilo Souza da Silva
Oficiais Engenheiros do Centro de Defesa Aérea de tráfego Aéreo CINDACTA I.
Elisa Almeida Pereira Loures de Oliveira
Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos – ECT.
Pastor Willy Gonzales Taco
Universidade de Brasília-UnB
Programa de Pós Graduação em Transportes-PPGT

RESUMO
A modernização de sistemas de controle de tráfego aéreo no cenário mundial tornou-se objetivo entre nações para obtenção de segurança nos serviços, redução de tempo, rota, insumos, maior eficiência energética, sustentabilidade e desenvolvimento econômico. A implantação de redes de comunicação e controle mais modernos criam uma organização sistêmica na troca de informações entre os países, o que resulta na interação entre regiões, estabelecendo normas que garantem uma maior efetividade do planejamento e como consequência obtêm o desenvolvimento sustentável do setor aeronáutico. Neste sentido, o presente artigo apresenta o estudo de caso da implantação Sistemas de Comunicação, Navegação e Vigilância/Gerenciamento de Tráfego Aéreo (CNS/ATM) no Brasil, com foco no plano de implantação no período de curto prazo estabelecido pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo, DECEA, são apresentadas análises quantitativas e qualitativas dos dados estatísticos do crescimento da aviação e a meta do Brasil junto à Organização Mundial da Aviação Civil.

ABSTRACT

The modernisation of air traffic control systems on the world stage became goal among Nations to obtain security services, reducing time, route, inputs, greater energy efficiency, sustainability and economic development. The deployment of networks of communication and control most modern create a systemic organization in the exchange of information between the countries, which results in the interaction between regions, establishing rules to ensure greater effectiveness of planning and as a consequence get the sustainable development of the aeronautical industry. In this sense, this paper presents the case study of deployment communication systems, navigation and surveillance/air traffic management (CNS/ATM) in Brazil, with focus on the deployment plan in the short term period established by the Department for airspace control, DECEA, showing quantitative and qualitative analyses of statistical data of aviation growth and the goal of Brazil with the World Civil Aviation.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento assintótico do transporte aéreo compreende a necessidade de aperfeiçoamento e ou criação de novos instrumentos que adéquem à capacidade dos aeroportos a sua crescente demanda. A expansão da infraestrutura aeroportuária tem como finalidade a construção de alternativas seguras e efetivas para solucionar a problemática do congestionamento dos aeroportos (UEDA, 2012). Portanto, o Controle de Trafego Aéreo surgiu para atender a necessidade de conhecimento sobre rotas, insumos, redução do tempo, segurança, maior eficiência energética, sustentabilidade e desenvolvimento econômico, o que possibilitou um planejamento de voos mais eficazes.

Nesta perspectiva, desde a década de 70, a Inteligência Artificial Distribuída, AID, apresenta instrumentos, programas e softwares, que permitem a interação global dos

sistemas de navegação aérea, (Bittencout, 1998). Estes instrumentos são capazes de fornecerem relatórios estatísticos que demonstram o crescimento do fluxo de usuários que circularam entre regiões e países. Podem se citar alguns exemplos como é o caso dos aeroportos de Atlanta, Hrtsfield-Jackson, nos EUA com 95 milhões de usuários, Pequim, Beijing Capital International, na China com 86 milhões usuários e Londres, Heathrow, na Inglaterra com 73 milhões usuários, conforme dados levantados pelo Airports Council International (ACI, 2014).

Ainda sobre a ótica de circulação, no Brasil, segundo o reportado pelo Centro de Gerenciamento da Navegação no Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2015 (CGNA, 2015), os três aeroportos brasileiros com maior movimentação de aeronaves entre os anos de 2013 e 2014 são: Guarulhos 310.690, Congonhas 216.133 e Brasília 200.001, sendo em Guarulhos 39 milhões de usuários. Os dados estatísticos colhidos entre 2014 e 2015, constatam a movimentações de 299.457 em Guarulhos, 199.246 em Congonhas e 199.246 em Brasília, com variações anuais respectivamente em -3,62%, -2,50% e -0,38%.

Com a implementação de novas tecnologias para expansão do mercado da aviação, Siqueira, (2005) afirma que os Sistemas de Comunicação, Navegação e Vigilância/Gerenciamento de Tráfego Aéreo (CNS/ATM) propõem o aumento da capacidade do fluxo de aeronaves no espaço aéreo através da diminuição dos custos na operação, confiabilidade, segurança nos voos, redução de tempo, rota, insumos, sustentabilidade e desenvolvimento econômico. Para tanto, o Brasil vislumbrando uma sobrecarga decorrente do aumento no volume de tráfego aéreo no cenário nacional, vem implementando o gerenciamento de tráfego aéreo através da utilização de satélites. (Basilio *et al*., 2011).

Desta forma o presente artigo visa à avaliação da implantação dos Sistemas de Comunicação, Navegação e Vigilância/Gerenciamento de Tráfego Aéreo (CNS/ATM) no Brasil, com vistas à implantação no período de curto prazo estabelecido pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). A metodologia utilizada corresponde à comparação de dados quantitativos de crescimento de 2002 a 2014, e a apresentação da análise qualitativa do processo evolutivo do sistema de gerenciamento por satélites através da pontualidade dos voos domésticos. Para tanto, será apresentado o referencial teórico contextualizando o sistema CNS/ATM mundial e no Brasil, seguido do estudo de caso nos aeroportos brasileiros e a análise dos resultados, e por fim, as considerações finais.

2. Referencial Teórico

Em 1976, durante a primeira crise mundial do petróleo a *Federal Aviation Administratio*n (FAA- USA), instituiu medidas para evitar o desperdício de combustível da aviação, principalmente quando estas se encontravam em condições de esperas no ar em níveis elevados por muito tempo (Silva, 2001). Assim, o Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo apresenta-se como um termo relativamente novo, onde toda a definição dos conceitos empregados pelo *Air Traffic Follow Management*, ATFM, foram

formalizados em meados da década de 80 pela comissão da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI, 2006).

Segundo Ferreira & Rosa (2013), o ATFM tem como objetivo alocar os voos em rotas, controlar a malha aérea e manter os níveis desejados nos aeroportos, cumprindo sempre o planejamento antecipado dos referidos voos. Ainda segundo o mesmo autor, o Gerenciamento de Tráfego Aéreo (Air Traffic Management – ATM), tem como finalidade cumprir os planos de voos, atender as exigências operacionais de segurança e otimizar o fluxo de tráfego aéreo, sempre voltado à quantidade de movimentos aéreos simultâneos que um setor comporta.

2.1. Infraestrutura Brasileira e o CNS/ATM

O Controle de trafego aéreo no Brasil é provido pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e por sua vez, está dividido em três Subdepartamentos de supervisão, quatro Centros Integrados de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA), um Serviço Regional de Proteção ao Voo (SRPV), cinco Centros de Controle de Área (ACC), 47 Controles de Aproximação (APP), 59 Torres de Controle de Aeródromo (TWR), 79 Destacamento de Controle do Espaço Aéreo (DTCEA) e 90 Estações de Telecomunicações Aeronáuticas e divisões de apoio (DECEA, 2008). O DECEA iniciou em 2008 uma série de estudos sobre o sistema CNS/ATM, com vistas ao desenvolvimento e futura ampliação do controle do tráfego aéreo no Brasil.

O sistema CNS/ATM objetiva aumentar a capacidade do fluxo de aeronaves no espaço aéreo diminuindo custos na operação, melhorando os níveis de segurança praticados na atualidade (Siqueira, 2005). A implantação da rede CNS/ ATM parte do princípio de comunicação realizada por troca de informações em formatos padronizados de mensagens instantâneas – Controller Pilot Data Link Comunications (CPDLC), utilizando sistemas de navegação global em satélite (GNSS) – Global Navegação aérea baseada em Satélites numa performance (PBN) –Performance Based Navigation. O GNSS determina a posição e tempo (sincronismo) através de constelações de satélites, receptores de bordo e monitores de integridade.

Neste conceito a localização de posição das aeronaves, é integrada ao Sistema de Vigilância ATS que genericamente significa ADS (Automátic Dependet Surveilance). No sistema ADS a aeronave transmite informações contínuas e automáticas utilizando diversos receptores em sua área de alcance (ADS-B, Broadcast) ou em contato de uso de satélite (ADS-C, Contract), onde a precisão de sua posição é compilada com a multilateração de satélites, com sua posição informada através do cálculo da diferença de tempo de chegada do sinal em um número de sensores (DECEA, 2010). A padronização do sistema CNS/ATM consolidou-se com o Global Management Operational Concept DOC 9854/AN458 (OACI, 2006).

A navegação PBN especifica os requisitos de desempenho de Navegação Aérea (RNAV) das aeronaves quanto à exatidão, integralidade, disponibilidade, continuidade e funcionalidades necessários a operação. Assim o PBN propõe a mudança de operação

baseada em sensores específicos (sensor based operation) para uma operação baseada em performance, definidos pelos requisitos de desempenho do sistema de navegação e em procedimentos de aproximação por instrumentos de não precisão ou em um espaço aéreo determinado. Com a interação dos equipamentos em solo, no espaço (GNSS) e na aeronave são criados os requisitos de desempenho, através do emprego dos sensores no sistema.

As especificações de Performance de Navegação Requerida (RPN) e RNAV compreendem os requisitos onde RPN conta com monitoração e alerta de performance a bordo da aeronave, e está designada como RNP X, ode "X" é o valor da exatidão de posicionamento horizontal, em milhas náuticas, fornecido durante a navegação aérea em 95% do voo. Uma Especificação RNAV não prevê os requisitos de monitoração e alerta de desempenho a bordo da aeronave e, da mesma foram, está designada como RNAV X. A designação RPN 4 por exemplo, indica que a aeronave deverá manter um erro horizontal máximo de 4NM (Milhas Náuticas), durante 95% do seu tempo.

Assim a figura 1 representa os sistemas de gerenciamento de fluxo de tráfego aéreo nos estágios: Inicial em que há o levantamento e análise do sistema radar em solo, estágio de implementação de satélites e estágio de funcionamento pleno da constelação de satélites. Observa-se através da figura 1 que a implementação do sistema de satélites, pode influenciar diretamente no translado das aeronaves, consumo de combustíveis por diminuição de rotas quanto ao translado, tempo de voo, impactando na pontualidade e comunicação dos dispositivos eletrônicos, através dos elementos empregados e tempo de respostas das aeronaves para performance.



Figura1: Comparação dos sistemas Convencional, RNAV e PBN.
Fonte: OACI- Organization Aviation Civil International (2006)

A navegação do Sistema de Comunicação, Navegação e Vigilância de Gerenciamento do Tráfego Aéreo (CNS/ATM) encontra-se distribuída com diversas nomenclaturas distintas, porém com o mesmo princípio base de funcionamento. O GNSS nos Estados Unidos encontra-se em funcionamento com o sistema GPS em sua íntegra, na Rússia o sistema GLONASS com estimativa de implantação plena em 2021 utilizando 24 satélites, na União Europeia o sistema GALILEO com planejamento de implantação completa em 2020 utilizando 30 satélites, e o COMPASS - Baidou 2 na China com

estimativa de utilização de satélites 30 em até 2020. Segundo (DECEA, 2011), apenas o GPS apresenta em sua totalidade possuindo receptores disponíveis no mercado com maior facilidade. O desenvolvimento de novas tecnologias tornam-se necessárias para integração de todo o sistema de aeronavegação, no intuito de obedecer a diretrizes estabelecidas na 11ª Conferencia de Navegação Aérea (DECEA, 2011).

2.2. Plano de implantação do CNS/ATM no Brasil:

O Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SICEAB), órgão subordinado ao Ministério da Defesa criado em 1990, teve sua instalação com o programa de desenvolvimento no setor aeroviário do Brasil, através do Plano de Desenvolvimento do Sistema de Proteção ao Voo (PDSPV) criado no início da década de setenta. Os Planos de Desenvolvimento do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (PDSCEA), como evolução do planejamento objetivaram a adoção de sistema e equipamentos de controles automatizados e mais sofisticados, como forma de antecipar as necessidades futuras. (SICEAB, 2010).

Conforme o DECEA (2011), após a edição do Plano Global de Navegação Aérea pela OACI em 2006, o Brasil, iniciou através da criação de normas como o DCA 351-2 em 05 de maio de 2008, uma série de estudos e estratégias de transição para implementação do sistema CNS/ATM, com vistas ao desenvolvimento e ampliação do setor aéreo. A capacidade da infraestrutura aérea e das aeronaves, foram base para o planejamento e os dados estatísticos extraídos do crescimento da movimentação aérea nacional e internacional apontaram as necessidades para implementação e relação custo/benefício. Assim a metodologia de implantação estabeleceu em seus estudos e implantação:

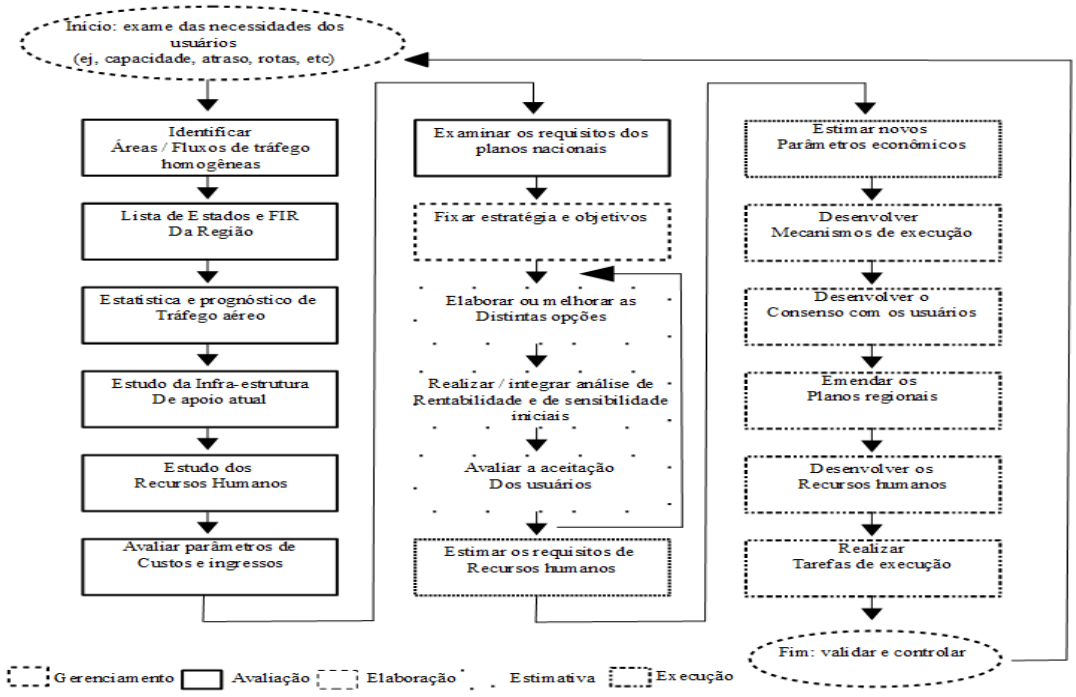


Figura 2: Diagrama de fluxo de planejamento
Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA - COMANDO DA AERONALTICA (2011)

A implantação de melhorias em infraestrutura estabelecidas em três estágios delimitou estratégias num planejamento temporal em curto prazo (2011 a 2014) abrangendo o evento da Copa do Mundo no Brasil, médio prazo (2015 a 2020) e longo prazo (2016 a 2020). As diretrizes determinadas pela OACI no Conceito Operacional ATM Global – DOC 9854, no Plano Global de Navegação Aérea- DOC 9750, bem como no Planejamento da Região SAM, balizam sobre a necessidade de interação de continentes numa esfera global, homogeneizando equipamentos de modo a atender os requisitos de segurança, eficiência, regularidade das operações aéreas, diminuição de compostos químicos combustíveis e economicidade durante as operações (DECEA, 2011).

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Análises quantitativa do fluxo de passageiros nos vinte maiores aeroportos brasileiros.

A análise temporal entre os anos 2002 a 2011 foi dividida em duas séries de cinco anos, que explicitam os dados de passageiros pagos para voos nacionais e internacionais entre empresas brasileiras e estrangeiras nos vinte maiores aeroportos do Brasil, com voos regulares e não regulares. Os índices apresentam um crescimento de 167% na série temporal, 2002 a 2011, sendo, para os primeiros cinco anos da primeira série, um crescimento de 43,40% e para a segunda série um crescimento de 69,2%. Portanto, uma evolução ascendente de crescimento para os dados analisados que balizam sobre o mercado e as perspectivas de investimentos para o setor.

Tabela 1: Porcentagem de crescimento entre anos de 2002 a 2011

Serie anual analizada	Nº Passageiros	% Entre anos	Crescimento em % por 5 anos	Crescimento total em 10 anos %
2002	58.904.572	0,0%		
2003	56.745.673	-3.6%	43,40%	
2004	62.250.522	9,7%		
2005	75.852.622	21,8%		
2006	84.504.689	11,4%		167%
2007	92.928.103	9,9%		
2008	99.674.242	7,25%		
2009	111.453.452	11,8%	69.2%	
2010	136.359.959	22,34%		
2011	157.280.162	15,34%		

Fonte: Dados de crescimento fornecido pela ANAC 2011

Os aeroportos analisados foram: Guarulhos, Congonhas, Brasília, Galeão, Confins, Salvador, Santos Dumont, Porto Alegre, Campinas, Curitiba, Recife, Fortaleza, Vitória, Manaus, Florianópolis, Belém, Goiânia, Cuiabá, Natal e São Luiz.

3.2. Análise quantitativa de voos nos aeroportos brasileiros.

A tabela 2 denota os índices percentuais de crescimento dos voos em concordância com a quantidade crescente de passageiros explicitado na tabela 1, onde a relação entre oferta de assentos pagos é proporcional à eficiência do desenvolvimento do setor aéreo no modal de transporte nacional ou internacional em voos regulares, evidenciando um crescimento para o período de 68,6%.

Tabela 2: Porcentagem de crescimento de voos e passageiros.

Série anual analizada	Nº de Voos	Crescimento % Anual	Crescimento % Total no período
2005	559.000	6,85%	
2006	585.000	4,72%	
2007	628 .000	7,23%	
2008	658 .000	4,85%	
2009	734 .000	11,50%	
2010	845.000	15,14%	68,6%
2011	958 .000	13,42%	
2012	991 .000	3,42%	
2013	947 .000	-4,46%	
2014	942 .000	-0,49%	

Fonte: Dados de crescimento fornecido pela ANAC 2014

A figura 3 apresenta a evolução da quantidade de voos nos mercados domésticos e internacional entre 2005 a 2014 com o acumulado de 67,7% em performance no período. A escala progressiva ascendente dos voos realizados, apresentam o mercado doméstico com a maior parcela dos usuários pagantes e a que mais cresceu no período analisado.

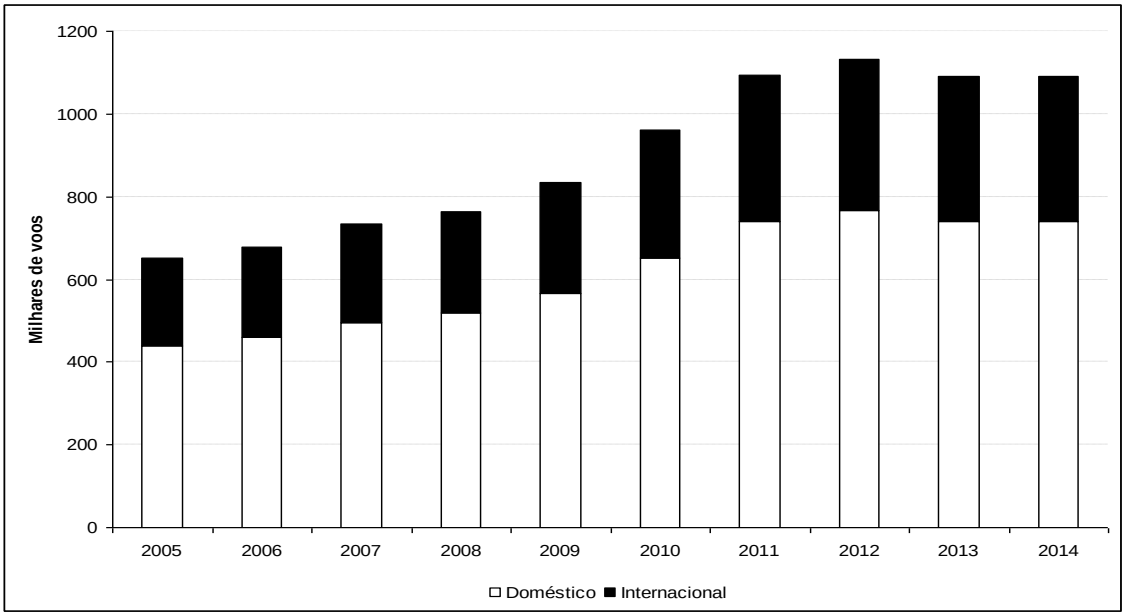


Figura 3: Evolução da quantidade de voos domésticos e internacional
Fonte: ANAC 2014

3.3 Análises do Assento/Quilômetro Ofertado (ASK) em voos Domésticos

O crescimento de Assento/Quilometro Ofertado (ASK) em voos domésticos apresentou um crescimento acumulado para o período de 68,6%. Entre 2011 e 2014 a variação apresentou-se menos acentuada, porém se compararmos 2014 a 2005 o crescimento foi de 128%. A tabela 3 apresenta, portanto, a estabilidade da implantação do sistema frente a capacidade da infraestrutura no período de 2011 à 2014.

Tabela 3: Tabela de Assento Quilometro Ofertado

Série anual analizada	Milhões de Assentos	Crescimento %	Crescimento % Total no período
2005	51	14,1%	
2006	57	11,8%	
2007	67	11,7%	
2008	75	4,85%	
2009	86	14,5%	
2010	103	19,0%	68,6%
2011	116	13,0%	
2012	119	2,8%	
2013	116	-2,9%	
2014	117	1,0%	

Fonte: Dados de crescimento fornecido pela ANAC 2014

3.4. Análise Passageiros/Quilômetros Pagos Transportados (RPK)

Conforme tabela 4 o índice de crescimento entre os anos de 2005 a 2014 foi de 162,5% no período. A partir de 2010 onde as rotas foram todas definidas e consolidadas os resultados foram refletidos em 2011onde houve um ganho percentual mais expressivo entre assentos pagos neste período e uma estabilidade ente os anos de 2012 a 2014.

Tabela 4: Tabela de Passageiros/Quilômetro Pago Transportado

Série anual analizada	Bilhões / Passageiros	Crescimento %	Crescimento % Total no período
2005	35,5	22,0%	
2006	40,6	14,1%	
2007	45,7	12,8%	
2008	49,7	8,7%	
2009	56,9	14,4%	
2010	70,3	23,6%	162,5%
2011	81,5	15,9%	
2012	87,0	6,9%	
2013	88,2	1,4%	
2014	93,3	5,8%	

Fonte: Dados de crescimento fornecido pela ANAC 2014

3.5. Análise comparativa de passageiros do modal de transporte rodoviário e aéreo para distâncias acima de 75 km

Com dados fornecidos pela Agência Nacional de Transportes Terrestres, (ANTT), foi observado o crescimento do transporte aéreo interestadual com distâncias superiores a 75 km por grupo de milhões de usuários comparado ao modal rodoviário. Em 2005 observou se que a participação do transporte aéreo neste mercado era de 46.2 %, contra 53.7 % do rodoviário. Já em 2014, o modal aéreo ampliou a sua participação e alcançou 58.4%. Na figura 4 é possível observar o ponto de intercessão entre os dois modais de transporte onde, a partir de 2010 com a implementação das rotas já consolidadas e os custos menos onerosos, o modal aéreo obteve expressivo indicador de 89 milhões de usuários.

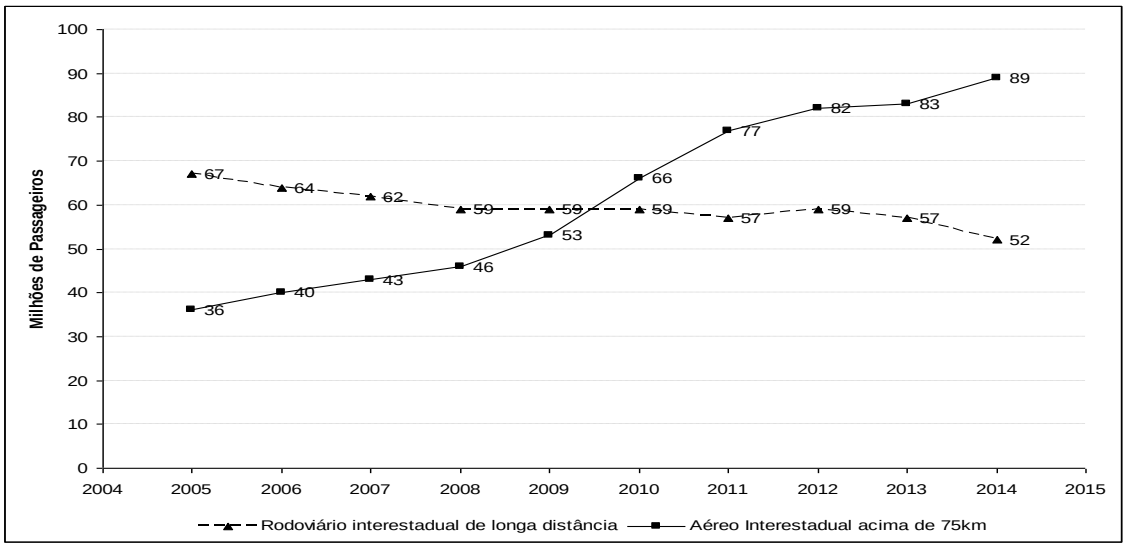


Figura 4: Evolução da quantidade de passageiros dos transportes aéreo e rodoviário interestadual
Fonte: ANAC 2014

3.6. Análise qualitativa de pontualidade e cancelamento de voos.

A análise qualitativa ilustrada na figura 5 demonstra a evolução na pontualidade dos voos domésticos. O percentual médio de atrasos e cancelamentos apresenta declínio substancial após a implantação de novos planos de voos e consequente redução de atrasos. Nota-se que para as variáveis analisadas, o ano de 2007 foi o que apresentou pior resultado, onde o cancelamento apresentou índice de 31,55%, atrasos superiores a 30 min apresentou índice de 20,65% e atrasos superior a 60 min apresentou índice de 16,34%. A distribuição e o balanceamento entre os aeroportos através do sistema CNS/ATM propiciou o fornecimento de indicadores de crescimento anual da eficiência do sistema, o que refletiu no ano de 2014 onde apresentou para todas a varáveis acentuada melhora, onde cancelamento declinou para 7,89%, atrasos superiores a 30 min declinou para 11,15% e atrasos superiores a 60 min declinou para 2,93%.

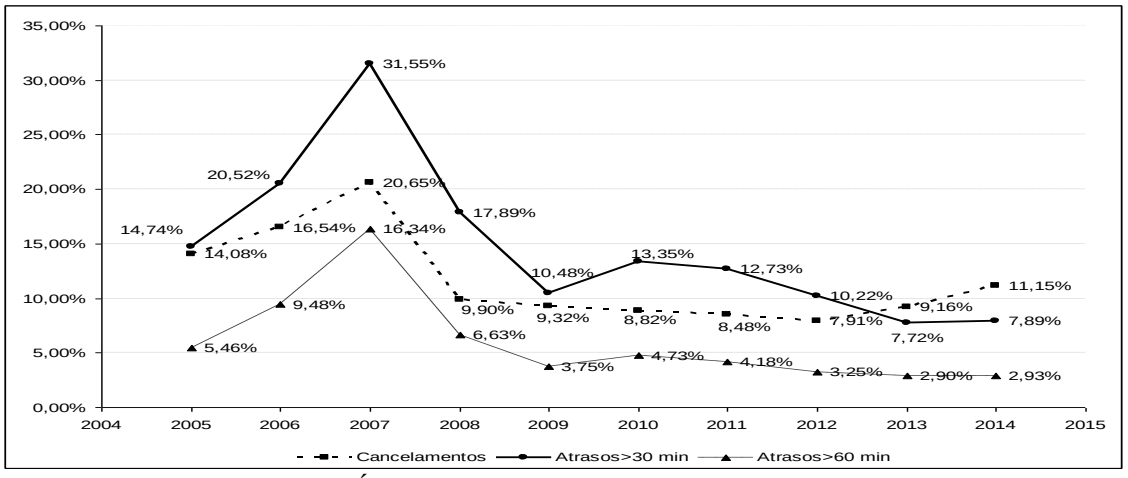


Figura 5: Índices de pontualidade e cancelamento de voos
Fonte: ANAC 2014

3.7. Análise de custos por trecho percorrido em km

Em unidades monetárias, Reais, por meio do indicador de custo por km percorrido foi observado o declínio em menos da metade do custo, passando de R$ 0,792 por km para R$ 0,310, uma redução real de 60,9%. O indicador Tarifa Aérea Média é calculado pela média ponderada do valor das tarifas aéreas comercializadas pelas empresas brasileiras em todas as linhas aéreas domésticas regulares de passageiros. A ponderação tem por base a quantidade de bilhetes emitidos correspondente a cada valor comercializado.

Tabela 5: Porcentagem de custos 2005 a 2014

Série anual analisada	Custo em R$	Trecho Percorrido	Ganho em %
2005	0,792	1 Km	60,9%
2014	0,310	1Km	

Fonte: Dados de crescimento fornecido pela ANAC 2014

4. ANALISES DOS RESULTADOS

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos por meio da análise comparativa dos dados referentes a série histórica que compreendem os dez anos, 2005 a 2014, de levantamento e implantação do sistema CNS/ATM, a variação da porcentagem analisada permite apontar o início dos resultados positivos em 2010, decorrente da consolidação das rotas, melhorias e estabilidade do sistema quanto ao plano de implantação em progressão. Os indicadores resultantes da análise de passageiros, voos efetuados, eficiência ASK/RPK, pontualidade e custo por distância resultaram em quatro variáveis.

Tabela 6: Tabela comparativo de evolução e eficiência

Implantação do sistema em 2010					
Série anual	Aéreo/ Milhões	Rodoviário/Milhões	R$/Km Aéreo	ASK/Milhões	Crescimento Aéreo/Rod.(%)
2005	36	67	0,79	51	-46,6%
2006	40	64	0,68	57	-37,64%
2007	43	62	0,49	67	-30,64%
2008	46	59	0,65	75	-27,11%
2009	53	59	0,45	86	-10,16%
2010	66	59	0,33	103	11,86%
2011	77	57	0,31	116	35,8%
2012	82	59	0,31	119	38,9%
2013	83	57	0,32	116	45,61%
2014	89	52	0,31	117	71,15%

A análise dos dados de porcentagem indicam o crescimento do transporte aéreo doméstico frente ao rodoviário onde, a partir de 2010 houve o início da implantação do sistema CNS/ATM e por consequência o aumento de ASK. Através dos índices de atrasos de voos, observamos a melhora gradativa onde há uma estabilidade entre 2010 a 2014, comprovando a eficiência do sistema através da redução de atrasos. O custo por quilômetro apresenta queda gradativa e uma estabilidade a partir de 2010 com reflexos nos anos seguintes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil apresenta um cenário de crescimento contínuo ao tráfego aéreo muito em função dos investimentos em sua estrutura aeroportuária, os recursos empregados para uma modelagem estrutural visam à eficiência logística, redução dos custos dos insumos, além da sustentabilidade e melhoria nos serviços prestados. A implantação de redes de comunicação e controle mais modernos criam uma organização sistêmica na troca de informações entre os países, o que resulta na interação entre regiões, estabelecendo normas que garantem uma maior efetividade do planejamento e como consequência obtêm o desenvolvimento sustentável do setor aeronáutico.

A implantação do Sistema CNS/ATM com o controle de trafego aéreo através de satélites garante de forma efetiva um passo relevante à melhoria da infraestrutura aeronáutica brasileira. Os Custos envolvidos para implantação de novas tecnologias são recuperados quando ficam evidenciados a qualidade e pontualidade do fluxo ordenado do transporte aéreo. Para tanto, os acordos firmados com a OACI para uma maior interação entre os países componentes, a visão de modernidade e segurança da aviação são pilares para que sejam realizados novos investimentos e assim a homogeneidade dos sistemas, passo a passo estão sendo atendidos conforme o plano de implantação.

Os resultados obtidos com a implantação da primeira fase do sistema CNS/ATM são notórios quando se observa a qualidade, o aumento do fluxo de passageiros, oferta de assentos das empresas e por tanto a diminuição dos preços das passagens. O que tem proporcionado a muitos brasileiros a oportunidade de ter acesso a este tipo de transporte. Ficou evidenciado, portanto que os investimentos aplicados apresentam retornos imediatos, seja redução de tempo, consumo em insumos, qualidade e ampliação contínua o que trouxe a melhoria eficaz do sistema de controle aeroportuário brasileiro.

Em trabalhos futuros, pesquisas envolvendo o sistema CNS/ATM podem ser desenvolvidas com o objetivo de melhorias do fluxo de tráfego em solo, tratativa quanto ao dispêndio de tempo durante o desembarque de passageiros nos procedimentos de abertura de porta das aeronaves e mesmo o desempenho quanto à redução de separação de aeronaves durante o fluxo aéreo. A inserção do impacto ambiental no contexto da implantação do sistema. E por fim, o acompanhamento e análise da implantação das Fases 02 e 3 previstas no cronograma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC. Anuários Estatísticos, acesso http://www2.anac.gov.br/estatistica/anuarios.asp

Basílio, Gustavo Borges, et al. "CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO: PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS." Conexão SITRAER 2.3 (2011): 113-129.

Bittencourt, Guilherme. "Inteligência artificial distribuída." UFSC–http://www. lcmi. ufsc. br/gia/ic-artigos/iad. ps. gz (1998).

DECEA. acesso http://www.decea.gov.br

DECEA. DCA 351-2 (2008) Concepção Operacional do ATM Nacional. Comando da Aeronáutica, Brasília.

DECEA. Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2013, acesso http://www.cgna.gov.br/wp-content/themes/cgna/documentos/do/anuarios/anuario_2013.pdf

DECEA. Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2014, acesso http://www.cgna.gov.br/wp-content/themes/cgna/documentos/do/anuarios/anuario_2014.pdf.

DECEA. Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2015, acesso http://www.cgna.gov.br/wp-content/themes/cgna/documentos/do/anuarios/anuario_2015.pdf.

Internacional Civil Aviation Organization (ICAO): Procedimento para o serviço de navegação aérea. Doc. 4444-RAC/501, Montreal, Thirteenth Edition, 1996

Ferreira, D.M; Rosa, L. P. Utilização de Algoritmos Genéricos para Sequenciamento de Partidas em Aeroportos. Universidade de Brasília. Brasília 2013.

Fonseca, Wilber Campos, and Humberto César Machado. "Incursão em pista: um risco potencial, atual e crescente nas operações." Aviation in Focus-Journal of Aeronautical Sciences 6.1 (2015): 9-16.

MIYAMARU, DO. "Tendências na evolução dos sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo no Brasil In: VII Simpósio de Transporte Aéreo, 2008, Rio de Janeiro." Anais do VII Simpósio de Transporte Aéreo, p. XII-XVIII (2008).

OACI (2007) Doc 9750-AN/963 – Global Air Navigation Plan. Organização de Aviação Civil Internacional,Montreal.

OACI (2006) Plano Global de Navegação Aérea para Sistemas de Comunicação, Navegação e Vigilância/ Gerenciamento do Tráfego Aéreo, Montreal.

OACI (2005) Doc 9854-AN/458 – Global Air Traffic Management Operational Concept. Organização de Aviação Civil Internacional, Montreal.

Ribeiro, Vitor Fillincowsky, et al. "Previsão de cenário para o controle de fluxo de tráfego aéreo do CINDACTA I." Sitraer 7 (2008): 268-280.

Rios, J., Ross, K., 2008. Solving high-fidelity, large-scale traffic flow management problems in reduced time. In: AIAA Aviation Technology, Integration and Operations Conference. Anchorage, Alaska, AIAA Paper 2008-8910.

Richetta O. and A.R. Odoni (1995). Optimal algorithm and Remarkably Efficient Heuristic for GHP in ATC, Operations Research Vol. 43, 758-770.

Silva, L. N. (2010) O Mercado de "Slots" e a Concessão de Aeroportos à Iniciativa Privada: Caminhos Possíveis para o Setor Aéreo. Journal of Transport Literature, vol. 4, n. 1, pp. 49-80.

SILVA, A. M. G.Sistema de simulação acelerado para análise de fluxo de tráfego aéreo / A. M. G. SILVA - São José dos Campos: INPE,2001.

Siewerdt, Eno. "O modelo de controle do espaço aéreo brasileiro e sua integração com outros sistemas." Apresentação em PowerPoint. VII SITRAER–Simpósio de Transporte Aéreo, Rio de Janeiro (2008).

Siqueira, Cristiani de Araújo. Navegação aérea segundo o conceito CNS/ATM: custos e benefícios. Diss. Brasil. Ministério da Defesa. Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA). Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), 2005.

Souza, Bueno Borges de. "Modelo de balanceamento com multi-fluxos para aplicaçao em gerenciamento de tráfego aéreo." (2008).

Stoltz, S. e P. Ky (2001) Reducing Traffic Bunching More Flexible Air Traffic Flow Management. 4th USA/Europe ATM R&D Seminar, Novo México.

Stoltz, S. e R. Guerreau (2002) Future ATFM Measures (FAM) operational Concept. EUROCONTROL EEC Note No. 13/02.

Targa, D., C. J. P. Alves e M. J. M. Araújo (2001) Uma Ferramenta Automatizada no Auxilio a Alocação de Slots para o Problema de Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo, Artigo Científico. XV ANPET – Associação Nacional de Pesquisa em Transportes.

Ueda, Thiago Vinicius Alves. "Congestionamento em aeroportos: há alguma saída para o caos?." Journal of Transport Literature 6.2 (2012): 253-264.

Vismari, Lúcio Flávio. Vigilância dependente automática no controle de tráfego aéreo: avaliação de risco baseada em modelagem em redes de Petri fluidas e estocásticas. Diss. Universidade de São Paulo, 2007.

Weigang, L.; C. J. P. Alves e N. Omar (1993) Knowledge – Based System for Air Traffic Flow Management: Timetable Rescheduling and Centralized Flow control. In: G. Rzevski, J. Pastor, and R. A. Adey (eds.). Applications of AI in Engineering VIII, Vol. 2. Elsevier, (1993), pp. 655-670.

Weigang, L.; C. J. P. Alves e N. Omar (1997) An expert system for Air Traffic Flow Management. Journal of Advanced Transportation, Vol. 31, No. 3, 1997, pp. 343-361.