DESENVOLVIMENTO DO SWIM REGISTRY BRASILEIRO

Iuri Souza Ramos Barbosa, Lucas Borges Monteiro, Li Weigang
TransLab, Department of Computer Science, University of Brasilia (UnB), Brazil.
Tel.: +55 61 3107 3679 E-mail: iuri.srb@gmail.com, lucasbmonteiro@gmail.com, weigang@unb.br

Camila Bassetto, Filipe S. Queiroz,
Jeferson S. Santos, Alexandre B. Barreto
Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA), Brazil.
Tel.: +55 12 3945-9000 E-mail: barretoabb@icea.gov.br, camilacb@icea.gov.br, jefersonjss@icea.gov.br, filipefsq@icea.gov.br

ABSTRACT

The System Wide Information Management (SWIM) consists of standards, infrastructure and governance enabling the management of air traffic information and services. The main component in the SWIM is the registry, a central repository for services and service related information, which improves interoperability. SESAR (Europe) and NextGen (USA) embraced SWIM for modernizing their Air Traffic Management programs. In Brazil, the SWIM ecosystem and the SWIM registry are at an early stage of development. This work presents a review of the main concepts of SWIM and introduces an architecture for a SWIM registry in a Brazilian scenario.

Keywords: System Wide Information Management, Air Traffic Management, SWIM, SWIM Registry, interoperable services.

1. INTRODUÇÃO

O Sistema de Gerenciamento de Tráfego Aéreo, ou simplesmente Sistema ATM (do inglês, *Air Traffic Management*), é baseado na provisão de serviços, que, por sua vez, são resultantes da ação conjunta de todos os recursos, incluindo o espaço aéreo, os aeródromos, as aeronaves, a infraestrutura tecnológica e os recursos humanos. A função primária do Sistema ATM é possibilitar o voo de um aeródromo a outro, dentro de um determinado espaço aéreo, livre de perigos, obedecendo aos limites de capacidade do Sistema e fazendo ótimo uso de todos os seus recursos. (BRASIL, 2011)

O Sistema ATM pode ser qualificado como um sistema de transporte, que alguns autores (DODDER, 2004) classificam como CLIOS (do inglês *Complex, Large-scale, Integrated, Open Systems*), o que significa que eles são complexos, de larga-escala, integrados e abertos. Nesse sentido, pode-se concluir que o Sistema ATM é complexo por causa (a) de seu grande número de componentes e seus tipos de interconexões e interações; (b) do alto número de *stakeholders*, que possuem percepções diferentes acerca do que é um "bom" desempenho do Sistema; e (c) dos comportamentos transversais, já que as ações no domínio físico impactam no domínio da missão e vice-versa. Ele é de larga-escala por que impacta uma extensa região geográfica. O atributo de integração é observado na interconexão com outros sistemas de transporte (ferroviário, rodoviário, fluvial, etc.) e com outros sistemas diversos (energia, mudança climática global, etc.). Por fim, por ter seu desempenho fortemente dependente de fatores sociais, políticos e econômicos, um Sistema ATM é também considerado um sistema aberto.

Entre os princípios que regem o Sistema ATM, está o da Informação, já que, cada vez mais, a Comunidade ATM será diretamente dependente do recebimento de informações em tempo oportuno, relevantes, precisas e confiáveis, colaborando e orientando a tomada de decisões. Nesse contexto, o amplo compartilhamento de informações do sistema permitirá que a Comunidade ATM conduza suas operações de forma segura, eficiente e com uma relação custo-benefício favorável. (BRASIL, 2011)

Atualmente, o Sistema ATM nacional apresenta como uma de suas limitações a "infraestrutura limitada para o intercâmbio de informações em tempo real, entre o Sistema ATM, os operadores de aeródromos e os operadores de aeronaves, impossibilitando obter respostas oportunas quanto aos acontecimentos e às modificações nos requisitos operacionais dos usuários" (BRASIL, 2011). Desta forma, a comunicação entre membros da comunidade ATM é prejudicada dado que cada serviço utiliza protocolos de comunicação, infraestrutura e padrões próprios.

Considerando essas características, e com o objetivo de fomentar a modernização do Sistema ATM, a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), responsável pelo estabelecimento de padrões e práticas recomendadas para o setor da aviação civil em todo o mundo, propôs o conceito *System Wide Information Management* (SWIM) por meio do qual os serviços ATM serão integrados, com uso de uma infraestrutura e de um conjunto de padrões e políticas comuns, gerando, assim, maior interoperabilidade entre serviços (ICAO, 2015; COSTA et al., 2014). O objetivo é melhorar a gestão da informação e, consequentemente, o compartilhamento destas informações, fornecendo suporte para o diálogo permanente entre os vários *stakeholders*. Com o SWIM, o compartilhamento de informações ATM se torna algo mais simples e menos custoso (SESAR JU, 2013).

Para realizar a implementação desse nível de interoperabilidade no Brasil, e como resultado de um esforço de cooperação entre diversas instituições, foi definido como primeiro passo o estabelecimento de um *Testbed* para validação inicial do conceito, demonstração dos benefícios que podem ser alcançados com a adoção do conceito e disponibilização de um ambiente que possa ser utilizado para simulação de cenários, gerando, assim, resultados que podem ser utilizados como suporte à tomada de decisão quanto às definições estratégicas acerca do SWIM no Brasil.

Inicialmente o *Testbed* será utilizado para demonstração da infraestrutura necessária e critérios iniciais de governança, por meio de um cenário simples, em que apenas um ou poucos serviços serão migrados para este ambiente. Para isso, e considerando que o conceito SWIM é baseado em uma arquitetura orientada a serviços, doravante chamado apenas de SOA[1] (THE OPEN GROUP, 2017), é necessário implementar um *Registry*, bem como estabelecer e implementar as formas de comunicação deste com os provedores e clientes de serviços (PAPAZOGLOU, 2008). Ainda, é necessário definir qual serviço será considerado para as demonstrações, utilizando, para isso, como base, as informações conhecidas dos cenários nacional e mundial.

O SWIM *Registry* é descrito como um repositório de metadados para serviços e documentos, que possibilita o acesso centralizado de todos os interessados a essas informações. O SWIM *Registry* é um elemento-chave para suporte do conjunto de padrões e políticas comuns definidos pela governança SWIM. (ICAO, 2015)

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma solução de SWIM *Registry* e suas funcionalidades, bem como descrever as ações em curso para definição do primeiro serviço a ser demonstrado no *Testbed*, servindo assim, de suporte para o desenvolvimento do SWIM no cenário ATM brasileiro.

2. CONCEITO SWIM E SWIM REGISTRY

2.1. SWIM

O SWIM é definido como o conjunto de padrões, infraestrutura e governança necessários à gestão e ao intercâmbio de informações relacionadas ao ATM entre as partes interessadas por meio de serviços interoperáveis (ICAO, 2015).

Pode-se listar como benefícios da utilização do SWIM: a melhoria do processo de tomada de decisões, um aumento na performance de sistemas, maior flexibilidade na comunicação através da aplicação de padrões comuns para troca de informações, menor acoplamento entre serviços, melhor gerenciamento de mudanças, entre outros.

O escopo do SWIM é o ilustrado na Figura 1, abarcando as camadas de infraestrutura e de modelos para a troca de informações e serviços, além da governança, que permeia essas camadas.

As aplicações habilitadas ao SWIM (SWIM-*enabled Applications*) irão consumir ou prover serviços de informação utilizando os padrões SWIM estabelecidos. Embora essa camada não faça parte do escopo do SWIM, é por meio dela que indivíduos e organizações, como gerentes de tráfego aéreo e usuários do espaço aéreo, irão interagir, utilizando aplicações interoperáveis por meio do SWIM.

Na camada de Informação e Serviços estão contidos os modelos e padrões para troca de dados. Nesta camada são definidas a sintaxe e a semântica dos dados trocados pelas aplicações (por exemplo, AIXM, FIXM, WXXM, que são os modelos já estabelecidos internacionalmente para a troca de informações aeronáuticas, de fluxo e voo e meteorológicas, respectivamente).

A governança estabelece os processos para garantir que sejam cumpridas as regras, políticas e padrões estabelecidos. Nesta camada são definidas as cadeias de responsabilidade, autoridade e comunicação, bem como os mecanismos de medição e controle para possibilitar que os participantes executem seus papeis adequadamente.

O SWIM deve operar sobre uma infraestrutura interoperável por meio da qual os dados e informações serão distribuídos. Nesta camada estão os serviços centrais do SWIM, como por exemplo: gerenciamento de interface; solicitação, resposta, publicação e assinatura de mensagens; segurança de serviços; e gerenciamento de serviços corporativos. A conectividade básica será

[1] Do inglês *Service Oriented Architecture*.

provida por meio de redes IP dedicadas e protegidas, bem como pela Internet (pública ou privada). Nesta camada são providos os serviços básicos de telecomunicações. Essa camada também não faz parte do escopo do SWIM, que fará uso de redes e protocolos existentes.

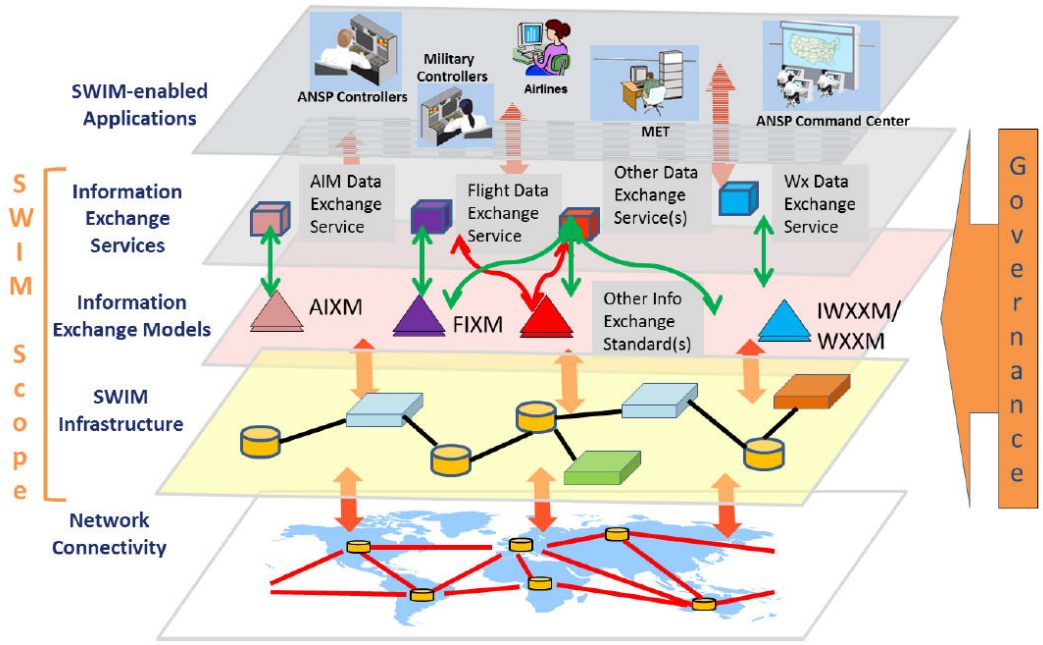


Figura 1: Escopo SWIM (ICAO, 2015).

A interoperabilidade entre serviços é aperfeiçoada com o uso de modelos e serviços compartilhados, além da utilização dos padrões e tecnologias mais adequados (ICAO, 2015). O compartilhamento de recursos no ambiente SWIM é realizado com o apoio da governança, que estabelece processos para assegurar que regras, políticas e padrões apropriados sejam seguidos (ICAO, 2015).

2.2. SWIM REGISTRY

O SWIM *Registry* é o elemento chave no ambiente SWIM que reúne recursos relacionados à interoperabilidade e permite a aplicação de regras quando apropriado (ICAO, 2015). Ele permite que produtores de informação publiquem serviços e que consumidores encontrem estes serviços dadas as informações disponíveis no *Registry* (ICAO, 2015).

O *Registry* tem como objetivo melhorar a visibilidade e a acessibilidade das informações e serviços relacionados ao ATM disponíveis no SWIM, permitindo que as partes interessadas compartilhem uma visão comum do SWIM. Ele é a fonte de referência para serviços disponíveis para aplicações SWIM. No *Registry* é detalhado o conjunto completo de serviços fornecidos, com informações qualitativas, consolidadas e estruturadas da finalidade do mesmo, bem como e em que condições ele pode ser consumido. É também a fonte de referência para outras informações relacionadas à interoperabilidade entre serviços, tais como modelos de troca de informações, infraestrutura e políticas.

No que se refere ao acesso às informações ATM, o SWIM *Registry* pode assumir os seguintes papéis:

- Ponto de referência – onde todos os serviços disponíveis são listados e descritos seguindo estrutura e taxonomia comuns;

- Ponto de acesso único – com informações consolidadas dos serviços para o usuário final;
- Ponto de encontro – entre provedores que publicam informações sobre seus serviços e consumidores que buscam serviços que atendam suas necessidades;
- Ponto de controle único – facilitando a supervisão e a condução de serviços no SWIM.

O SWIM *Registry* possui sua arquitetura orientadas a serviços (SOA). Nesse tipo de arquitetura, a troca de informações se dá basicamente entre duas entidades: consumidores e provedores de serviços. Consumidores de serviços acessam o SWIM *Registry* para localizar serviços que realizam determinadas tarefas, enquanto provedores de serviços utilizam o *Registry* para publicar serviços. A Figura 2 ilustra a interação entre essas duas entidades e o papel desempenhado por uma terceira entidade, chamada Autoridade SWIM, responsável pela definição de políticas, diretrizes e padrões compartilhados no *Registry*.

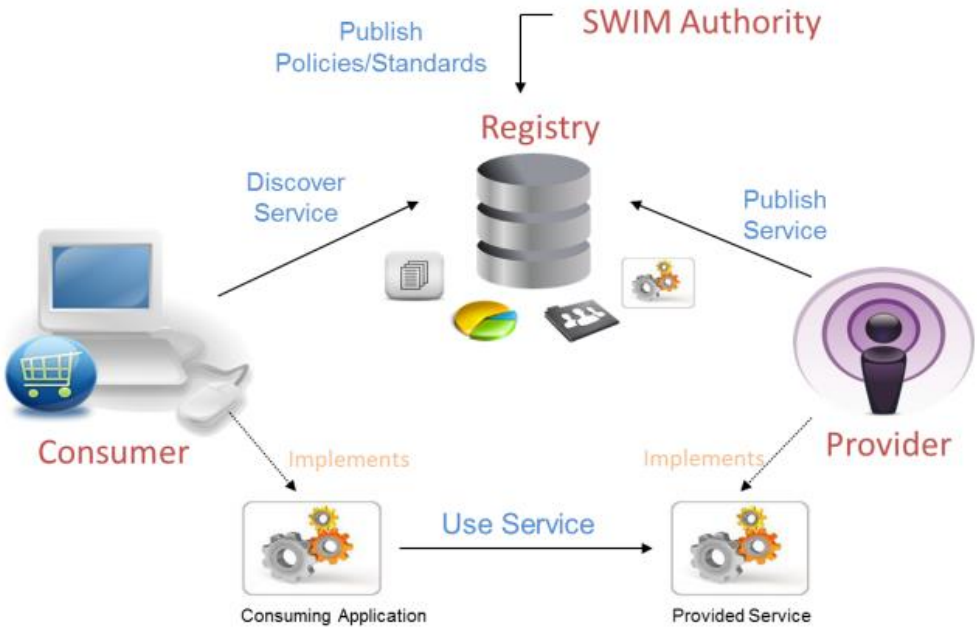


Figura 2: Arquitetura SWIM *Registry* (ICAO, 2015).

As funcionalidades do *Registry* podem ser divididas conforme sua utilização por parte dos consumidores e provedores de serviços:

- Busca por Serviços – permite localizar informações sobre os serviços disponíveis;
- Publicação de Serviço – permite que provedores registrem seus serviços;
- Subscrição de Serviço – permite que os interessados sejam comunicados sobre alterações nas informações armazenadas;
- Gerenciamento do Ciclo de Vida do Serviço – permite que provedores gerenciem o ciclo de vida completo de seus serviços;
- Publicação de Política – permite que a Autoridade SWIM disponibilize a lista de políticas, certificações e normas aplicáveis ao domínio de serviço;
- Busca e Subscrição de Políticas – permite que os fornecedores permaneçam informados das regulamentações aplicáveis a eles.

No que se refere às informações armazenadas no SWIM *Registry*, pode-se destacar:

- Descrições dos Serviços – informações necessárias para usar, implementar e gerenciar um serviço;

- Modelos de Intercâmbio de Informações – inclui um Modelo de Referência de Informações ATM (AIRM) e modelos técnicos de intercâmbio como AIXM, IWXXM e FIXM;
- Políticas e diretrizes – prescrevem as condições e restrições para interagir com um serviço, como segurança, condições comerciais e leis aplicáveis;
- Perfis de Infraestrutura Técnica – inclui um agrupamento de funções e serviços de *middleware* para um determinado conjunto de restrições e requisitos técnicos que permitem que as partes interessadas realizem o compartilhamento de informações.

Um dos maiores benefícios do *Registry* é permitir que os provedores de serviços aumentem a visibilidade de seus serviços, além de estimular a reutilização de serviços por outros provedores. O SWIM *Registry* também oferece apoio à gestão do relacionamento entre provedores e consumidores de serviços, bem como à gestão de dependências entre serviços, normas e regulamentos. Outra vantagem na utilização do *Registry* é a melhoria na identificação e busca de provedores de serviços por parte dos consumidores. Por fim, o SWIM *Registry* visa facilitar uma evolução colaborativa dos serviços, permitindo que todas as partes interessadas partilhem uma visão comum e participem do ciclo de vida dos serviços.

3. ADOÇÃO DO CONCEITO SWIM NO MUNDO

A adoção do SWIM se encontra em diferentes estágios ao redor do mundo. Estados Unidos e Europa incorporaram o conceito SWIM como elemento chave em seus programas de desenvolvimento ATM, NextGen e SESAR, gerenciados pela FAA e EUROCONTROL, respectivamente (NCOIC, 2008). Ambos possuem atualmente um SWIM *Registry* implementado e operacional. Enquanto o *NAS Service Registry/Repository,* desenvolvido pela FAA (NSRR, 2017), destaca-se por possuir uma interface amigável e uma grande variedade de serviços, o SWIM *Registry,* desenvolvido pela EUROCONTROL (SWIM REGISTRY, 2017), apresenta-se como uma rica fonte de informações e dados com diversos filtros de pesquisa, e, também, funcionalidades bem documentadas.

Com a expansão e consolidação do SWIM ao redor do mundo, novos desafios foram introduzidos no contexto do SWIM *Registry*, principalmente nas áreas de gestão de metadados e interoperabilidade semântica entre registros de serviços diversificados. Dessa forma, uma maior integração entre SWIM *Registries* está sendo fomentada através da criação do SWIM *Common Registry* (FERNANDEZ-SANCHO, 2015).

No Brasil, onde o desenvolvimento do SWIM está em fase inicial, a construção de um SWIM *Registry* pode ser o primeiro passo para o desenvolvimento do SWIM no contexto nacional. Dessa forma, servindo como uma plataforma de apoio à colaboração entre atores brasileiros e favorecendo um ambiente para planejamento e definição de estratégia para a completa adoção do SWIM no cenário brasileiro.

4. SWIM REGISTRY BRAZIL

4.1. CENÁRIO BRASILEIRO

O Laboratório de modelo Computacional para o Transporte Aéreo, do Departamento de Ciência da Computação da Universidade de Brasília (TransLab - UnB), com a colaboração do Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA), propõe o desenvolvimento de um protótipo de *Registry*, chamado de SWIM *Registry Brazil*, que será adotado como parte do *Testbed* que visa

demonstrar o conceito e testar a implantação do SWIM no cenário brasileiro. Essa proposta pode ser o primeiro passo efetivo para o desenvolvimento e para apoio à governança do SWIM no Brasil.

No contexto brasileiro, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) deve assumir o papel de Autoridade SWIM, sendo responsável pela administração do SWIM *Registry* e pela definição das políticas e padrões a serem utilizados. Autoridades (DECEA, SAC, ANAC)[2], operadores (CGNA, CINDACTA, GRU *Airport*, INFRAERO, etc.)[3], companhias aéreas, fornecedores (Atech, Boeing, Saipher, etc.), instituições de ensino e pesquisa (UnB, USP, ITA, etc.)[4], entre outros parceiros, farão parte da comunidade do SWIM *Registry Brazil* como consumidores e provedores de serviços.

4.2. DESENVOLVIMENTO DO SWIM REGISTRY BRAZIL

A implementação do SWIM *Registry Brazil* foi dividida em etapas de forma a tornar a aplicação funcional desde a conclusão da primeira etapa de desenvolvimento. A implementação foi dividida da seguinte forma:

1. Desenvolvimento do *website* do SWIM *Registry Brazil;*
2. Definição da taxonomia utilizada no SWIM *Registry Brazil;*
3. Projeto e implementação dos participantes da comunidade do SWIM *Registry Brazil;*
4. Projeto e implementação de serviço do SWIM *Registry Brazil*.

Na primeira etapa do projeto foi desenvolvido um *website* com o objetivo de divulgar a iniciativa para o público em geral. O *website* expõe o conceito do SWIM *Registry*, os benefícios relacionados a sua utilização, as organizações de apoio, e disponibiliza um formulário para registro de usuários. Como o *website* é a porta de entrada da comunidade SWIM, o objetivo é oferecer informações suficientes para que os futuros usuários conheçam mais sobre o projeto e se este atende suas necessidades.

Na segunda etapa da implementação do SWIM *Registry Brazil*, foi feita a análise da taxonomia associada ao gerenciamento de tráfego aéreo, ao gerenciamento de serviços SWIM e à troca de informações entre consumidores e provedores. Para esse fim, foi utilizada como referência o SWIM *Registry* desenvolvido pela EUROCONTROL (SWIM REGISTRY, 2017). Tal implementação se mostrou repleta de informações e documentos utilizados pela comunidade SWIM, servindo como uma excelente referência para o SWIM *Registry Brazil*.

Definindo uma taxonomia para o SWIM *Registry*, foi possível classificar serviços e participantes em categorias. Dentre outras categorias para classificação de serviços, destacam-se: as atividades desempenhadas por serviços, os tipos de dados trocados entre provedores/consumidores, as fases de voo atendidas por serviços, as partes interessadas envolvidas na utilização do serviço, status do cadastro de serviços no SWIM *Registry*, entre outros.

Dando continuidade ao desenvolvimento da aplicação, foram feitos o projeto e a modelagem dos participantes da comunidade SWIM, que abrange os usuários e as organizações participantes. Essa etapa foi diretamente influenciada pela definição da taxonomia desenvolvida na etapa anterior. Por exemplo, foi possível dividir as organizações em categorias, como: Instituição de Pesquisa, Instituição Pública, Aeroporto, Aeródromo, Companhia Aérea, entre outras.

---

[2] DECEA = Departamento de Controle do Espaço Aéreo; SAC-PR = Secretaria Nacional de Aviação Civil; ANAC = Agência Nacional de Aviação Civil.

[3] CGNA = Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea; CINDACTA = Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo; GRU Airport = concessionária operadora do Aeroporto Internacional de São Paulo; INFRAERO = Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária.

[4] UnB = Universidade de Brasília; USP = Universidade de São Paulo; ITA = Instituto Tecnológico de aeronáutica.

A última etapa de desenvolvimento teve por objetivo fazer a modelagem de serviços SWIM e de suas informações no SWIM *Registry*. Essa etapa foi subdividida em duas partes, de acordo com o papel desempenhado pelo usuário na utilização de serviços SWIM, isto é, se são provedores ou consumidores de serviços.

Na primeira parte, sabendo-se que o objetivo principal de provedores é a publicação/catalogação de serviços e de suas informações, foram definidos os seguintes atributos para fazer este gerenciamento: nome, descrição, versão do serviço, múltiplas categorias de classificação, interface técnica, pontos de acesso, perfis de infraestrutura, descrição da infraestrutura específica do serviço, padrões de troca de informações, formatos de troca de informações específicos, documentos, pontos de contatos, entre outros. Para o registro dessas informações por parte do provedor, foram implementados formulários de cadastros de serviços. Para o provedor de serviços, tão importante quanto o cadastro de novos serviços é a edição de serviços antigos e correto gerenciamento de suas informações.

Na segunda parte da implementação de serviços, o desenvolvimento ficou voltado aos consumidores de serviços. Neste caso, consumidores devem ser capazes de procurar por serviços seguindo certos parâmetros de busca e o SWIM *Registry* deve ser capaz de identificar estes serviços conforme essa filtragem. Para tanto, as categorias de classificação de serviços definidas na etapa de definição de taxonomia foram utilizadas como parâmetros para a busca e filtragem.

4.3. DESCRIÇÃO DO SWIM REGISTRY BRAZIL

O SWIM *Registry Brazil* pode ser dividido em três partes de acordo com suas características e funcionalidades:

1. *Website* do SWIM *Registry Brazil;*
2. Sistema de serviços cadastrados no SWIM;
3. Sistema administrativo para o SWIM *Registry*.

O objetivo do *website* é difundir notícias sobre os estágios de desenvolvimento do SWIM *Registry Brazil* e atrair usuários para a nova plataforma.

O *website* possui uma interface responsiva, que ajusta os elementos da página dependendo do tamanho da tela do dispositivo de acesso, o que torna a experiência do usuário mais natural. A linguagem utilizada também deve ser clara e direta, facilitando o entendimento e o propósito da iniciativa, aumentando, assim, as chances do usuário final se cadastrar no sistema.

O *website* e os outros sistemas do SWIM *Registry Brazil* possuem suporte para internacionalização, que possibilita a apresentação do *Registry* em diferentes línguas. Para tanto, é necessário fazer a associação dos textos originais com suas respectivas traduções. A utilização de internacionalização no SWIM *Registry Brazil* ajuda na divulgação do *Registry* para a comunidade internacional, e também é um passo inicial na integração do *Registry* brasileiro com os demais SWIM *Registries* no desenvolvimento do SWIM *Common Registry* (FERNANDEZ-SANCHO, 2017).

A Figura 3 mostra a página inicial do SWIM *Registry Brazil*. O *website* é dividido nas seguintes seções:

- SOBRE – onde são descritos os conceitos de SWIM e SWIM *Registry;*
- SERVIÇOS – onde são mostrados os tipos de serviços disponíveis no *Registry*;
- ORGANIZAÇÕES – que mostra as organizações que apoiam a iniciativa;
- CONTATO – onde o usuário pode se comunicar com a equipe de desenvolvimento;
- REGISTRO – onde o usuário solicita acesso ao *Registry;*
- LOGIN – área de acesso dos usuários ao *Registry*.

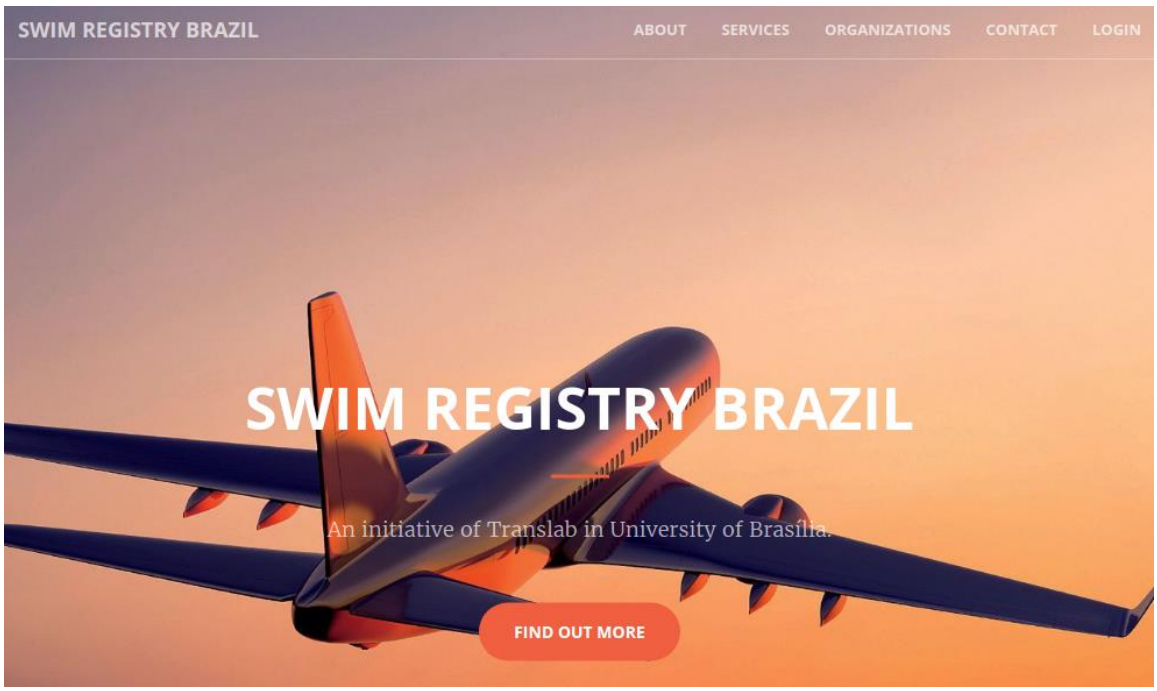


Figura 3: Página inicial SWIM *Registry Brazil*.

Para acessar o sistema de serviços do *Registry*, o usuário precisa ter sua requisição de registro analisada e aprovada pela Autoridade SWIM. Uma vez aprovado, o usuário poderá acessar o sistema de serviços do *Registry* (segundo item na divisão do SWIM *Registry Brazil*).

O sistema de serviços é a parte mais importante do SWIM *Registry Brazil* uma vez que oferece as funcionalidades necessárias para a comunicação entre consumidores e provedores de serviços no SWIM. Dentre os itens listados no menu, destacam-se as páginas das organizações cadastradas, de busca por serviços SWIM, de documentos de referência e do perfil do usuário.

Na página de perfil do usuário é possível definir a frequência de notificações e fazer o gerenciamento das inscrições de um perfil (organizações e serviços que o usuário acompanha). Além do gerenciamento das inscrições de organizações e serviços, é possível também fazer o gerenciamento das inscrições relacionadas à taxonomia do *Registry*, como: categorias de atividades ATM, categorias de dados ATM, fases de voo, regiões, entre outras.

O SWIM *Registry Brazil* oferece a possibilidade de visualizar as organizações devidamente cadastradas na plataforma e as informações associadas a elas, como: a categoria da organização, sua descrição, seus serviços implementados, a documentação associada à organização e seus pontos de contato, caso usuários queiram se comunicar com a organização, entre outras (Figura 4).



Figura 4: Detalhes de uma organização SWIM *Registry Brazil*.

É possível visualizar os serviços cadastrados no SWIM *Registry Brazil* e fazer uma filtragem desses serviços utilizando parâmetros como: categorias de dados trocados entre consumidores/provedores, categorias das atividades envolvidas na utilização do serviço, *stakeholders* associados ao serviço, fases de voo envolvidas na utilização do serviço, regiões em que o serviço atua, entre outros. Além dos parâmetros apresentados acima, que estão diretamente relacionados às informações dos serviços, há outros parâmetros associados aos metadados dos serviços junto ao SWIM *Registry*, como: a maturidade de implementação do serviço, seu status de implementação (se está pronto para consumo, em desenvolvimento, etc.), o status do serviço junto ao SWIM *Registry* (Figura 5).

O usuário pode acessar as informações específicas de um determinado serviço, como: sua descrição, a organização que o desenvolve, seu status de implementação, sua maturidade de implementação, as atividades que o serviço abrange, os dados trocados entre consumidores/provedores, *stakeholders*, etc.

O usuário pode aprofundar sua pesquisa, acessando informações mais específicas sobre o serviço, como sua interface técnica. Lá os usuários encontrarão informações técnicas sobre o uso do serviço: documentos de referência SWIM, documentos específicos do serviço, padrões de dados utilizados, formatos de troca de informações específicos, perfis de infraestrutura, infraestrutura específica e pontos de acessos do serviço.

A terceira subdivisão do *Registry* consiste no seu sistema administrativo. O acesso à essa parte do *Registry* será de acesso restrito da Autoridade SWIM. Estarão presentes para visualização todas as informações que se encontram no sistema de serviços, com os devidos privilégios para edição/remoção de conteúdo.

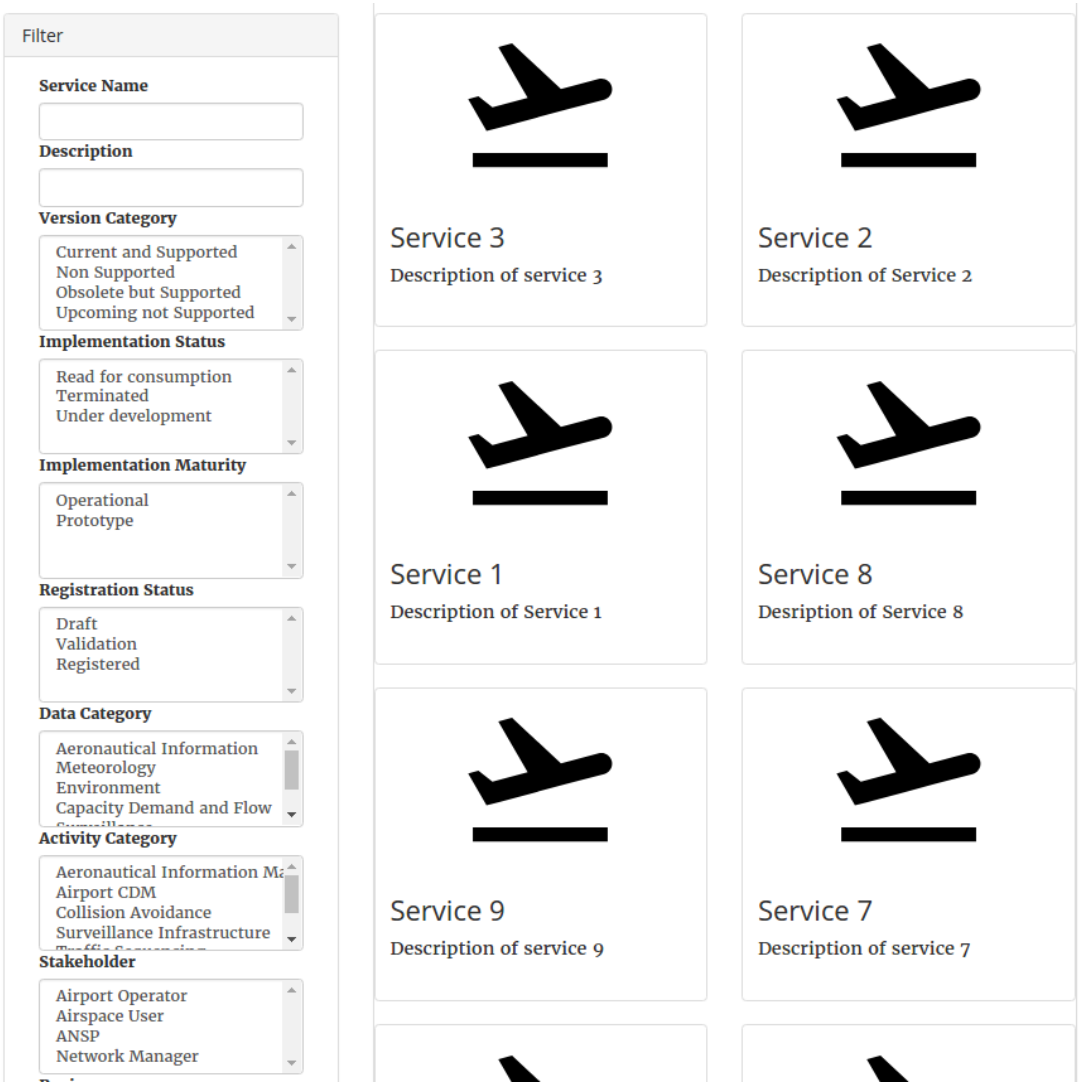


Figura 5: Busca por serviços SWIM *Registry Brazil*.

O sistema administrativo será responsável pela implantação das atribuições exclusivas da Autoridade SWIM, como: aprovação/reprovação de cadastro de novos usuários, aprovação/reprovação de novas organizações, aprovação/reprovação de novos serviços, adição/edição/remoção das categorias relacionadas ao *Registry* (atividades ATM, dados ATM, fases de voo, regiões, *stakeholders,* etc.), entre outras (Figura 6).

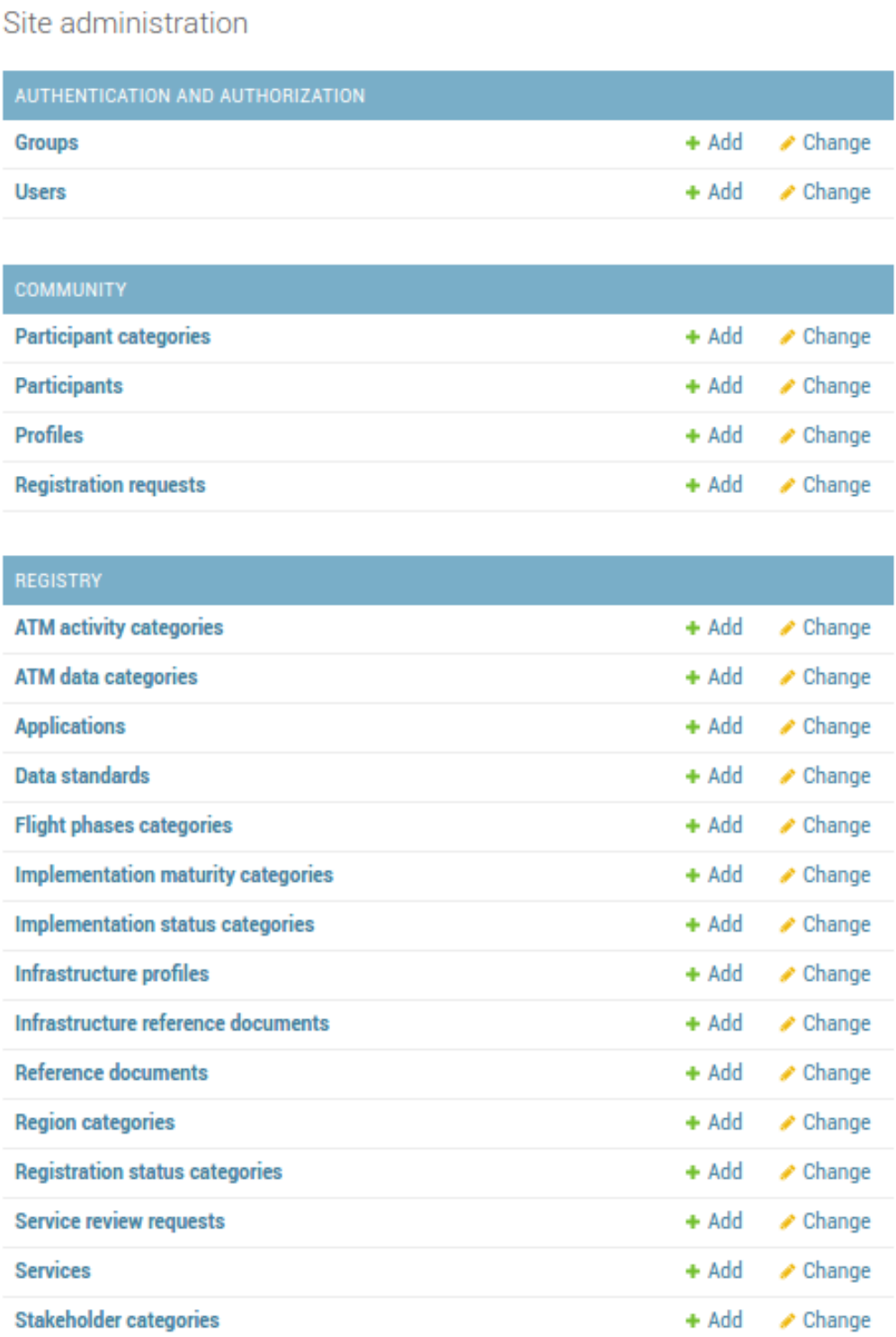


Figura 6: Interface administrativa SWIM *Registry Brazil*.

5. TESTBED SWIM

Para demonstrar o conceito SWIM, é proposto um *Testbed*, ambiente para simular a arquitetura SWIM, em que as capacidades do conceito poderão ser demonstradas considerando as particularidades e serviços do cenário ATM nacional. O *Testbed* fará uso do SWIM *Registry Brazil*,

apresentado no Capítulo anterior, e a primeira demonstração está planejada para dezembro de 2017, com o objetivo principal de evidenciar os seguintes quesitos:

a) Modelo de arquitetura da infraestrutura SWIM;
b) Publicação e consumo de serviços por meio do SWIM *Registry Brazil*; e
c) Aspectos de governança específicos para o SWIM no contexto brasileiro.

Os resultados da demonstração serão consolidados como lições aprendidas e apresentados às autoridades e aos atores interessados como fonte de informação para suporte à tomada de decisão quanto à estratégia a seguir para a completa adoção do conceito SWIM pelo Brasil. Os resultados também alimentarão o desenvolvimento de cenários para demonstrações futuras.

Para a demonstração, será necessário identificar um ou alguns serviços que possam ser utilizados para simular a publicação de um serviço pelo fornecedor e o seu consumo pelo cliente, por meio do SWIM *Registry Brazil*. A seguir será apresentado o resultado parcial da análise para definição deste (s) serviço (s).

5.1. DEFINIÇÃO DO SERVIÇO INICIAL PARA O TESTBED

A definição de qual ou quais serão os primeiros serviços a serem demonstrados utilizando o conceito SWIM, por meio do *Testbed*, levará em consideração a identificação e análise:

- Quais serviços são disponibilizados por meio dos SWIM *Registries* da FAA e EUROCONTROL, por se tratarem dos dois principais atores para o desenvolvimento do SWIM no mundo; e
- Serviços nacionais com nível de maturidade suficiente para incorporação ao SWIM *Registry Brazil*.

A realização desta atividade foi dividida em fases. A seguir é apresentado um resumo das ações já concluídas:

1) **Extração dos dados de serviços provenientes dos SWIM Registries da EUROCONTROL e da FAA**: A extração dos dados dos serviços oferecidos pela EUROCONTROL e FAA serve como parâmetro inicial para a implementação do Testbed. A partir dos resultados dessa extração é possível identificar as características em comum entre as bases de dados, o que pode ser utilizado como parâmetro para a definição da estratégia de implementação do SWIM nacional. Pode-se, por exemplo, verificar quais os serviços ainda não foram implementados e atacá-los, adicionando um grau de inovação ao Registry brasileiro ou, por outro lado, optar por implementar primeiro os serviços mais utilizados e maduros nos Registries destes dois grandes atores, optando assim por um caminho mais conservador.
2) **Construção de mapa conceitual relacionado aos serviços disponibilizados pela EUROCONTROL e FAA:** Utilizando os dados extraídos anteriormente e levando-se em consideração tipos de dados, categorias dos dados, área de atuação, *stakeholders* e outras categorias e informações disponíveis nos SWIM *Registries* da EUROCONTROL e FAA, foram construídos seus respectivos mapas conceituais, com o objetivo de facilitar a comparação entre ambos e a análise desses resultados.
3) **Interpretação dos dados para identificação de informações úteis para a definição do(s) serviço(s) a ser(em) primeiramente demonstrados no *Testbed:*** Com os dados extraídos dos SWIM *Registries* da EUROCONTROL e FAA, e através de sua interpretação com base nos mapas conceituais anteriormente construídos, foi possível realizar análises e gerar informações para apoiar a tomada de decisão quanto à estratégia a

ser adotada para o SWIM nacional, em especial para a decisão quanto ao serviço a ser primeiramente considerado para o *Testbed*. Como exemplo dessa atividade, os serviços foram analisados no que diz respeito a quantidade de *stakeholders* atendidos por tipo de serviço (ver Tabela 1), bem como a quantidade de serviços SWIM existentes por categoria de função ATM (ver Figura 7).

Tabela 1: Volume de *Stakeholders* por Categoria de Serviços (Dados do SWIM *Registry* FAA)

		STAKEHOLDERS				
		ANSP	Network Manager	Airspace User	Airport Operator	**Total**
CATEGORIAS DE SERVIÇOS	MET Information Management	20	9	22	18	**69**
	ATM Information Management	19	11	18	13	**61**
	Airport Management	15	6	18	18	**57**
	Meteorological Information	13	9	15	13	**50**
	Aeronautical Information Management	11	8	13	10	**42**
	Airspace and Surface Structure Allocation	12	8	13	8	**41**
	Trajectory Management	9	6	11	6	**32**
	Flight Information Management	11	6	9	5	**31**
	Trajectory Planning	7	5	9	6	**27**
	Airspace and Surface Structure Design	7	5	7	5	**24**
	Airport CDM	8	2	8	5	**23**

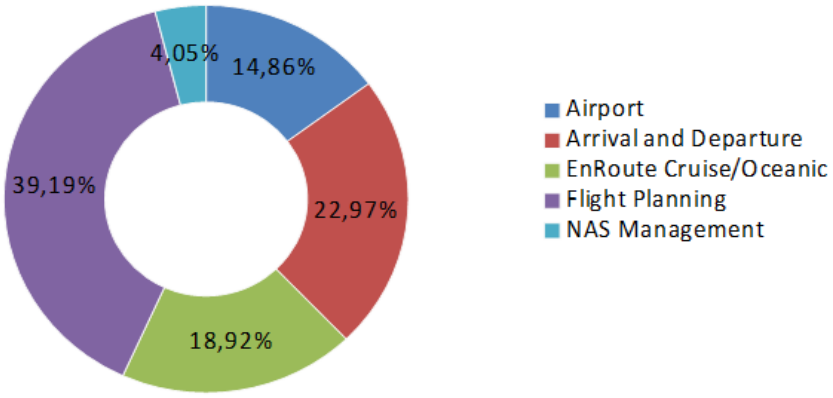


Figura 7: Distribuição de Serviços por Categoria ATM (Dados do SWIM *Registry* FAA)

6. CONCLUSÃO

O SWIM *Registry Brazil* pode ser visto como um caminho para o início da adoção do conceito SWIM no cenário brasileiro. Com a implementação das principais funcionalidades de um SWIM *Registry*, o projeto passa a ser um produto pronto para uso pelos provedores e consumidores de serviços e pela Autoridade SWIM. As capacidades do SWIM *Registry Brazil* serão avaliadas no *Testbed* SWIM, cuja primeira demonstração está planejada para dezembro de 2017. Os resultados

serão utilizados para identificar melhorias a serem implementadas no SWIM *Registry Brazil*, bem como para apoio à tomada de decisão quanto à adoção plena do conceito SWIM no Brasil.

No desenvolvimento deste trabalho, ficou evidenciado que para se ter uma maior utilidade do SWIM *Registry Brazil*, é necessário antes fazer uma adaptação dos modelos definidos para o cenário de gerenciamento de tráfego aéreo brasileiro. Esta adaptação é primordial para a utilização do *Registry*, e será melhor implementada com a ajuda e contribuição da comunidade de aviação brasileira, especialmente de órgãos públicos envolvidos com ATM no Brasil.

Também ficou evidenciado que para conclusão da definição do serviço (ou serviços) a ser inicialmente agregado ao *Testbed*, é necessário preliminarmente concluir as seguintes atividades: a) Levantamento dos dados de entrada e saída de cada serviço em operação nos SWIM *Registries* da EUROCONTROL e da FAA; b) Análise do cenário brasileiro, utilizando como base para comparação os dados e informações obtidos dos SWIM *Registries* da EUROCONTROL e FAA; c) Definição do(s) serviço(s); e d) Realização de ajustes, se for o caso, para que o serviço escolhido possua os critérios necessários para ser publicado e consumido por meio do SWIM *Registry Brazil*.

7. REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. DCA 351-2 "Concepção Operacional ATM Nacional", 2011.

COSTA, I. et. al. "Uma Proposta de Arquitetura baseada no SWIM para a implementação do Aeroporto-CDM", XIV SIGE, 2014.

DODDER, R. et al. "The Concept of the 'CLIOS Process': Integrating the Study of Physical and Policy Systems Using Mexico City as an Example", in Massachusetts Institute of Technology Engineering Systems Symposium, Cambridge, MA, 2004.

FERNANDEZ-SANCHO, P. et al. "SWIM Common Registry: Concept, Architecture, and Implementation", 4th Air Transportation Information Exchange Conference, 25th - 26th August 2015, Silver Spring, Maryland USA.

ICAO. International Civil Aviation Organization, "Manual on System Wide Information Management (SWIM) Concept, (Doc 10039)", Montreal, 2015.

NCOIC. "Comparison of the SESAR and NextGen Concepts of Operations", 2008. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiay4HRlqXVAhXCgJAKHXFVAF8QFgguMAE&url=https%3A%2F%2Fwww.ncoic.org%2Fimages%2Ftechnology%2Fwhitepapers%2FSESAR_NextGen_Comparison_20090317FINAL.pdf&usg=AFQjCNG0ZqINC7Ss3LQ51MLHs5dJ8e9R3g>. Acessado em julho de 2017.

NSRR. NAS Service Registry/Repository. Disponível em: < https://nsrr.faa.gov/>. Acessado em julho de 2017.

PAPAZOGLOU, M. P. et al "Service-oriented computing: a research roadmap", International Journal of Cooperative Information Systems, vol. 17, no. 02, pp. 223-255, June 2008.

SESAR JU. "SWIM Concept of Operations", 2013. Disponível em: <http://www.eurocontrol.int/publications/sesar-swim-concept-operations>. Acessado em julho de 2017.

SWIM REGISTRY. SWIM Registry. Disponível em: < https://eur-registry.swim.aero/about/>. Acessado em julho de 2017.

THE OPEN GROUP. The SOA Source Book. Disponível em: <http://www.opengroup.org/soa/source-book/intro/>. Acessado em julho 2017.