SEGUNDA DEMONSTRAÇÃO DO SWIM NO CENÁRIO NACIONAL

Camila Bassetto
Departamento de Controle do Espaço Aéreo - DECEA
Av. Gereral Justo, 160 – Rio de Janeiro/RJ, camilacb@decea.gov.br

Lorrene Carolline Nunes Vieira, Ivan Matias da Silva
Instituto de Controle do Espaço Aéreo - ICEA
Praça Marechal-do-Ar Eduardo Gomes, 50 – São José dos Campos/SP,
lorrenelcnv@icea.gov.br / matiasims@icea.gov.br

Inaldo Capistrano Costa
Instituto de Tecnologia da Aeronáutica
Praça Marechal-do-Ar Eduardo Gomes, 50 – São José dos Campos/SP, inaldo.costa@gp.ita.br

Li Weigang, Lucas Borges Monteiro, Iuri Souza Ramos Barbosa
Universidade de Brasília - UnB
Full Address, weigang@unb.br, lucasbmonteiro@gmail.com, iuri.srb@gmail.com

ABSTRACT – TEXT STYLE 'ABSTRACT TITLE'

The System Wide Information Management (SWIM) is a concept recommended by the International Civil Aviation Organization (ICAO) meant to improve the interoperability of data and systems in the context of the ATM System once adopted. As part of the initiatives headed to SWIM implementation in the Brazilian scenario, technical demonstrations are being held. This paper presents the contextualization of the SWIM Brazilian demonstrations, as well as the results of the second one, which took place in May 2019.

Keywords: SWIM, SOA, ATM, Information Management, Web Services.

1. INTRODUÇÃO

Em termos teóricos, o conceito de Gerenciamento da Informação de Todo o Sistema – SWIM (do inglês, *System Wide Information Management*) foi desenvolvido e documentado pela Organização de Aviação Civil Internacional – OACI, em seu Manual sobre o Conceito SWIM (Canadá, 2015). Entretanto, a implementação de um conceito tão complexo e disruptivo como o SWIM requer alto investimento e, portanto, deve ser adequadamente avaliado e planejado para garantir o alcance dos objetivos e benefícios esperados. Nesse sentido, FAA[1] e SESAR[2] promoveram, nos anos de 2014 e 2016, demonstrações globais sobre o SWIM, que foram úteis para testar as tecnologias, procedimentos e padrões, consolidando o conceito nos cenários norte-americano e europeu, respectivamente.

Trazendo a prática para o cenário nacional, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA promoveu em 2017 uma primeira demonstração, com o objetivo principal de simular na prática a arquitetura orientada a serviços – SOA (do inglês *Service-Oriented Architecture*), evidenciando os benefícios advindos de sua aplicação. A demonstração, realizada em colaboração com o Laboratório de Modelo Computacional para o Transporte Aéreo – TransLab[3] da Universidade de Brasília – UnB e a empresa brasileira IACIT[4], aconteceu durante o II Workshop sobre Segurança Cibernética no ATM (do inglês *Air Traffic Management*) e SWIM, ou apenas Workshop Cyber&SWIM[5], na presença de representantes do governo, indústria, academia, provedores de serviço de navegação aérea e usuários do Sistema ATM nacional.

Desta forma, em adição aos objetivos técnicos esperados, a demonstração proporcionou um ambiente colaborativo entre o DECEA e a Comunidade ATM nacional, resultado desejável, considerando que no âmbito do SWIM, a cooperação entre os *stakeholders* é um fator essencial para garantir a consistência na implementação do conceito.

Considerando a relevância técnica da realização de demonstrações práticas para validar e evoluir conceitos e processos, bem como para suportar a especificação técnica dos componentes tecnológicos que farão parte do SWIM, o DECEA planejou a realização de demonstrações anuais sobre o SWIM, que acompanharão a transição da implantação do conceito no cenário nacional.

Nesse contexto, este artigo apresenta o resultado da segunda demonstração SWIM promovida pelo DECEA (Item 4), incluindo, para fins de contextualização, uma breve apresentação acerca do Sistema ATM e o Gerenciamento da Informação (Item 2) e a definição de SWIM (Item 3). Por fim, é apresentada uma conclusão (Item 5).

2. O SISTEMA ATM E O GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO

O Sistema ATM é um sistema que "proporciona o gerenciamento de tráfego aéreo através da integração colaborativa de seres humanos, informação, tecnologia, instalações e serviços, apoiado por comunicações, navegação e vigilância baseadas em ar, solo ou espaço" (Canadá, 2003).

Embora a base do Sistema ATM seja a provisão de serviços integrados, houve a necessidade de desagrega-lo em componentes para facilitar sua compreensão e possibilitar sua evolução. Desta forma, sete componentes são apresentados pela OACI como parte do Sistema ATM, conforme apresentado na Figura 1. (Canadá, 2003)

[1] A FAA, do inglês *Federal Aviation Administration*, é a organização dos Estados Unidos responsável, entre outras coisas, pela evolução do Sistema ATM naquele país, o que é feito por intermédio do programa NextGen. Fonte: <https://www.faa.gov/nextgen/what_is_ nextgen/>)

[2] O SESAR é o mecanismo que coordena e concentra todas as atividades de pesquisa e desenvolvimento em ATM da União Europeia. Fonte: <https://www.sesarju.eu/>

[3] <http://www.translab.unb.br/>

[4] <http://www.iacit.com.br/>

[5] <http://pesquisa.icea.gov.br/IIworkshopcyberswim/index.php>

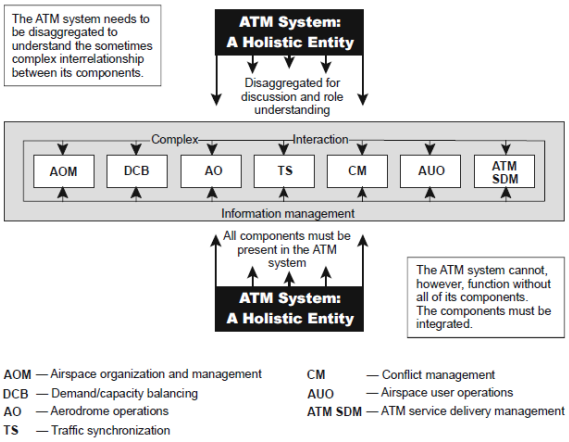


Figura 1: Componentes do Sistema ATM (Fonte: OACI, 2003)

Aos sete componentes que constituem o Sistema ATM, se soma um oitavo elemento, os serviços de informação, com a função de lidar com o intercâmbio e o gerenciamento das informações utilizadas pelos diferentes processos e serviços, garantindo a coesão e a ligação entre os sete componentes já citados. (Canadá, 2003)

Ao descrever os serviços de informação, a OACI (Canadá, 2003) dá especial destaque ao gerenciamento da informação, como o fator que irá proporcionar o compartilhamento das informações de forma ampla, permeando todo o sistema, garantindo, assim o suporte adequado e oportuno às tomadas de decisões colaborativas e contribuindo para melhores resultados, tanto comerciais como operacionais.

Dessa forma, em seu Plano Global de Navegação Aérea – GANP (do inglês, *Global Air Navigation Plan*), a OACI endereça o gerenciamento da informação apresentando o SWIM como um dos módulos de capacidade necessários à melhoria da performance do ATM por meio de um ambiente com melhor interoperabilidade de sistemas e dados. (Canadá, 2016)

O SWIM, então, proporcionará ao longo dos próximos anos, conforme os países membro da OACI o adotarem, um ambiente global de interoperabilidade de dados e informações relacionados ao ATM, contribuindo para a garantia e para a evolução da segurança, regularidade e eficiência das operações aéreas.

3. SWIM - DEFINIÇÃO

Em resumo, o SWIM é uma forma colaborativa, padronizada, governada e gerenciada de intercâmbio de informações em um ambiente de rede. Os componentes do SWIM são informação, serviços de informação e infraestrutura técnica SWIM suportados pela governança SWIM (incluindo padrões), conforme ilustrado na Figura 2. (Brasil, 2019)

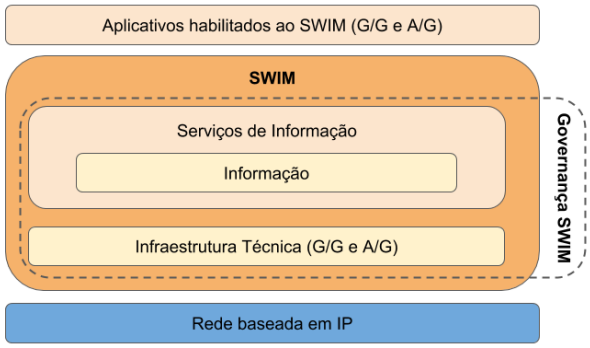


Figura 2: Componentes do SWIM (Fonte: Brasil, 2019)

A orientação a serviços é adotada no SWIM para a troca de informações entre os *stakeholders*, ou seja, um provedor de serviço SWIM publica e expõe seus serviços para o uso de consumidores. Isso é feito através de registros que listam os serviços e os detalhes específicos para consumi-los, conforme ilustrado na Figura 3. (Brasil, 2019)

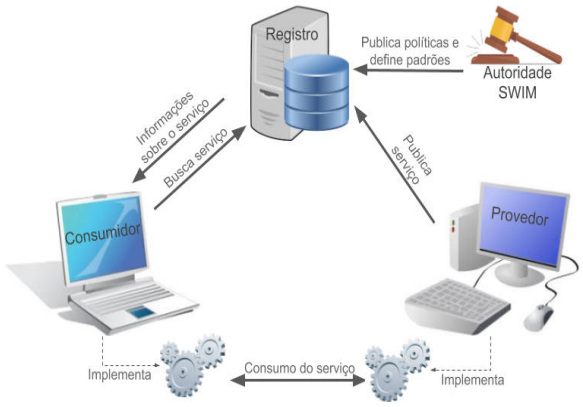


Figura 3: Conceito de um Registro SWIM (Fonte: Brasil, 2019)

4. SEGUNDA DEMONSTRAÇÃO DO SWIM NO CENÁRIO NACIONAL

A segunda demonstração do SWIM foi realizada durante o III Workshop Cyber&SWIM[6], em maio de 2019, com o objetivo de apresentar em ambiente prático aspectos de interoperabilidade por meio da adoção do conceito SWIM e exemplificar possibilidades de implementação no cenário nacional.

4.1. ARQUITETURA DO EXERCÍCIO

Com base nos elementos SOA (provedor, consumidor e registro), foi proposta a arquitetura do exercício, conforme ilustrado na Figura 4.

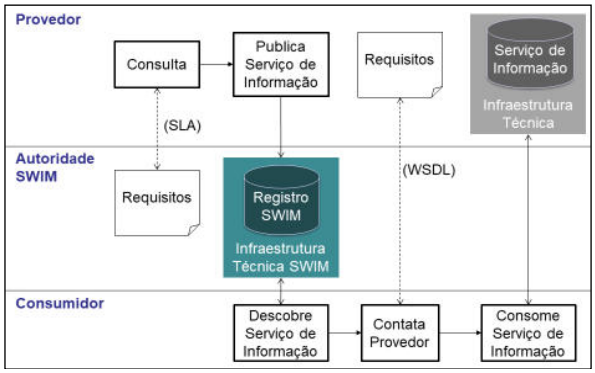


Figura 4: Arquitetura do exercício realizado na 2ª Demonstração SWIM no cenário nacional

Para o exercício, foi considerado que o provedor já estaria ciente e em conformidade com os requisitos estabelecidos pela Autoridade SWIM, por meio da Governança. Desta forma, o provedor já seria um usuário cadastrado no Registro, cumprindo, desta forma, todos os requisitos de acesso necessários, e o seu serviço já seria considerado um serviço SWIM, estando apto a ser publicado no Registro.

O serviço escolhido foi o de previsão de turbulência de céu claro, mantido e disponibilizado pelo Instituto de Controle do Espaço Aéreo – ICEA[7] para fins de pesquisa e desenvolvimento. A opção por esse serviço em particular deu-se tão somente pela facilidade de acesso aos dados e por se tratar de um serviço já desenvolvido[8].

Considerando que o foco da Demonstração foi evidenciar o uso dos mecanismos de interoperabilidade de dados e informações proporcionados por um ambiente SWIM, foi utilizado apenas uma parte do serviço.

Foram considerados cinco passos para a execução do exercício, conforme detalhado nos itens 4.2 a 4.6 a seguir.

4.2. PASSO 1: PROVEDOR PUBLICA SERVIÇO NO REGISTRO

Para a demonstração foi adotado como o Registro o jUDDI, uma implementação *open source* em Java da especificação UDDI[9] da OASIS[10].

Foi demonstrada, então, a publicação do serviço pelo provedor no Registro. A Figura 5 mostra a página de um cliente *web* do jUDDI para apresentar os serviços publicados no registro. O serviço adotado no exercício, de previsão de turbulência de céu claro, aparece na lista nomeado como “tma-wsdl”.

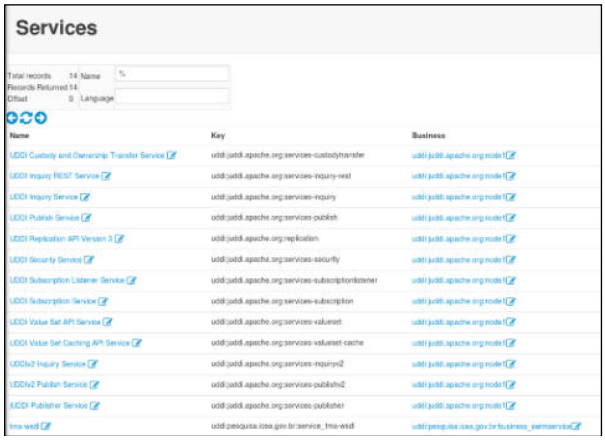


Figura 5: Cliente *web* jUDDI – lista de serviços publicados no Registro.

[6] <http://www.icea.gov.br/workshopcyberswim/>

[7] O ICEA é organização do Comando da Aeronáutica – COMAER, subordinado ao DECEA, a que compete “capacitar recursos humanos e realizar pesquisas e desenvolvimentos no âmbito do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB)”. Fonte: <http://www.icea.gov.br/index.php/missao-visao-e-valores>

[8] O serviço de turbulência em céu claro e outros estão disponíveis para consulta em: <http://pesquisa.icea.gov.br/climatologia/wrf.php>

[9] UDDI é o serviço de diretório onde empresas podem publicar e buscar serviços Web.

[10] < https://juddi.apache.org/>

4.3. PASSO 2: CLIENTE BUSCA SERVIÇO NO REGISTRO

Por intermédio do Registro SWIM, o usuário tem a possibilidade de pesquisar os serviços disponíveis, utilizando filtros diversos, definidos conforme a categorização e opções dos serviços. No exercício em questão, utilizamos as opções de filtros do jUDDI para demonstrar essa funcionalidade.

Conforme apresentado na Figura 6, o jUDDI possibilita, entre outras, a opção de busca de serviços por nome. Foi realizada então esse tipo de busca para o termo "tma", adicionando qualificadores para busca aproximada (approximateMatch) e para não diferenciação entre letras maiúsculas e minúsculas (caseinsensitiveMatch). O sinal % foi adicionado no início e no término do termo pesquisado para possibilitar a busca aproximada, conforme requisito do jUDDI.

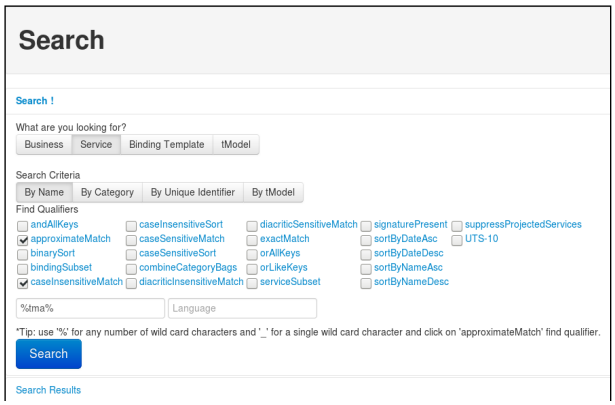


Figura 6: Cliente *web* do jUDDI - filtros para consulta no registro

A Figura 7 apresenta o resultado da busca realizada. No caso, apenas um serviço entre os cadastrados no Registro possuía o termo "tma" em seu nome, justamente o serviço de previsão de turbulência de céu claro, nomeado "tma-wsdl".

A busca de serviços no Registro estará disponível por intermédio de uma interface homem-máquina acessível pela internet. Como exemplo, pode-se citar os registros SWIM dos Estados Unidos e da Europa, acessíveis em:

- <https://nsrr.faa.gov/>
- <https://eur-registry.swim.aero/>



Figura 7: Cliente *web* jUDDI - resultado da pesquisa por filtros

O Registro SWIM brasileiro está em fase de desenvolvimento e uma versão inicial do aplicativo *web* para acesso pelos usuários foi proposto pela UnB, em cooperação com o ICEA (Barbosa et al, 2017), conforme ilustrado na Figura 8.

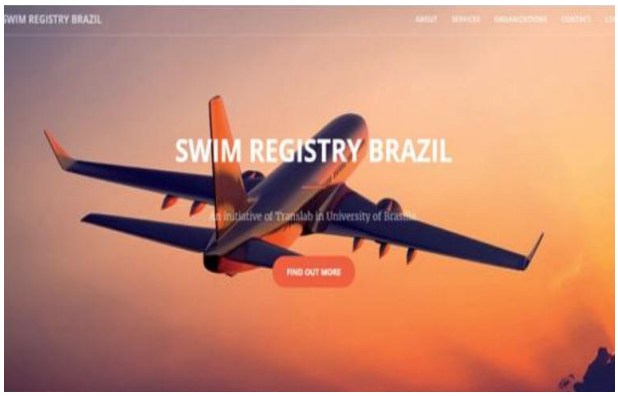


Figura 8: Página inicial do Registro SWIM *brasileiro* – em desenvolvimento

4.4. PASSO 3: CONSUMIDOR FAZ CONTATO COM PROVEDOR

Após identificar o serviço de interesse no Registro, o consumidor terá acesso à descrição desse serviço, contendo as informações necessárias para que um aplicativo cliente possa consumir diretamente o serviço provido. Desta forma, a partir deste momento a interação entre provedor e consumidor passa a ser máquina-máquina, enquanto estiverem mantidos os requisitos acordados para acesso ao serviço.

Um dos padrões propostos no âmbito do SWIM para a divulgação dos metadados dos serviços é o WSDL, que é uma linguagem baseada em XML utilizada para descrever *Web Services*, funcionando como um contrato do serviço. O WSDL descreve o serviço,

especifica como acessá-lo e lista as operações ou métodos disponíveis.

Nesse contexto, durante a demonstração foi apresentado acesso do usuário ao WSDL do serviço escolhido, via Registro (Figura 9).

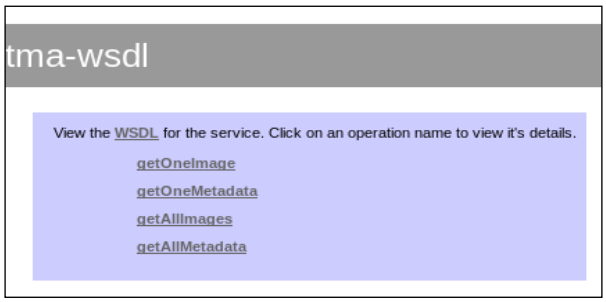


Figura 9: Acesso ao WSDL do serviço via Registro.

Em um ambiente operacional, a descrição do serviço, em WSDL ou outro formato padronizado, ou a URL para acesso a ela, tanto pode estar disponível no Registro como pode ser enviada ao consumidor por e-mail, por exemplo, após contato inicial deste com o provedor. Estes aspectos devem ser considerados e previstos pela governança SWIM.

4.5. PASSO 4: CONSUMO DO SERVIÇO CLIENTE-PROVEDOR

Foi desenvolvido um aplicativo cliente para demonstrar o consumo do serviço de previsão de turbulência de céu claro, publicado no Registro.

As funcionalidades do aplicativo cliente correspondem às opções disponibilizadas pelo serviço. No caso, foi oferecida ao usuário a opção de escolha de uma TMA (*Terminal Manoeuvring Area*) representadas por marcadores clicáveis em um mapa (Figura 10).

Após a indicação da TMA, conforme apresentado na Figura 11, o usuário poderia indicar a resolução da imagem da previsão em grid (06 ou 18 quilômetros) e a pressão atmosférica em hPA (lista suspensa contendo as opções disponíveis).



Figura 10: Aplicativo cliente consumindo serviço – opção de seleção de TMA

Ainda, poderia escolher entre retornar a previsão para um horário específico (lista suspensa contendo as opções disponíveis) ou apresentar todas as imagens disponíveis (o serviço oferece as imagens das últimas 24h). Em resposta, o aplicativo retorna a imagem da previsão para as opções selecionadas pelo usuário e um link para os metadados (Figura 12).

O aplicativo cliente, utilizando as opções indicadas pelo usuário, consultou o serviço fornecido por meio da implementação dos métodos disponibilizados por intermédio do arquivo WSDL.

A

Figura 13 apresenta o trecho de código do aplicativo cliente, que utiliza os quatro métodos disponibilizados pelo Produtor (getOneImage, getOneMetadata, getAllImages, getAllMetadata), de forma que o serviço provedor seja chamando de acordo com as opções escolhidas pelo usuário.

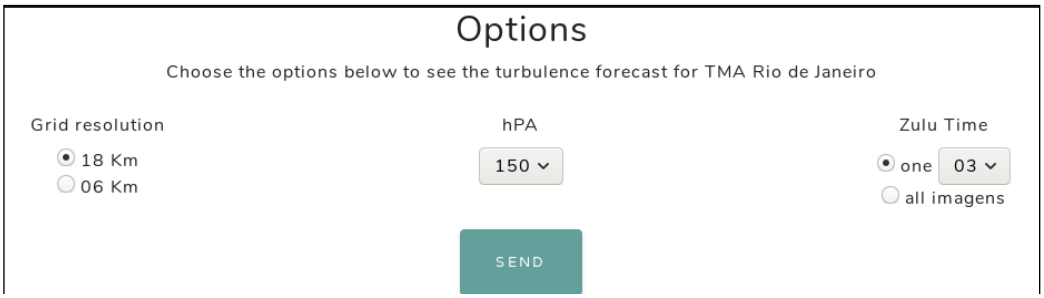


Figura 11: Aplicativo cliente consumindo serviço – opção de seleção de resolução, hPA e imagens

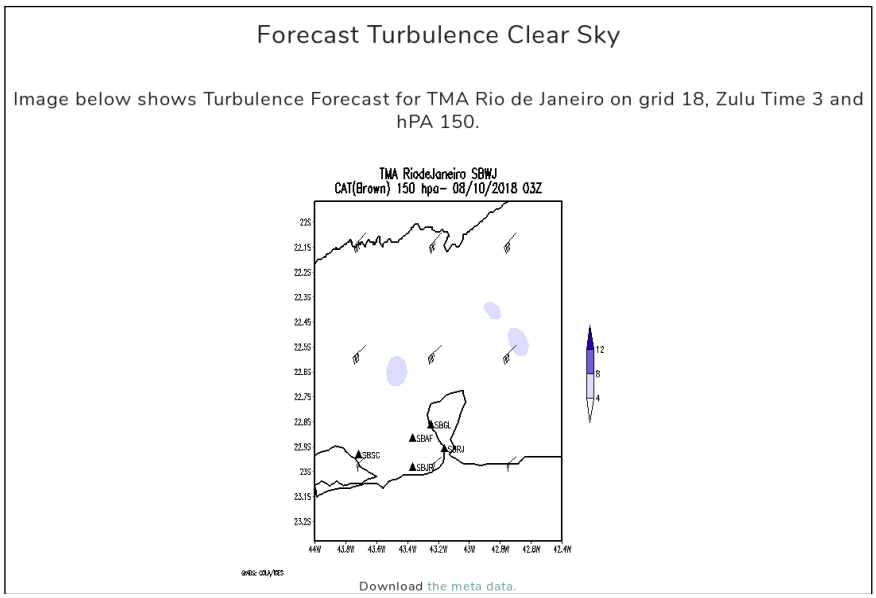


Figura 12: Aplicativo cliente consumindo serviço – retorno das opções do usuário

```
            if ($_POST['image'] =="01") {

              $url_image = $client->call("getOneImage", array("tma_region" => getRegion($_GET['tma']) , "tma_state"=>
getState($_GET['tma']), "tma_grid" => $_POST['grid'], "tma_schedule" => $_POST['zulutime'], "tma_hpa" => $_POST['hpa'] ));
              $url_metadata = $client->call("getOneMetadata", array("tma_region" => getRegion($_GET['tma']) , "tma_state"=>
getState($_GET['tma']), "tma_grid" => $_POST['grid'], "tma_schedule" => $_POST['zulutime'], "tma_hpa" => $_POST['hpa'] ));

              echo "<p><h4>Image below shows Turbulence Forecast for ". getTitle($_GET['tma'])." on grid ".$_POST['grid'].", Zulu
Time ".$_POST['zulutime']." and hPA ".$_POST['hpa'].".</h4></p><br />
                    <img src='".$url_image."'><br />
                    Download <a href='".$url_metadata ."'>the meta data.</a><br />";

            } else {

              echo "<p><h4>Images below show Turbulence Forecast for ".getTitle($_GET['tma'])." on grid ".$_POST['grid']." and
hPA ".$_POST['hpa'].". </h4></p><br />";

               $url_images = $client->call("getAllImages", array("tma_region" => getRegion($_GET['tma']) , "tma_state"=>
getState($_GET['tma']), "tma_grid" => $_POST['grid'], "tma_hpa" => $_POST['hpa'] ));
               $url_metadata = $client->call("getAllMetadata", array("tma_region" => getRegion($_GET['tma']) , "tma_state"=>
getState($_GET['tma']), "tma_grid" => $_POST['grid'], "tma_hpa" => $_POST['hpa'] ));

                $array_url_images = explode (" ", $url_images);
                $array_url_metadata = explode (" ", $url_metadata);

              for ($i=0; $i<16; $i++) {

                echo "<img src='".$array_url_images[$i]."'><br />Download <a href='".$array_url_metadata[$i]."'>the meta data.</
a><br /><br /><br />";

              }

            }
```

Figura 13: Trecho do código do aplicativo cliente.

4.6. PASSO 5: PROVEDOR ATUALIZA SERVIÇO NO REGISTRO

Quando o estado ou descrição de um serviço é atualizado pelo provedor no Registro, o usuário poderá receber uma notificação. Um serviço de notificação faz parte da infraestrutura SWIM e suporta o controle e visibilidade do ciclo de vida dos serviços.

O Registro garante às partes o cumprimento e a manutenção da Governança estabelecida. O provedor pode fornecer suas atualizações diretamente aos usuários do seu serviço, entretanto o fato da descrição constar no Registro pressupõe a aderência aos padrões previstos para garantia da interoperabilidade.

5. CONCLUSÃO

A segunda demonstração do SWIM no cenário nacional foi mais uma oportunidade de aprofundar a harmonização da compreensão do conceito para a Comunidade ATM nacional. Essa disseminação de conhecimento é relevante no cenário de implementação do conceito no Brasil, dado que o sucesso de tal empreitada depende fortemente do envolvimento de todas as partes interessadas.

Em particular, essa Demonstração trouxe destaque para o processo de fornecimento e consumo de serviços em um ambiente SOA, utilizando, para isso, um serviço de previsão de turbulência de céu claro, publicado no Registro SWIM, e um aplicativo cliente consumindo tal serviço, por intermédio da implementação dos métodos disponibilizados no arquivo WSDL, acessível via Registro.

O cenário do exercício compôs elementos de cotidiano com aspectos técnicos, de forma que pudesse ser bem compreendido por todos na plateia, considerando que o público-alvo não se restringiu a profissionais da área de Tecnologia da Informação.

A execução do exercício e os resultados alcançados, serão utilizados como suporte para a elaboração de um plano de implementação para o SWIM no cenário nacional.

Novas demonstrações serão realizadas nos próximos anos, visando ampliar o cenário e aumentar sua complexidade, possibilitando, assim, a antecipação para um ambiente de prova de conceito de aspectos com potencial impacto em ambiente operacional. Adicionalmente, tendo em vista a possibilidade de que o SWIM seja implementado por um grupo de Estados reunidos em uma região SWIM, há possibilidade de realização de demonstrações regionais.

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, I. S. R. et al. Desenvolvimento do SWIM Registry Brasileiro. XVI Simpósio de Transporte Aéreo: SITRAER 2017. Rio de Janeiro, 2017.

BONOMO, I. S. et al. Development of SWIM Registry for Air Traffic Management with the Blockchain Support. 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) proceedings. Maui, 2008. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8569223>. Acesso em 08 ago. 2019.

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

_____. SWIM no ATM Nacional: DCA 351-5. Rio de Janeiro 2019.

CANADÁ. Organização da Aviação Civil Internacional. Conceito Operacional ATM Global (GATMOC): Doc. 9854. Montreal, 2005.

_____. Manual sobre o Conceito SWIM: Doc. 10039. Montreal, 2015.

_____. Plano Global de Navegação Aérea 2016-2030 (GANP): Doc. 9750. Montreal, 2016.