

Sistema de Apoio à Decisão para o Tiro de Destruição – Uma Composição de Serviço

André Luís Maia Baruffaldi, Henrique Costa Marques, Alexandre de Barros Barreto, José Maria Parente de Oliveira

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – Praça Mal Eduardo Gomes, 50 – São José dos Campos - SP

Resumo — O uso do espaço aéreo por aeronaves envolvidas em atividades ilícitas fez com que o Congresso Nacional aprovasse a Lei do Tiro de Destruição. Essa nova responsabilidade exige maior eficácia nas ações gerenciais da defesa aérea, que devem ser suportadas por sistemas automatizados de busca de informações e de pré-processamento, sendo esses o escopo do trabalho.

Dessa forma, aprofundou-se o mapeamento de todos os processos envolvidos durante as fases que antecedem ao tiro e realizou-se uma exaustiva avaliação deles, em busca de possíveis falhas.

Emprega-se a Ontologia para representar os conceitos envolvidos na concepção operacional da defesa aérea. Para a formalização do processo, isto é, as diversas fases e suas condicionantes, será empregada a Rede de Petri – RdP. A automatização do processo e das atualizações de cenário são fatores críticos à tomada de decisão, assegurando um fluxo de informações atualizadas, precisas e oportunas para a manutenção da Soberania Nacional.

Palavras-Chave — Ontologia, Semântica, apoio à decisão.

I. INTRODUÇÃO

O Brasil, como uma Nação Soberana, necessita medidas e posturas para impor-se como um país continental. Para isso, desenvolve mecanismos de fiscalização, controle e punição baseados em pilares sólidos de segurança e eficiência, tais como: leis e órgãos governamentais de fiscalização, de assessoria e os coercitivos.

Em março de 1980, foi criado o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro - SISDABRA, através do Decreto-Lei n. 1778/80 [2], cuja finalidade é assegurar a soberania do Espaço Aéreo Brasileiro. Para cumprir sua atribuição legal, o sistema foi estruturado objetivando a otimização de recursos e a maximização da sinergia dos seus diversos elos. Assim, empregou meios do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) e do Comando Geral de Operações Aéreas (COMGAR). O SISCEAB detém os meios de controle do espaço aéreo como radares, Centros de Controle de Área e os Centros de Operações Militares – COpM, Centros de Previsões Meteorológicas e de Busca e Salvamento, sistemas de comunicação e toda a malha dos meios de telecomunicações para coordenações necessárias. Ficando a cargo do COMGAR responder pelos vetores aéreos. O SISDABRA possui como elo central, o Comando de Defesa Aeroespacial Brasileiro – (COMDABRA), com sede em Brasília-DF. Como principais elos desse Sistema

existem: o Centro de Operações de Defesa Aeroespacial – CODA, os COpM e os pilotos das aeronaves de defesa aérea.

Com a finalidade de atender ao previsto no Decreto-Lei n. 1.778/80[2], o COMDABRA recebeu a tarefa de realizar a vigilância do Espaço Aéreo Brasileiro, tendo como objetivo garantir a atuação da defesa aérea em todo o Território Nacional, a fim de dissuadir a atividade aérea ilícita, através da vigilância e do policiamento constante do espaço aéreo. Para a correta e inequívoca ação do SISDABRA, diversos procedimentos foram deliberados e formalizados em documentos normalizadores do SISDABRA, denominados NOSDA (Normas Operacionais do Sistema de Defesa Aeroespacial). Essas normas são de conhecimento dos elos envolvidos e possuem caráter sigiloso, dessa forma os assuntos abordados nessas não serão aprofundados.

Em 5 de março de 1998 o Congresso Nacional aprovou a Lei do Tiro de Destruição[3], tendo sido regulamentada no dia 16 de julho de 2004, pelo Decreto-Lei n. 5.144/04[1]. Dessa forma, a Força Aérea Brasileira poderá vir a destruir uma aeronave envolvida com o tráfico de entorpecentes ou contrabando de armas. Essa possibilidade forçou o COMDABRA a aperfeiçoar todos os seus métodos de policiamento e de supervisão do espaço aéreo, principalmente os dedicados ao tiro de destruição. Tal necessidade é alicerçada na prestação de contas à sociedade brasileira através de ações corretas, precisas e seguras.

Nesse cenário, a Força Aérea Brasileira atua na constante busca da otimização de seus meios. A procura por tecnologias que ofereçam suporte às demandas e agreguem competências à capacidade instalada tornam o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA) um grande usuário de sistemas informatizados e um gerador de novos requisitos e demandas.

Serviços semânticos, mineração e fusão de dados, interpretação de informações, baseadas em taxonomias, são tecnologias necessárias e que norteiam o desenvolvimento deste trabalho para a composição de serviços semânticos na *Web*, para atender as atuais demandas por ferramentas de apoio à decisão.

Este artigo está organizado de forma a prover ao leitor uma visão sobre algumas tecnologias associadas ao problema, estando descrito na Seção 2. A Seção 3 aborda o processo decisório representado através de uma Rede de Petri, onde se descreve a pertinência de associar o fluxo de informações às ferramentas baseadas em serviços baseados na *Web*. A Seção 4 aborda uma proposta de ontologia de domínio focada na estrutura da defesa aérea, empregada pela

FAB para os tempos de paz. A Seção 5 é dedicada à análise dos resultados da implementação de uma composição de serviço *Web* e a Seção 6 revisa os principais conceitos vistos, abordando uma visão de futuro ao assunto discutido.

II. TECNOLOGIAS ASSOCIADAS AO PROBLEMA

Para atender ao princípio da oportunidade e prover uma correta assessoria à autoridade decisora algumas tecnologias deverão ser abordadas neste trabalho. Serão analisados alguns conceitos e técnicas para prover a integração necessária entre o fluxo das informações, observadas através de uma abordagem em Rede de Petri, e a implementação dos serviços *Web* necessários para a automatização de alguns segmentos do processo decisório.

A Rede de Petri – RdP[4] é uma ferramenta que assegura que todos os procedimentos inerentes a uma determinada fase foram executados; isso é inerente à Rede em suas transições e estados. Assim, uma transição somente será disparada quando todos os seus estados associados estiverem com valores verdadeiros (*true*) representando que foram executados. Em outras palavras, uma ação somente poderá ser desencadeada a partir do momento que todas as suas condicionantes foram devidamente avaliadas. A partir disso, a transição é disparada e a ação recorrente é executada. Dessa forma, a autoridade terá certeza que a conclusão de uma fase foi seguida de uma análise de todos os parâmetros que a definem, não restando a possibilidade do esquecimento de realizar algum procedimento. Sendo essa atividade regrada por legislação federal e por normas específicas do Comando da Aeronáutica, as ações da autoridade decisora são fortemente balizadas por elas e são de cumprimento obrigatório.

A automatização da busca e da análise desses parâmetros deve ser perseguida para retirar esse encargo da autoridade decisora, visto que são balizados por parâmetros pré-estabelecidos. A quase totalidade das condicionantes relacionadas na RdP são factíveis de serem obtidas através da *Web*. A busca dessas informações deve ser realizada por agentes de serviços *Web* que realizam uma pesquisa nas bases UDDI [5] (*Universal Description, Discovery and Integration*) que definem um método universal para operações de descoberta e de solicitação de serviços *Web*.

Ontologias[6] são utilizadas para descreverem formalmente o domínio de interesse. Representam os diversos conceitos e suas relações dentro do domínio pré-estabelecido. É fundamental para delinear e restringir o escopo do problema, bem como favorecer a interoperabilidade com outros sistemas. Uma ontologia é, também, utilizada para realizar inferência sobre os objetos do domínio, sendo o resultado da inferência o objetivo deste trabalho.

A busca por serviços automáticos é realizada através das UDDI[5][11], onde os provedores publicam seus serviços. Esses têm sua descrição disponibilizada, aos clientes, através do WSDL[7][11] (*Web Service Description Language*) que é uma linguagem baseada em XML (*eXtensible Markup Language*) utilizada para descrever os serviços prestados, funcionando como um contrato do serviço. Trata-se de um documento escrito em XML que, além de descrever o serviço, especifica como acessá-lo e quais as operações ou métodos disponíveis.

A ontologia, para estar disponível para publicação na *Web*, emprega a OWL [8][11] (*Ontology Web Language*) que

é uma linguagem semântica própria para publicar e compartilhar ontologias na *Web* (*World Wide Web*). Foi desenvolvida como uma extensão do RDF (*Resource Description Framework*). Já a OWL-S [9] (*Ontology Web Language – Service*) oferece facilidades para melhorar o acesso ao conteúdo e também aos serviços na *Web*. Habilita a descoberta, solicitação e composição de serviços com elevado grau de automação.

Entretanto a busca automática e a seleção por serviços [10] e funcionalidades é uma aproximação que ainda deve ser explorada. Como a atividade de defesa é um serviço crítico e de elevado valor, os serviços *Web* deverão ser criteriosamente selecionados, avaliados e cercados por um criterioso processo de confiabilidade, necessitando, para isso, um serviço de descoberta e de seleção muito rigoroso, não sendo esse o escopo deste trabalho.

A decisão por determinar a execução do tiro de interdição, de uma aeronave envolvida com ilícito, deve ser cercada por ações que assegurem que todas as possibilidades foram avaliadas e que não restou nenhuma dúvida quanto a natureza do voo da aeronave alvo. Para isso, a abordagem empregando Rede de Petri nos garante que todas as ações possíveis e necessárias foram realizadas. A automatização do processo de obtenção das informações, através de serviços *Web* e a composição desses serviços com outras informações asseguram a agilidade e a acuracidade necessárias à tomada de decisão.

III. A GERAÇÃO DE SERVIÇOS PARA ATENDER DEMANDAS MAPEADAS EM REDE DE PETRI

A presente proposta discute uma modelagem, baseada em Redes de Petri - RdP, para simulação de operações de comando e controle em defesa aérea voltadas para a medida de aplicação do tiro de destruição, cujo objetivo não é destruir a aeronave, mas impedi-la de evadir. Dessa forma, passaremos a identificá-lo como Tiro de Interdição. O modelo abaixo, representado pela Figura 1, foi construído empregando a ferramenta DNAnet de simulação de RdP, onde todas as posições de situação e de estado representam os procedimentos a serem executados no transcorrer das operações até a chegada da determinação de abertura de fogo contra uma aeronave envolvida com atividades de transporte de narcóticos. A RdP foi implementada e testada na plataforma Java. Todas as informações necessárias para colaborar com uma adequada tomada de decisão devem ser exploradas ao máximo, porém a obtenção dessas informações e o seu processamento requerem um grande esforço de busca e de trabalho intelectual.

A automatização de processos de busca de informações e a assessoria advinda da compilação dos dados obtidos e parametrizados para suporte a decisão são fundamentais para a busca da excelência na tomada de decisão, bem como, assegurar que todos os procedimentos necessários e possíveis foram cumpridos e julgados satisfatórios para prosseguir nas ações de interdição de uma aeronave em prosseguir em seu voo normal.

A obtenção automática de informações disponíveis na *Web* deverá ser precedida de consultas aos servidores *Web*. Com a resposta das consultas realizadas, haverá uma aplicação construída a partir da ontologia, analisada na seção IV, que irá prover a interpretação das informações, compondo serviços quando necessário e retornando, ao

usuário, informações processadas, não mais brutas, para auxiliá-lo na decisão a ser tomada.

Como forma de representar essa consulta a um serviço *Web*, bem como a composição com outros serviços ou com dados provenientes do banco de dados local, foi extraído um seguimento da RdP (Fig. 1), abaixo, para mostrar a entrada dos dados no sistema, representado por d9, d10 e d11, que, caso retornem valores adequados habilitará a transição d8. A transição d8 representa, hipoteticamente, a autorização para a decolagem de uma aeronave de defesa aérea. Para que isso ocorra, as transições d9, d10 e d11, representam fatores que devem ser avaliados para que o processo de decolagem transcorra em segurança, como por exemplo: meteorologia, infraestrutura e aeronave. Caso algum deles apresente restrição, o processo deverá ser interrompido, aguardando condições favoráveis.

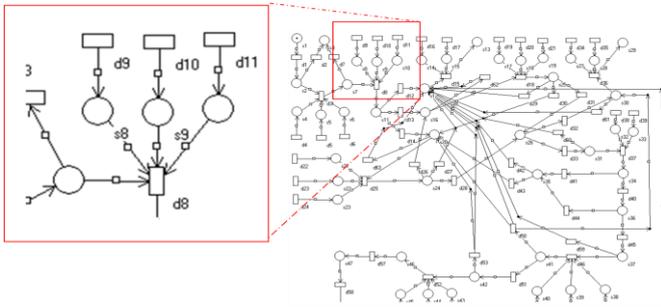


Fig. 1. Rede de Petri

A automatização do processo pode ser mais explorada, definindo que as posições d9, d10 e d11 representam composições de serviços que integram informações de serviços atômicos, não representados na Figura 1, a partir dos quais a informação disponibilizada tem um valor agregado maior. Para representar essa composição, faz-se uma consulta a cerca de uma localidade, a um provedor de informação meteorológica e a outro provedor de infraestrutura de aeródromo. Esses serviços atômicos retornam os dados solicitados que compõem um novo serviço que sofrerá a ação das regras de inferência. Após retorna, em d9, uma informação, agora inferida, da situação operacional do aeródromo (operação visual, por instrumentos ou fechado).. A Figura 2 formaliza a topologia do serviço *Web* proposto.

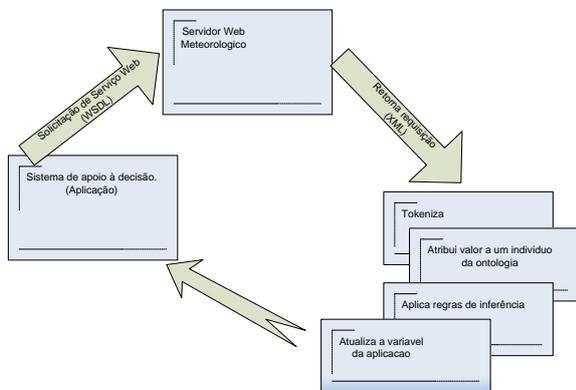


Fig. 2 – Topologia da consulta e manipulação de dados de Serviço Web

IV. UMA ABORDAGEM ONTOLÓGICA PARA A DEFESA AÉREA

A Ontologia (Fig.3) representa, sem ferir o contexto de emprego e o sigilo da estrutura sistêmica, alguns dos diversos conceitos associados à atividade da defesa aérea no Brasil. A Classe *Serviços* é a interface com os provedores de serviços *Web* com os quais a ontologia relaciona-se. A Classe *Organização* compreende os atores/agentes que irão requerer as informações disponibilizadas pelos serviços publicados.

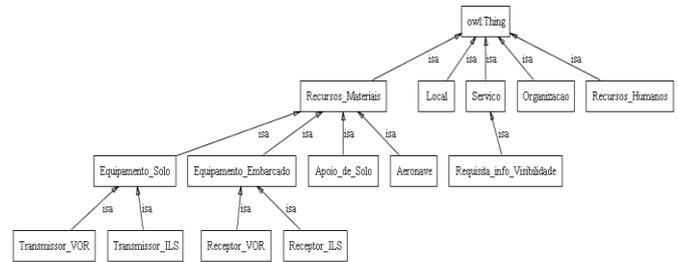


Fig. 3. Representação conceitual

O princípio que norteou essa modelagem foi a automatização do acesso às informações, oportunizando-as aos usuários sempre que forem pertinentes. A automatização do processo e o emprego de regras de inferência deverão ser buscados em toda a sua amplitude, através da interação entre os diversos aplicativos do SISDABRA e os serviços *Web*.

As principais classes envolvidas na Ontologia são: *Organização*, representando os atores requerentes dos serviços *Web* e os usuários finais do produto retornado pelos serviços *Web*; *Serviços* que são os elos de interface com os provedores de serviços e informações disponíveis na *Web*.

O produto disponibilizado aos usuários finais será uma composição dos serviços relacionados ao problema e regrados através das formalizações implementadas na ontologia. A capacidade de realizar inferência, partindo de dados isolados e disponibilizando ao decisor informações processadas tornam a ontologia uma ferramenta para suporte à decisão.

Ontologia, por tratar com conceitos e suas relações, favorece a interoperabilidade entre os diversos sistemas de comando e controle envolvidos na ação. Isso complementa a abordagem inicial baseada em RdP, que propicia uma adequada visão dos processos sistêmicos inerentes a atividade analisada, porém a sua rigidez dificulta a interação com outros sistemas, restringindo a capacidade de interação sistêmica.

V. IMPLEMENTAÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO DE SERVIÇO WEB E OS RESULTADOS OBTIDOS

A implementação de um sistema de apoio à decisão empregando informações disponíveis na *Web*, pressupõe o acesso a provedores de serviços *Web* cujo produto sejam pertinentes às demandas do solicitante. A partir de uma requisição, o provedor do serviço realiza uma consulta em seu banco de dados e envia ao requerente as informações obtidas. Essas informações são integradas a base de dados da aplicação do usuário (cliente) que realiza uma inferência, empregando informações provenientes do seu próprio banco de dados ou de outros serviços *Web*.

O uso de regras sobre essas informações gera produtos adequados a uma adequada tomada de decisão, de forma rápida, precisa e com reduzido risco de erro. O uso de inferência assegura ao usuário que as informações disponibilizadas pelo sistema são precisas, pelo fato de não terem sofrido manipulação externa (fator humano) na sua construção. O resultado desse processo é disponibilizado diretamente ao usuário/cliente ou constitui novo serviço *Web* que é acessado por outros agentes de busca, constituindo, assim um ciclo retroalimentado.

A ontologia constituída, representando a atividade de defesa aérea, é mostrada na Figura 4, obtida empregando a plataforma Protégé 3.4.4 [12] e o sistema de visualização gráfica Ontoviz [13].

Através dessa ferramenta, ficam visíveis as classes empregadas e os seus relacionamentos.

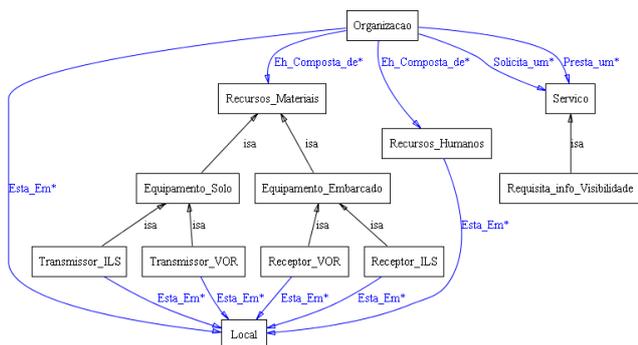


Fig. 4 Ontologia da Defesa Aérea

O emprego de serviço *Web* tem como objetivo obter informações que normalmente vêm de consultas manuais a serviços informatizados, tais como: informação de meteorologia, situação da infraestrutura nos aeroportos, plano de voo apresentado e documentos diversos.

Como forma de restringir o escopo deste trabalho, foi realizada a construção de uma consulta a um servidor *Web*, versando sobre informação meteorológica de aeródromo. Para localizar um provedor desse serviço empregou-se o sistema de busca do Google (www.google.com.br), empregando a expressão “wsdl weather web service” como parâmetro de procura. Dentre vários resultados obtidos selecionou-se o endereço <http://www.webservicex.com> para servir de provedor das informações necessárias para os experimentos e integrar a base da composição do serviço, por disponibilizar informação de visibilidade no aeródromo. Além da visibilidade, fornece informação de vento, temperatura, pressão e cobertura de nuvens. Porém, para efeito desse estudo, somente o parâmetro de visibilidade foi levado em consideração para a definição de condição de operação de aeródromo. Informação de teto (base das nuvens), apesar de ser tão importante quanto a visibilidade, não foi tratado neste trabalho, pois sua implementação segue o mesmo processo utilizado para a visibilidade.

Com a definição do endereço <http://www.webservicex.com>, para ser o provedor de serviço meteorológico, localizou-se o endereço <http://www.webservicex.com/globalweather.asmx?WSDL> para obter o arquivo XML utilizado para descrever o serviço *Web*, forma de acesso e quais as operações e métodos disponíveis.

A partir dessas informações, criou-se o Projeto “Weather_Client_Application”, no NetBeans 6.8, JDK 6

[14]. A função desse projeto foi requisitar a informação de meteorologia em um determinado aeródromo e gerar os indivíduos da Ontologia empregada.

A figura abaixo mostra a tela de requisição da informação de visibilidade para uma determinada localidade. No caso foi solicitada a informação de São Paulo (Fig. 5), que no momento da consulta estava com visibilidade limitada a 5.000 metros (Fig. 6).

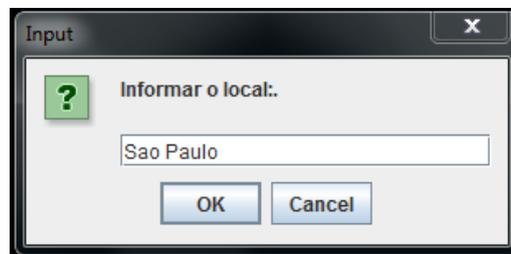


Fig. 5. Tela para informar localidade de interesse

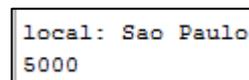


Fig. 6. Tela de retorno da requisição (5.000 m de visibilidade)

Como as informações retornadas pelo provedor são compostas por um conjunto de dados que não serão abordados no trabalho, foi utilizado o *Tokenizer*, do Java, para filtrar a informação de visibilidade. Após o filtro inicial foi empregado um algoritmo para realizar a substituição da informação disponível na forma de string para inteiro e a unidade métrica foi convertida de milhas para metros, de forma aproximada, como mostrado na Fig. 6, acima.

O valor correspondente à visibilidade foi atribuído a uma variável, do tipo inteiro, onde as regras da ontologia (Fig. 7) foram empregadas. Assim, o sistema irá inferir como seria a operação no aeroporto consultado: aberto (operação sob regras de voo visual), fechado ou instrumento (operação sob regras de voo instrumento), empregando as regras geradas no Protégé 3.4.4.

```

Rule-3 Local(?loc) ^ Metar_visibilidade(?loc, ?vis) ^ swritelessThan(?vis, 3000) ^ swritegreaterThanOrEqual(?vis, 1500) -> Condicao_Meteorologica(?loc, "FFR")
Rule-4 Local(?loc) ^ Metar_visibilidade(?loc, ?vis) ^ swritelessThan(?vis, 1500) -> Condicao_Meteorologica(?loc, "Fechado")
Rule-5 Local(?loc) ^ Metar_visibilidade(?loc, ?vis) ^ swritegreaterThanOrEqual(?vis, 3001) -> Condicao_Meteorologica(?loc, "VFR")
Rule-6 Local(?loc) ^ Condicao_Meteorologica(?loc, "FFR") ^ Transmissor_ILS(?vis) ^ Esta_Em(?vis, ?loc) ^ Disponibilidade_ILS(?vis, "NOH") -> Condicao_Operacional(?loc, "Fechado")
Rule-7 Local(?loc) ^ Condicao_Meteorologica(?loc, "FFR") ^ Transmissor_ILS(?vis) ^ Esta_Em(?vis, ?loc) ^ Disponibilidade_ILS(?vis, "OK") -> Condicao_Operacional(?loc, "Aberto")
Rule-8 Local(?loc) ^ Condicao_Meteorologica(?loc, "VFR") -> Condicao_Operacional(?loc, "Aberto")
    
```

Fig. 7. Regras empregadas na Ontologia

A condição meteorológica de um aeródromo define as regras de voo a serem adotadas durante a sua operação. A condição operacional é outra definição importante a ser observada, sendo uma composição de informações oriundas da condição meteorológica e dos equipamentos de solo e da aeronave.

A automatização esperada para compor as ferramentas de apoio à decisão foi atingida através da composição dos diversos serviços necessários para disponibilizar ao sistema os dados necessários para a execução das regras e a consequente inferência sobre a condição meteorológica e operacional do aeródromo.

Com o objetivo de validar as regras implementadas no Protégé 3.4.4, foram realizados inúmeros testes simulando a utilização de um *Web Service* para obter informações sobre

os equipamentos que compõe as aeronaves. Esse serviço foi simulado, e os valores inseridos manualmente, pois ainda não foi implementado um serviço com essas informações.

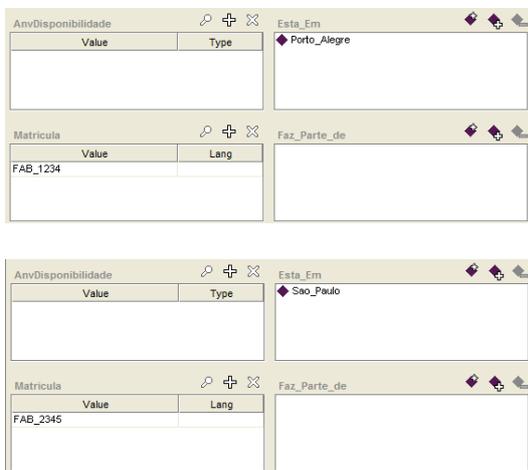
TABELA I AVALIAR SE UMA DETERMINADA AERONAVE ESTÁ DISPONÍVEL OU RESTRITA, EM FUNÇÃO DO STATUS DOS EQUIPAMENTOS DE BORDO.

Anv	Equip	Status Equip	Disp Esperada	Disp Obtida *
FAB 1234	ILS 1	NOK	RESTRITA	Restrita
FAB 2345	ILS 2	OK	DISPONÍVEL	Disponível

* - Dados obtidos após emprego da inferência.

a) Situação dos indivíduos da ontologia antes de serem aplicadas as regras 1 e 2 de inferência que são referentes a disponibilidade dos equipamentos de vôo das aeronaves. (As regras não foram disponibilizadas neste artigo, pois são partes integrantes de documentos classificados)

As figuras abaixo foram extraídas da plataforma Protégé 3.4.4., onde pode-se observar os dados utilizados para a validação da ontologia apresentada.



b) Situação dos indivíduos da ontologia após serem aplicadas as regras 1 e 2 de inferência.



TABELA II DEFINIR A CONDIÇÃO METEOROLÓGICA DE UM AERÓDROMO, EM FUNÇÃO DA VISIBILIDADE.

Localidade	Visibilidade	Cond Met Esperada	Cond Met Obtida *
Porto Alegre	2.500	IFR	IFR
Sao Paulo	1.200	FECHADO	FECHADO

* - Dados obtidos após emprego da inferência.

a) Situação dos indivíduos da ontologia antes de serem aplicadas as regras 3, 4 e 5 de inferência.



b) Situação dos indivíduos da ontologia após serem aplicadas as regras 3, 4 e 5 de inferência.

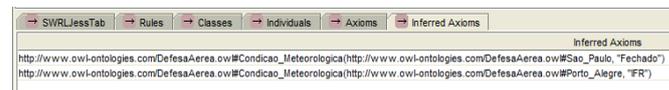
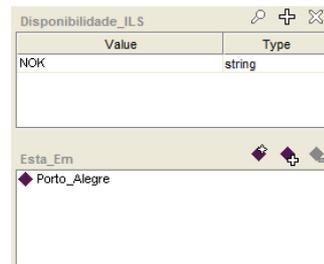


TABELA III DEFINIR A CONDIÇÃO OPERACIONAL DE UM AERÓDROMO, EM FUNÇÃO DA CONDIÇÃO METEOROLÓGICA INFERIDA E DA DISPONIBILIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE SOLO.

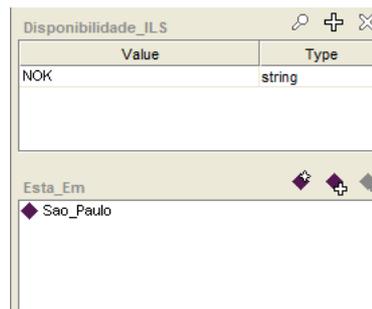
Localidade	Condição Meteorológica	Disponibilidade equipamento de solo	Condição Operacional esperada	Condição Operacional obtida
Porto Alegre	IFR	NOK	Fechado	Fechado
Sao Paulo	Fechado	NOK	Fechado	Fechado

* - Dados obtidos após emprego da inferência.

a) Situação dos indivíduos da ontologia antes de serem aplicadas as regras 6, 7, 8, 9 e 10 de inferência.



b) Situação dos indivíduos da ontologia após serem aplicadas as regras 6, 7, 8, 9 e 10 de inferência.



b) Situação dos indivíduos da ontologia após serem aplicadas as regras 6, 7, 8, 9 e 10 de inferência.



Houve êxito na obtenção dos dados necessários para a composição do serviço proposto (Fig. 6) e na estruturação da ontologia, bem como na implementação das regras e das inferências, conforme comprovado através dos resultados contidos nas TABELAS I, II e III, onde pode ser observada a igualdade entre os valores obtidos e os valores esperados. Porém, a atribuição automática dos valores, acima

mencionados, carecem de implementação, isto é, as ferramentas a serem utilizadas para realizar as inferências não estão sendo supridas pelas informações oriundas do serviço *Web*, apesar de estarem corretamente salvas em memória. Essa deficiência acarreta o isolamento da situação d9 (RdP), por exemplo, do serviço *Web*, que não será acionado automaticamente, tão pouco retorna os resultados inferidos. Essa restrição será superada a partir do momento em que a Aplicação JAVA desenvolvida para representar a RdP for customizada para interagir com a ontologia gerada no Protégé 3.4.4 e exportada para o JAVA.

O adequado entendimento do processo envolvido no tiro de destruição, visualizado através da Rede de Petri, propiciou a definição dos diversos conceitos envolvidos e suas relações intrínsecas, gerando a ontologia.

A partir da RdP pôde ser observada a necessidade dos serviços *Web* a serem implementados, para, a partir das regras de inferência geradas na Ontologia, bem como na composição deles, agregar valor à decisão a ser tomada. A RdP, também, determina o seqüenciamento das ações e a temporização das consultas aos serviços *Web* dimensionando adequadamente o fluxo das consultas e sua periodicidade.

VI. CONCLUSÃO

Este artigo representou, através de Ontologia, alguns conceitos da estrutura de defesa aérea, assim relacionaram-se os diversos conceitos envolvidos na atividade. Associado a Ontologia empregou-se a capacidade dos serviços *Web* para disponibilizar informações de apoio à decisão de forma ágil e confiável.

O algoritmo de seqüenciamento das ações foi modelado e testado empregando a metodologia de Rede de Petri. Essa metodologia assegura que todos os procedimentos inerentes a cada fase sejam rigorosamente observados, pois são diretamente balizados por legislação federal e por regras específicas da atividade de defesa. Sendo assim, de cumprimento obrigatório.

A composição dos serviços *Web*, associado com a capacidade de inferência, propiciados pelo emprego da ontologia sustentam a estrutura de apoio à decisão com informações oportunas, precisas e automáticas. Dessa forma, temos assegurado a eficiência do modelo apresentado e sua total pertinência no cenário proposto, quando teremos a agilidade do acesso às informações ou de seus subprodutos, com atualização automática ou semi-automática.

Baseado na metodologia proposta e lastreado pelas conclusões registradas na Seção 5 é factível envidar esforços para concluir a integração das soluções adotadas para que a amplitude do projeto seja atingida. Após a conclusão da customização da aplicação da RdP e da implementação dos demais serviços *Web* a serem relacionados através do aprofundamento do estudo na Rede de Petri, o sistema tem condições de prover aos usuários uma poderosa e eficiente ferramenta de apoio à decisão.

REFERÊNCIAS

- [1] – Decreto Lei nº 5.144, de 16 de julho de 2004, obtida em 12 de julho de 2010 no endereço https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5144.htm
- [2] – Decreto Lei nº 1.778, de 18 de março de 1980, obtida em 13 de julho de 2010 no endereço <http://www2.camara.gov.br/legin/fed/decllei/1980->

1987/decreto-lei-1778-18-marco-1980-371007-exposicao-demotivos-1-pe.html

[3] – Lei nº 9.614, de 5 de março de 1998, obtida em 12 de julho de 2010 no endereço https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9614.htm

[4] – Tadao Murata, “Petri Nets: Properties, Analysis and Applications”, proceeding of IEEE, vol. 77, No 4, abril 1989, pag. 541

[5] – <http://uddi.xml.org/>, obtida em 12 de julho de 2010

[6] – Antoniou, G. e Harmelen, F.V. A Semantic Web Primer-Second Edition. The MIT Press, Cambridge, 2008.

[7] – W3C, Web Services Description Language (WSDL), Recommendation 26 June 2007. Obtido em 13 de julho de 2010, no endereço <http://www.w3.org/TR/wsdl20/>.

[8] – <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>, obtida em 12 de julho de 2010

[9] – <http://www.ai.sri.com/daml/services/owl-s/1.2/>, obtida em 12 de julho de 2010

[10] – Yasmine Charif, “An Overview of Semantic Web Services Composition Approaches”, Electronic Notes in Theoretical Computer Science 146, 2006, p. 33-41

[11] – Jagadeesh Nandigam, “Semantic Web Services”, The Journal of Computing Sciences in Colleges, Vol. 21, pag. 50-63.f

[12] – The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System, obtida em 12 de julho de 2010, no endereço <http://protege.stanford.edu/>

[13] – Ontoviz Tab, obtida em 12 de julho de 2010 no endereço <http://smi-protege.stanford.edu/svn/ontoviz-tab/>

[14] – NetBeans IDE, obtida no endereço <http://www.netbeans.org/>, em 12 de julho de 2010