

# OWL-S ComposerW: Composição de Serviços Web Semânticos SOAP e RESTful

Adriano Novais Queiroz  
FORMAS Research Group/LaSiD/DCC/IME  
Departamento de Ciência da Computação  
Universidade Federal da Bahia  
Salvador, Bahia, Brasil  
adriano.nq@gmail.com

Daniela Barreiro Claro  
FORMAS Research Group/LaSiD/DCC/IME  
Departamento de Ciência da Computação  
Universidade Federal da Bahia  
Salvador, Bahia, Brasil  
dclaro@ufba.br

## ABSTRACT

Our proposed web tool called OWL-S ComposerW aims to develop heterogeneous semantic compositions in a visual manner. Its main objective is to interoperate SOAP and RESTful web services to embed into devices. This tool was evaluated in two fold: a case study and a questionnaire filled by developers. Our results stated that OWL-S ComposerW is considered useful and achieves its main proposal to visual compose heterogeneous services.

## Keywords

Semantic Composition, OWL-S, RESTful Grounding, Web Services

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de serviços web para a realização das mais diversas tarefas não pára de crescer. Isso vem ocorrendo por conta da facilidade em integrar uma aplicação com outras já existentes, mesmo que tenham sido desenvolvidas em linguagens diferentes. Este aumento no uso de serviços web ocorre devido às vantagens relacionadas à interoperabilidade, na qual a comunicação entre sistemas acontece de forma transparente[8, 3].

Embora um determinado serviço web possua funcionalidades que podem ser úteis para resolver um problema específico, existem situações em que este único serviço atômico resolve parcialmente o requisito, não sendo suficiente para satisfazer a requisição completa do usuário. Neste momento, serviços web mais complexos podem ser gerados a partir de outros mais simples, atendendo aos requisitos propostos[2]. A esta combinação denomina-se composição de serviços web.

O plug-in OWL-S Composer[8] foi desenvolvido em 2008 pelo grupo FORMAS[5] e seu objetivo foi proporcionar ao usuário a possibilidade de realizar composições de forma visual, a partir de serviços web que utilizam o protocolo SOAP. Para isto, o plugin recebe a indicação sobre os serviços web, gera o arquivo com a descrição semântica OWL-S correspondente e a partir destes serviços semânticos permite realizar combinações entre eles, tendo como resultado um novo ser-

viço web semântico com a funcionalidade desejada. Este processo elimina tarefas manuais para a descrição das composições, as quais podem ser demoradas e complexas. Apesar de sua finalidade ser de grande importância, o processo utilizado pelo plug-in apresenta falhas e dificuldades que desmotivam a sua utilização.

Uma das principais limitações do plugin OWL-S Composer[8] é a ausência de compatibilidade com serviços construídos sob uma abordagem RESTful. Além disto, dificuldades são enfrentadas pelo usuário desde o momento em que ocorre sua integração com o Eclipse IDE[6] até a geração de uma composição. Um dos momentos que estas dificuldades podem ser observadas é durante o processo de construção do diagrama visual. Para finalizar a criação de uma composição utilizando este plugin, mesmo após a interligação dos serviços através do diagrama, é necessário selecionar diversos parâmetros manualmente, tais como: *inputs* e *outputs*. Assim, são realizadas duas ações com a finalidade de identificar as interligações entre os serviços, o que torna ineficiente este processo.

Visando reduzir os problemas expostos e também expandir os benefícios do OWL-S Composer para permitir a interoperabilidade entre dispositivos da Internet das Coisas, o presente projeto propôs uma ferramenta, em versão Web denominada OWL-S ComposerW. Seu principal objetivo é oferecer ao usuário a possibilidade de criar composições semânticas heterogêneas de uma maneira visual com um número reduzido de etapas, a fim de interoperar serviços web que utilizam o protocolo SOAP e HTTP, este último sob uma abordagem RESTful. Além disto, o OWL-S ComposerW permite incorporar a Web Semântica com a descrição OWL-S dos serviços web. Desta maneira é possível gerar e compor visualmente serviços web semânticos, especificamente OWL-S em conjunto com o RESTful grounding[7], e executá-lo de forma rápida, fácil e intuitiva. A ferramenta OWL-S ComposerW tem como pré-requisito para sua utilização apenas um navegador web instalado, contribuindo com o processo de implantação da web semântica em serviços web.

## 2. OWL-S COMPOSERW

O OWL-S ComposerW visa facilitar o desenvolvimento de composições semânticas heterogêneas como meio de interoperar serviços web SOAP e RESTful de maneira visual (Figura 1), realizando automaticamente o mapeamento e descrição dos serviços web em OWL-S.

O OWL-S ComposerW utiliza algumas bibliotecas que fo-

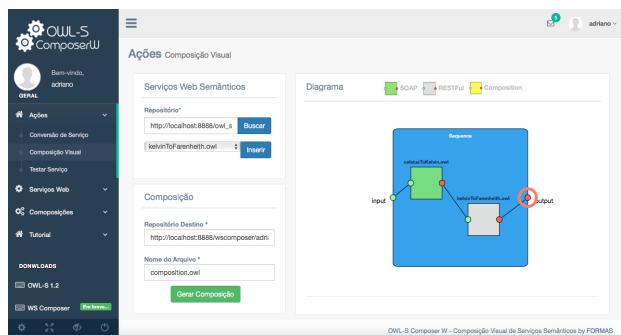


Figure 1: Ferramenta OWL-S ComposerW e seu Diagrama de Composição Visual

ram incorporadas à ferramenta. Ajustes e melhorias foram realizadas em cada uma das bibliotecas com o intuito de permitir o funcionamento do OWL-S ComposerW, ou seja, a execução de composições visuais via Web.

## 2.1 Bibliotecas incorporadas na OWL-S ComposerW

Dentre as principais bibliotecas utilizadas, destacam-se a OWL-API[12] e a implementação do RESTful grounding[13].

### 2.1.1 OWL-S API

A OWL-S API[12] é uma biblioteca Java que permite implementar e executar serviços web semânticos com descrições OWL-S. A última versão (3.1) implementa a OWL-S 1.2, a qual permite realizar estas tarefas para serviços SOAP. Através da sua utilização é possível realizar composições sequenciais, paralelas, dentre outras.

Apesar do seu grande potencial e utilização, esta API foi descontinuada. O domínio inativo é referenciado no código fonte da API como, por exemplo, nos links das ontologias base: *service.owl*, *profile.owl*, *process.owl* e *grounding.owl*. A desativação fez com que as versões disponibilizadas no passado deixassem de funcionar, propagando o problema para todas as ferramentas que a utilizam deixando-as inoperantes. Isto inclui o plugin OWL-S Composer, o módulo JAX-SA (Java Axis Semantic Annotation)[1] e também a implementação do RESTful grounding[13]. Ajustes foram realizados com o intuito de viabilizar a execução desta biblioteca.

### 2.1.2 Implementação do RESTful Grounding

A biblioteca do RESTful grounding[13] preenche uma lacuna existente na OWL-S API, visto que, por padrão, apenas serviços baseados em SOAP são implementados. Através desta biblioteca é possível descrever semanticamente os serviços Web baseados em uma abordagem RESTful. Ajustes foram necessários com o intuito de revitalizar esta biblioteca fazendo a atualização de todos os links necessários a sua execução dentro da ferramenta proposta.

## 2.2 Arquitetura Proposta

O OWL-S ComposerW foi desenvolvido na linguagem Java e projetado para prover suas funcionalidades através da Web utilizando JSF.

A biblioteca *Joint.JS*[11] permite a criação de diagramas e gráficos interativos. A mesma foi utilizada em dois momentos: a primeira durante a criação do diagrama referente à composição visual e a segunda na etapa de testes dos servi-

ços criados com a ferramenta, a qual representa a quantidade de serviços atômicos presentes na descrição OWL-S.

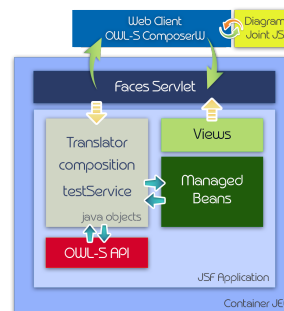


Figure 2: Arquitetura do OWL-S ComposerW

## 2.3 Composição Visual

A composição de serviços tem como finalidade permitir o reuso de serviços já existentes, agilizando a criação de novas funcionalidades. Em composições com um grande número de entradas e saídas, utilizar processos de forma não visual torna esta tarefa complexa, inviabilizando sua composição.

O OWL-S ComposerW utiliza a estratégia de aplicar cores representativas para cada tipo de objeto mostrado ao usuário. Como pode ser observado na Figura 3, o diagrama visual do OWL-S composerW permite ao usuário distinguir qual o tipo do serviço que ele está utilizando de acordo com sua cor.

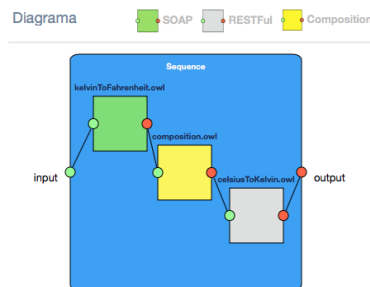


Figure 3: Diagrama de Composição Visual do OWL-S ComposerW

Serviços SOAP são representados por um quadrado verde, serviços RESTful por um quadrado cinza e as composições aparecem representadas por um quadrado amarelo. Além disto, os *inputs* são representados por círculos verdes e os *outputs* por círculos vermelhos, o que torna intuitiva a identificação dos mesmos.

## 2.4 Contribuições

Dentre as principais contribuições deste projeto, pode-se destacar: a Recuperação da OWL-S API, recuperação da implementação RESTful Grounding, desenvolvimento de uma biblioteca para converter WSDL em OWLS-S e publicação Web da ferramenta.

### 2.4.1 Recuperação da OWL-S API

Um dos grandes desafios deste projeto foi realizar modificações na OWL-S API para deixá-la independente do seu

domínio oficial e, com isto, reabilitar as suas funcionalidades. Devido ao fato de que o domínio oficial não está mais disponível, as dificuldades iniciaram na busca por uma versão não modificada, uma vez que não existe um repositório ativo. Foi encontrada apenas a versão 3.0, sendo que a última disponibilizada foi a 3.1.

#### 2.4.2 Recuperação da implementação RESTful grounding

Em consequência ao problema relacionado à OWL-S API, a implementação do RESTful grounding[13] também não funcionava mais. Em seu desenvolvimento foi utilizada a OWL-S API 3.1. Como a versão encontrada e modificada neste projeto foi a 3.0, houve a necessidade de se criar novas classes e ajustar parâmetros de entrada e saída em outras para corrigir os problemas causados pelas diferenças entre as versões citadas.

#### 2.4.3 Descrição automática de Serviços Web Semânticos

Diferentemente do plugin OWL-S Composer, esta nova ferramenta não faz uso do JAX-SA[1] para realizar a descrição automática dos serviços web, visto que não houveram atualizações desde 2013 e suas funcionalidades estão indisponíveis devido a desativação da OWL-S API oficial. Para esta função o OWL-S ComposerW implementou sua própria classe de tradução de WSDL para OWL-S, a qual se comunica diretamente com a OWL-S API modificada neste projeto.

#### 2.4.4 Ferramenta Web

A disponibilização do OWL-S ComposerW é uma das principais contribuições deste projeto por tornar possível a composição via Web de serviços heterogêneos. A ferramenta está disponível no endereço <http://www.owl-s-composerw.ufba.br>.

### 3. AVALIAÇÃO

A ferramenta OWL-S ComposerW foi avaliada sob dois aspectos: um estudo de caso e um formulário aplicado aos desenvolvedores de aplicações.

#### 3.1 Estudo de Caso

Neste estudo de caso foram descritas as etapas necessárias para criação de um serviço composto. O cenário analisado possui dois serviços web, os quais realizam operações de conversão de temperatura. O primeiro deles, *CelsiusToKelvin*, tem como parâmetro de entrada o grau celsius e retorna o grau kelvin correspondente e o segundo, *KelvinToFahrenheit*, recebe grau kelvin como parâmetro de entrada e retorna o grau fahrenheit correspondente. O objetivo é realizar a composição para obter um novo serviço, *CelsiusToFahrenheit*, o qual deve receber o grau celsius como entrada e retornar o grau fahrenheit correspondente.

Para exemplificar a capacidade que a ferramenta possui para geração de composições heterogêneas, o serviço web *CelsiusToKelvin* utiliza o protocolo SOAP e o serviço web *KelvinToFahrenheit* utiliza uma abordagem RESTful.

##### 3.1.1 Criação dos Serviços web

Esta etapa de criação de serviços web é externa à ferramenta para permitir que os desenvolvedores tenham uma maior flexibilidade no desenvolvimento dos serviços RESTful e SOAP. A criação do serviço web RESTful *CelsiusToKelvin*

utilizou o framework Jersey[4], o qual implementa o JAX-RS[9] e simplifica o desenvolvimento de um serviço RESTful. Já na implementação do serviço web SOAP, *KelvinToFahrenheit* foi utilizado o Apache Axis[10], recomendado pelo W3C e padrão do Eclipse IDE.

##### 3.1.2 Conversão WSDL para OWL-S

A primeira fase do processo corresponde à transformação da descrição sintática (WSDL) em descrição semântica (OWL-S). Esta função pode ser acessada através do menu lateral esquerdo do OWL-S ComposerW clicando no item Ações e, em seguida, Conversão de Serviços.

Neste momento o usuário deve indicar a localização do Serviço Web SOAP (WSDL) e clicar no botão "Analisar" para que sejam listadas as operações disponibilizadas pelo serviço. Em seguida, basta selecionar a operação desejada, informar o local onde este serviço será hospedado e clicar no botão "Gerar Serviço Web Semântico". A localização é importante para que os serviços possam ser encontrados na etapa de composição. Ao final, é iniciado automaticamente o download da descrição semântica gerada.

##### 3.1.3 Conversão da WADL para OWL-S

Nesta atual versão, a ferramenta OWL-S ComposerW está preparada para realizar conversões automáticas específicas para serviços web SOAP. Por conta desta limitação a descrição semântica OWL-S para o serviço *KelvinToFahrenheit* foi criada manualmente. Esta funcionalidade já está prevista para a próxima versão da ferramenta.

##### 3.1.4 Composição Visual

A segunda fase tem como objetivo gerar um novo serviço web a partir da combinação dos serviços web semânticos gerados na etapa anterior. Esta ação é realizada com o auxílio de um diagrama interativo (figura 1), onde o usuário insere os serviços semânticos e efetua a interligação de seus *inputs* e *outputs*.

Após a interligação dos serviços no diagrama o usuário deve indicar o local onde o serviço web semântico será hospedado, informar o nome do arquivo e clicar no botão "Gerar Composição". A transferência da descrição semântica gerada referente à composição é iniciada automaticamente.

##### 3.1.5 Testando os Serviços Web Semânticos Gerados

A terceira e última etapa é o momento em que são realizados testes de execução dos Serviços Web Semânticos gerados. É possível testar tanto serviços atômicos quanto as composições geradas.

A verificação de um serviço web semântico criado com o OWL-S ComposerW é realizada pelo usuário, o qual indica a localização do serviço e informa a entrada para o teste. Feito isto, clica-se no botão "Executar". Ao final, é exibido um diagrama que representa a quantidade de serviços atômicos presentes e, logo abaixo, o resultado do teste.

### 3.2 Questionário

A fim de avaliar a ferramenta OWL-S ComposerW em relação às suas principais funcionalidades e características relacionadas ao desenvolvimento de composições de serviços web semânticos descritos pela OWL-S, um questionário foi aplicado e respondido por 16 desenvolvedores de aplicações.

De acordo com a Figura 4, observa-se que 93,75% dos avaliadores já desenvolveram utilizando serviços web, sendo

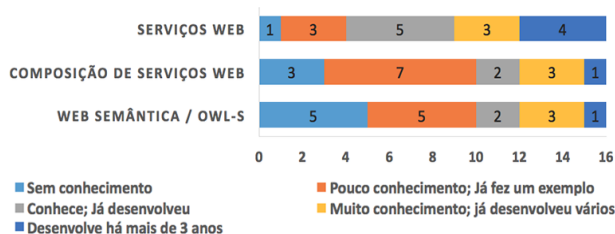


Figure 4: Conhecimento dos Avaliadores

que 25% do total possuem pouco ou nenhum conhecimento. Quando se trata de Composição de Serviços Web e Web Semântica, especificamente falando da OWL-S, o percentual de avaliadores que possuem pouco ou nenhum conhecimento sobe para 62,5%. Isso mostra que o tema abordado neste trabalho ainda é pouco difundido. Apesar disso, esta avaliação permitiu avaliar a capacidade que a ferramenta possui para introduzir o tema.

### 3.2.1 Resultados

Conforme Figura 5, a ferramenta OWL-S ComposerW apresentou um resultado positivo nos principais questionamentos realizados aos avaliadores.

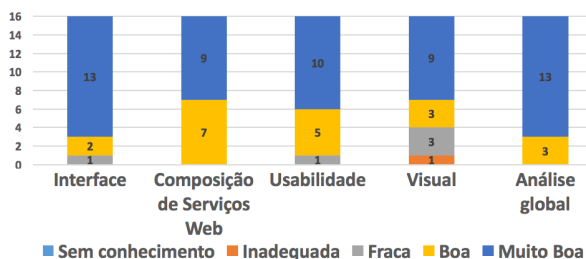


Figure 5: Respostas dos Avaliadores quanto a ferramenta

Sobre a interface, os avaliadores foram questionados se a mesma possui botões e menus que facilitam o desenvolvimento da composição de serviços web. Os dados coletados mostraram que 81,25% dos avaliadores classificaram como "muito boa", 12,5% classificaram como "boa" e apenas 6,25% classificaram como "fraca".

Os avaliadores também foram questionados se o ambiente permite lidar com a composição de serviços Web desde a sua criação até a execução desta composição e se os menus disponibilizados facilitam esta criação. O resultado mostrou que 56,25% classificam como "muito boa" e 43,75% classificam como "boa". Embora todas as respostas sejam positivas, este é um ponto a ser observado uma vez que a excelência é importante para incentivar o uso da ferramenta.

Com relação ao layout e sobre a usabilidade, o resultado positivo mostra que foi acertada a decisão por abandonar o formato de plugin utilizado pelo OWL-S Composer e passar para uma ferramenta Web pelo fato de que é possível fornecer melhores formas de interação, além de dispensar instalação por parte do usuário.

A análise global dos avaliadores mostrou que o OWL-S ComposerW satisfaz positivamente os desenvolvedores no processo de compor serviços semânticos de forma visual. Apesar de existir pontos a serem observados e melhorados,

nenhum resposta negativa foi registrada. 81,5% dos avaliadores classificaram como "muito boa" e 18,75% como "boa".

## 4. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este projeto apresentou a ferramenta OWL-S ComposerW, cujo objetivo é desenvolver composições semânticas heterogêneas de uma maneira visual, a fim de interoperar serviços web desenvolvidos em SOAP e RESTful.

Suas principais contribuições são: recuperação da OWL-S API, recuperação da implementação RESTful grounding, implementação da classe de tradução de WSDL para OWL-S e, por fim, a ferramenta OWL-S ComposerW em si disponível no endereço <http://www.owl-s-composerw.ufba.br>.

Duas limitações foram observadas nesta versão da OWL-S ComposerW. A primeira limitação é referente a conversão automática RESTful-WADL para OWL-S que nesta versão está sendo realizada manualmente. A segunda limitação é disponibilizada somente a estrutura de controle *sequence*. As demais já estão previstas para a próxima versão.

## 5. REFERENCES

- [1] M. Babik. Jax-sa. <http://sourceforge.net/projects/jax-sa/>, Mar. 2013. Acessado Maio 22, 2016.
- [2] D. B. Claro, P. Albers, and J.-K. Hao. Selecting web services for optimal composition. In *ICWS international workshop on semantic and dynamic web processes, Orlando-USA*, 2005.
- [3] D. B. Claro and R. J. d. A. Macêdo. Serviços web e sua relação com sistemas de informação. *IV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, 2008.
- [4] O. Corporation. Jersey - restful web services in java. <https://jersey.java.net>, May 2016. Acessado Maio 22, 2016.
- [5] F. G. de Pesquisa. Formas research group on semantic analysis. <http://www.formas.ufba.br>, 2016. Accessed July 25, 2016.
- [6] Eclipse. Eclipse mars.2. <http://eclipse.org>, 2016. Acessado Fevereiro 2016.
- [7] O. F. Ferreira Filho. *Serviços semânticos: uma abordagem RESTful*. PhD thesis, Universidade de São Paulo, 2011.
- [8] A. d. A. Fonseca, D. Claro, and D. Lopes. Gerenciando o desenvolvimento de uma composição de serviços web semânticos através do owl-s composer. *V Simpósio Brasileiro de Sistema de Informação*, pages 109–120, 2009.
- [9] M. Hadley and P. Sandoz. Jax-rs: Java? api for restful web services. *Java Specification Request (JSR)*, 311, 2009.
- [10] R. Irani and S. J. Basha. *AXIS: the next generation of Java SOAP*. Wrox Press Ltd., 2002.
- [11] Jointjs.com. Jointjs - the html 5 javascript diagramming library. <http://www.jointjs.com>, 2009 - 2015. Acessado em Maio 15, 2016.
- [12] D. Martin, M. Burstein, J. Hobbs, O. Lassila, D. McDermott, S. McIlraith, et al. Owl-s: Semantic markup for web services. *W3C member submission*, 22:2007–04, 2004.
- [13] O. C. Xavier et al. Serviços web semânticos baseados em restful um estudo de caso em redes sociais online. Master's thesis, Universidade Federal de Goiás, 2011.