

Modelo de Implementação da Web Semântica nas Empresas

Semantic Web Implementation Model in Enterprises

Reinaldo Ferreira
Planeta Virtual
Porto, Portugal
rdf@planetavirtual.pt

Isabel Seruca
Departamento de Inovação, Ciência e
Tecnologia, Universidade Portucalense;
Centro Algoritmi, Universidade do Minho
Porto, Portugal; Guimarães, Portugal
iseruca@upt.pt

Resumo – A Web Semântica constitui um importante desafio para a utilização da Web na atualidade. A transformação progressiva da Web baseada nos documentos para a Web baseada nos dados dará origem a uma base de dados distribuída à escala da Web. Sendo a utilização da Web Semântica nas Empresas um tema ainda pouco explorado, este artigo propõe um Modelo de Implementação que permita facilitar a introdução desta tecnologia nas organizações e avaliar o impacto dessa introdução nas aplicações utilizadas e nas tarefas desempenhadas pelos utilizadores.

Palavras-chave – Web Semântica, Linked Data, modelo de implementação, Empresa

Abstract – The Semantic Web is an important challenge for today's Web usage. The progressive transformation of the Web based on documents into the Web based on data will bring up a Web scale database. Given that the Enterprise Semantic Web is still a less explored subject, this article proposes an Implementation Model that helps the introduction of the technology and the evaluation of its' impact in the applications used and tasks performed.

Keywords – Semantic Web, Linked Data, implementation model, Enterprise

I. INTRODUÇÃO

Em praticamente duas décadas, a Web saiu de um laboratório onde era apenas uma ideia e transformou-se num ambiente ubíquo e universal, a que se pode aceder praticamente em qualquer lugar, onde se encontra informação sobre praticamente qualquer assunto. Mas a Web dos documentos é ainda uma versão pouco estruturada da Web. Com a introdução do acesso aos dados, à sua estrutura e ao seu significado, pode-se ambicionar um ambiente Web ainda mais integrado, robusto e prático. As próximas duas décadas poderão proporcionar o tempo necessário à disseminação da Web dos dados, sendo essa a expectativa da comunidade científica atual.

A introdução da Web Semântica implica a transformação progressiva da Web baseada nos documentos, onde as hiperligações entre documentos constituíram a essência da primeira geração da Web, na Web baseada nos dados, onde a criação de hiperligações entre dados ou informação dará origem a uma base de dados distribuída à escala da Web [1]. Esta base de dados potencialmente de grandes dimensões está

ainda pouco disseminada [2], embora seja possível encontrar exemplos em quantidade suficiente para avaliar esse potencial, uma vez que alguns esforços de investigação em conjunto com algumas políticas governamentais para a publicação de dados produziram já resultados muito satisfatórios [3]. Apesar destas iniciativas, a utilização da Web Semântica nas Empresas é ainda um tema pouco explorado [4], [5]. Entre as várias razões para um reduzido grau de adoção podem referir-se as dificuldades em homogeneizar e validar as fontes de dados, definir regras e fronteiras ao conhecimento que permitam relacionar os dados uniformemente, analisar exemplos demasiado complexos, disponibilizar capacidade tecnológica a baixo custo para viabilizar a sua implementação, encontrar ferramentas de desenvolvimento, recrutar profissionais com experiência, encontrar referências de sucesso e adotar a mudança de paradigma na modelização, projeto e programação [4–7].

Tendo em conta estas dificuldades, este artigo propõe um Modelo de Implementação da Web Semântica nas Empresas com dois propósitos fundamentais. O primeiro propósito é o de facilitar a introdução da tecnologia em organizações com motivações e características diversas. O segundo propósito é o de avaliar o impacto da introdução da tecnologia nas aplicações utilizadas nessas organizações e nas tarefas desempenhadas pelos utilizadores.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a Secção II inclui uma revisão da literatura sobre o tema da Web Semântica nas Empresas; a Secção III apresenta o Modelo de Implementação da Web Semântica nas Empresas proposto neste trabalho e, por último, na Secção IV são efetuadas algumas considerações finais e propostas de trabalho futuro.

II. A WEB SEMÂNTICA NAS EMPRESAS

A dimensão económica da Web é, como em todas as áreas, determinante. Foi assim no aparecimento da geração Web 1.0, com as empresas “cauda longa” a abordar o mercado global de clientes e produtos, até ao mais pequeno nicho. Foi igualmente assim no crescimento da Web 2.0, com as redes sociais a serem exploradas na perspetiva da ligação das pessoas às empresas, às marcas e aos produtos. E será eventualmente assim com a Web 3.0, com as empresas a envolverem-se ativamente na sua construção.

A tecnologia da Web Semântica poderá transformar o software empresarial, dar origem a novos modelos de negócio e até reduzir custos em áreas como a integração de dados, gestão de dados centrais e gestão da informação empresarial [7]. Redes empresariais internas baseadas em *Linked Data* poderão reduzir significativamente os custos de integração de informação, entre outros benefícios, como, por exemplo, na integração da informação de produtos, fornecedores, materiais, legislação, mercado, finanças ou outras informações entre fontes internas e externas [8]. No entanto, a adoção crescente das tecnologias da Web Semântica e os princípios de *Linked Data* fomentam a pergunta sobre que aplicações podem ser desenvolvidas para utilizar este potencial. A resposta poderá ser obtida com a identificação das áreas onde estas tecnologias e princípios podem contribuir de forma distinta das tecnologias tradicionais [9].

Entretanto, o compromisso entre o esforço computacional e a flexibilidade tem vindo a pender a favor do segundo aspeto, tendo em conta a verificação da projeção ditada pela Lei de Moore, pois mais capacidade de computação disponível leva a menos preocupação com a simplificação ou otimização. Por outro lado, a economia tem beneficiado da inovação e deu origem a um ambiente de elevada competitividade onde flexibilidade e velocidade assumiram um papel por vezes mais importante do que robustez e confiança. Pode assim questionar-se a validade económica atual dos modelos de normalização de dados em comparação com a flexibilidade e promessa de universalidade da Web Semântica [10].

O desenvolvimento da Web Semântica tem sido orientado com base na forma como diferentes comunidades perspetivam a sua evolução, considerando as suas áreas específicas de investigação. Uma abordagem é a da anotação, tomando a grande quantidade de conteúdos disponíveis na Web como base e utilizando diversas técnicas para dar origem a dados estruturados. Outra abordagem é a dos repositórios de dados, partindo de estruturas pré-definidas que depois se atualizam e interligam com diferentes estruturas. Por último, a abordagem que a posiciona como uma plataforma para agentes, aplicações que combinam diferentes fontes de informação e, no limite, executam ações em substituição dos indivíduos [11].

Adicionalmente e tendo em conta a natureza distinta das organizações, faz sentido que a abordagem empresarial seja distinta da académica. As empresas procurarão resultados mais práticos, de curto-prazo e com elevado grau de sucesso, enquanto a investigação académica procura tipicamente resultados teóricos, mais ambiciosos e de médio-prazo. No entanto, demasiada divergência poderá causar uma fratura, em que a empresa se foca em poucas questões e a academia em aspetos que nunca serão utilizados [12], sendo aconselhável considerar um equilíbrio entre as duas abordagens.

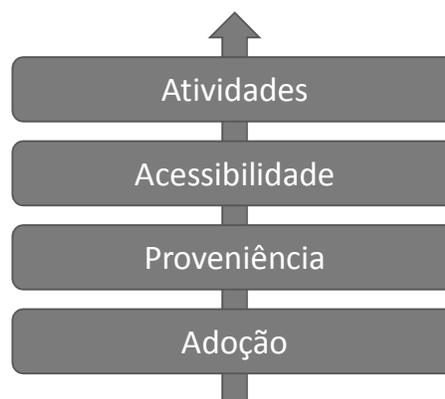
O debate sobre o possível sucesso comercial da Web Semântica está esgotado e foi substituído pela discussão sobre que alterações as aplicações comerciais poderão sofrer com a introdução da tecnologia [11]. Fabio Ciravegna, da Universidade de Sheffield, considera que as tecnologias semânticas serão implementadas com mais visibilidade em grandes organizações distribuídas, com destaque para as grandes empresas. David De Roure, da Universidade de

Southampton, considera que a tecnologia semântica permitirá o desenvolvimento rápido de aplicações suportadas sobre sistemas de informação existentes, por exemplo, possibilitando a integração dinâmica de redes de sensores com outras fontes de dados ou sistemas de suporte à decisão baseados em dados de redes distintas. Esse trabalho será desenvolvido com ferramentas baseadas na qualidade produtiva e automação eficaz, dirigidas a utilizadores sem especialização tecnológica.

III. MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO

Tendo em conta a diversidade de aspetos a considerar na adoção da Web Semântica nas Empresas, um Modelo de Implementação dessa tecnologia deverá considerar várias dimensões. Cada dimensão cobre a necessidade de satisfazer requisitos para a implementação da tecnologia, numa perspetiva discreta, mas representa simultaneamente o percurso que possibilita a sua implementação, em diferentes estádios, numa perspetiva contínua.

A Fig. 1 apresenta o modelo proposto neste artigo, que inclui quatro dimensões: Adoção, Proveniência, Acessibilidade e Atividades. Nas sub-seções seguintes justifica-se a pertinência de cada uma das dimensões.



Modelo de Implementação da Web Semântica nas Empresas

Figura 1 – Modelo de Implementação da Web Semântica nas Empresas

A. Adoção tecnológica

De acordo com [13], os principais modelos de adoção tecnológica com aplicação empresarial são o modelo da Difusão da Inovação e o modelo Tecnologia-Organização-Ambiente.

Segundo o modelo da Difusão da Inovação [14], a inovação organizacional está essencialmente dependente das seguintes características:

- Liderança, tendo em conta a atitude em relação à mudança que é adotada pelos indivíduos que lideram a organização;

- Estrutura, considerando a organização das pessoas, a sua disponibilidade, interligação, mobilidade e conhecimento;
- Abertura, analisando a abertura da organização ao ambiente exterior.

Ainda de acordo com [14], a inovação é adotada a velocidades diferentes, segundo uma distribuição normal do grau de adoção onde são identificados cinco grupos:

- *Innovators*, o grupo com mais rápida adoção, 2.5% do total;
- *Early adopters*, o grupo com maior aceleração na adoção, 13.5% do total;
- *Early Majority*, o maior grupo em adoção crescente, 34% do total;
- *Late Majority*, o primeiro grupo com adoção a um ritmo decrescente, 34% do total;
- *Laggards*, o grupo com adoção mais tardia e residual, 16% do total.

Por sua vez, o modelo Tecnologia-Organização-Ambiente [15] propõe três aspetos do contexto empresarial que influenciam a inovação tecnológica:

- Tecnologia, que se refere às tecnologias relevantes para a empresa;
- Organização, que se refere à estrutura organizacional e à sua atuação;
- Ambiente, que se refere ao espaço externo onde a empresa se insere, o setor onde atua, os seus concorrentes e a sua relação com o estado.

Estes modelos sobrepõem-se em grande parte mas complementam-se em detalhes que não parecem de desprezar. Assim, propõe-se uma abordagem que permita suportar conclusões referentes a ambos os modelos e ofereça uma análise abrangente, aqui designada apenas por Adoção tecnológica e que inclui as seguintes características:

- Tecnologia, que inclui as oportunidades de utilização da tecnologia pela organização, neste caso a Web Semântica e as suas aplicações;
- Organização, que se refere à formalização das relações internas, considerando ainda:
 - Liderança, que se refere à atitude em relação à mudança da gestão de topo;
 - Estrutura, que se refere às relações entre pessoas que compõem a organização;
- Exterior, que aborda a vertente externa da organização, no que diz respeito a:
 - Interface, que aborda a abertura da empresa ao exterior;
 - Ambiente, que aborda os intervenientes no espaço onde a empresa se situa.

B. Proveniência

Esta dimensão do Modelo de Implementação considera a proveniência dos dados como um fator determinante. A grande questão que se coloca é a de identificar as fontes desses dados.

Por um lado, as diferentes Aplicações Web introduzem aspetos de utilização muito concretos que influenciarão a sua contribuição para a adoção da Web Semântica pelas Empresas, nomeadamente aplicações com tipologia de Web Site, Extranet, Intranet, *Web App* ou *Web Service*.

Por outro lado, importa situar as fontes de dados no interior ou no exterior da empresa.

A inovação e a vantagem competitiva de uma empresa dependem inteiramente da capacidade desta de lidar com um fluxo permanente e crescente de informação. Consequentemente, os esforços de integração de informação têm de acompanhar esse crescimento. A utilização da Web Semântica nesse esforço de integração pode aumentar substancialmente o seu retorno, reduzindo os custos de integração e aumentando os benefícios decorrentes [8].

A abertura dos dados públicos aos cidadãos representa um avanço na transparência democrática, possibilitado pela disponibilidade tecnológica. A esse respeito, destacam-se os esforços dos governos americano e britânico que levaram já à disponibilização alargada de fontes de dados com utilidade generalizada. A necessidade de explorar estas fontes de dados revela-se antes de mais como uma possibilidade de explorar fontes de riqueza [16].

A dimensão proveniência deve focar-se assim na identificação das fontes de dados, internas e externas, e no seu fluxo de utilização, à imagem da tipologia distribuída da Web Semântica.

C. Acessibilidade dos dados

A perceção do utilizador comum quanto à acessibilidade dos dados na Web é largamente influenciada pela sua inteligência, isto é, pela sua capacidade de entender esses dados sob diferentes formas. O caminho para a disponibilização dos dados de forma universal passa por várias fases, apresentadas e claramente identificadas por Tim Berners-Lee [17] na forma de uma classificação com cinco estrelas ou cinco fases de evolução.

A primeira fase passa por tornar os dados disponíveis na Internet, para utilização livre. Tendo em conta a habitual confusão entre as diferentes autorizações de utilização, por livre, entenda-se mesmo, sem qualquer restrição. Alguns desafios se colocam nesta matéria, como sejam os da utilização indesejável dos dados, como na espionagem ou no terrorismo, ou da utilização excessiva, que implique sobrecarga dos sistemas.

A segunda fase consiste em disponibilizar esses dados de forma a que as máquinas os entendam. Um exemplo clássico será o de substituir a imagem de uma tabela, por exemplo no formato JPEG, por uma tabela no formato do Excel. Os desafios passarão então a ser estruturais, quer quanto ao entendimento da codificação da estrutura, quer quanto à própria qualidade da mesma.

A terceira fase será a de disponibilizar os mesmos dados numa estrutura não proprietária. Seguindo o mesmo exemplo, pode substituir-se a tabela no formato do Excel por uma estrutura de dados simples, mas generalizada, como a CSV (*Comma Separated Values*).

A quarta fase passa por adicionar a capacidade semântica, utilizando *standards* do W3C como o RDF (*Resource Description Framework*) e o SPARQL (*Sparql Protocol And Rdf Query Language*). Os dados publicados podem assim passar a ser referidos por terceiros, usando endereços que indicam não apenas a sua localização mas também a sua identidade.

Finalmente, a quinta fase consiste na ligação desses mesmos dados aos dados de terceiros, proporcionando contexto e validação. Cria-se, assim, neste último patamar, um cenário de dados interligados reciprocamente que corporizaria as ambições da Web Semântica.

D. Atividades na Web

O desígnio de suportar uma base de dados à escala global poderia parecer suficiente para promover a adoção da Web Semântica. Mas na realidade, esta tecnologia parece ser uma alternativa de maior risco às tecnologias mais convencionais, com ferramentas de desenvolvimento escassas, competências difíceis de recrutar, referências de sucesso ainda em número não substancial e uma verdadeira mudança de paradigma na modelação, projeto e programação [7]. Por outro lado, os Sistemas de Informação têm sido classificados de acordo com várias abordagens, umas mais generalistas, outras com finalidades mais específicas [18]. Apesar do elevado número de esforços realizados, a questão da classificação dos Sistemas de Informação está longe de estar esgotada. Assim, será importante encontrar uma classificação que tenha por base a utilização da Web como ambiente de trabalho, em alternativa ou complementaridade às classificações mais tradicionais.

Existem vários estudos conhecidos relativos à utilização da Web. Algumas conclusões apontam para o facto de o utilizador pesquisar a Web em busca de informação, navegação ou transação [19]. A procura, a colheita, a observação, a transação, a comunicação ou a manutenção são também identificados como atividades [20]. É, no entanto, o trabalho de sistematização de Tom Heath [9] que fornece esclarecimentos adicionais sobre esta análise, completando-a com a concentração nas atividades que têm uma finalidade ou propósito, em detrimento das que se referem a meios ou métodos, criando assim uma *Taskonomy* ou taxonomia de tarefas. De acordo com a sistematização realizada, as principais atividades do utilizador desempenhadas com o suporte da Web, podem organizar-se nos seguintes grupos:

1) Localização

A procura de um objeto que se presume que exista, como um artigo de jornal, uma fotografia, um número de telefone ou informação sobre um livro.

Esta tarefa é muito frequente, uma vez que a Web se transformou na fonte principal de informação generalizada para todos os fins. Assim, quando se pretende simplesmente obter um número de telefone de uma empresa, é mais provável

que se pesquise o nome da empresa na Web em geral, tentando encontrar o Web site da empresa e, de seguida, encontrar o respetivo número de telefone, eventualmente utilizando um serviço que liste os números de telefone das empresas. Ou que se procure um artigo no Web Site de um jornal, em alternativa a procura-lo na edição impressa, página a página.

Palavras-chave: *locate, look, find*

2) Exploração

Recolher informação sobre um determinado assunto ou entidade, com o propósito de o entender ou conhecer, como na exploração de uma teoria para entender os seus fundamentos ou na recolha de informação de uma empresa, antes de uma entrevista de emprego.

A dimensão da Web tornou-a na mais importante fonte de conhecimento da atualidade, em praticamente todos os domínios. Tornou-se assim comum utilizar a Web para explorar várias fontes de informação, recolher vários documentos, imagens ou conceitos.

Palavras-chave: *explore, gather, research*

3) Navegação

Percorrer fontes sem um objetivo em particular, com o propósito de encontrar elementos interessantes, como ao seguir ligações num blog que pareçam interessantes ou ao seguir ligações para as notícias mais lidas do dia.

Para além de fonte de informação, a Web está a tornar-se no mais importante meio de entretenimento. É possível assim encontrar diversas fontes que permitam utilizar a Web como se tratasse de um recurso infinito.

Palavras-chave: *graze, browse, follow*

4) Monitorização

Verificar regular ou repetidamente fontes com a intenção de detetar a ocorrência e a natureza de alterações, como na verificação da existência de mensagens novas numa conta de correio eletrónico ou análise de um fórum de discussão à espera de novas ideias.

A Web é não apenas uma fonte imensa de informação, como é também muito rápida a disseminá-la. A combinação da intervenção generalizada de todos os utilizadores com a extensão e ubiquidade da Web fazem com que, quanto maior for a novidade, maior será a velocidade com que a Web a distribui.

Palavras-chave: *monitor, check, detect*

5) Partilha

Tornar um objeto ou pedaço de informação disponível a terceiros, como na partilha de fotos das férias com um colega ou no carregamento de um artigo de jornal para um site pessoal.

A partilha ou colaboração é um dos aspetos mais disruptivos do efeito da Web na sociedade. A Web proporciona um meio único de colaboração maciça que, com

as ferramentas apropriadas e alguma inovação, transforma sectores inteiros da economia.

Palavras-chave: *share, distribute, collaborate*

6) Notificação

Informar terceiros de um evento ou uma alteração no estado de uma entidade, como enviar uma mensagem a amigos para os informar de um acontecimento ou bloquear a sua disponibilidade na aplicação de mensagens instantâneas.

A noção de estado, muito usada na informática, ganhou novo fôlego pela utilização de uma rede de comunicação disponível em permanência, possibilitando, por exemplo, comunicar automaticamente que nos afastamos do computador através do estado de uma aplicação de mensagens instantâneas.

Palavras-chave: *notify, state, inform, communicate*

7) Afirmação

Produzir afirmações ou opiniões sem nenhuma utilização concreta, como na escrita da crítica de um filme ou na indicação num Web site que se possui um determinado livro.

A disponibilidade de acesso individual a uma rede de comunicação de massas abriu espaço para que a opinião de qualquer um possa chegar a mais pessoas, da mesma forma que a opinião de cada vez mais pessoas chega a cada indivíduo.

Palavras-chave: *assert, opinion, suggestion*

8) Discussão

Trocar conhecimento e opiniões sobre um determinado assunto com terceiros, como discordar de uma entrada anterior num fórum de discussão ou alterar o conteúdo de uma página de um Wiki.

A disponibilidade de acesso individual, em conjunto com um espaço adequado, é também responsável pelo aumento da discussão, do confronto de ideias, da possibilidade de exteriorizar a discordância e, eventualmente, encontrar acordos, consensos ou conhecimento.

Palavras-chave: *discuss, comment, respond*

9) Avaliação

Determinar se uma informação é verdadeira ou analisar várias opções para determinar a melhor, como na escolha do cinema em que se pretende ver um determinado filme ou na comparação de fontes de informação para decisão sobre a mais correta.

Desde a comparação de preços para um dado produto à determinação da bomba de gasolina mais próxima, a disponibilidade de informação de livre acesso diminuiu as barreiras de entrada mas aumentou a concorrência dos mercados.

Palavras-chave: *evaluate, assess, analyze*

10) Combinação

Combinar com terceiros de forma a que algo possa ser possível, como na marcação de uma estadia num hotel disponível para uma dada data ou na colocação de uma encomenda de um produto que existe em stock.

Com a informação disponível, o indivíduo está mais capacitado para tomar decisões mais complexas, aumentando o leque de possibilidades e reduzindo o risco de erro.

Palavras-chave: *arrange, combine, negotiate*

11) Transacção

Transferir dinheiro ou crédito entre partes, como no pagamento de um serviço através do banco ou na marcação e utilização de um dia de férias disponível.

Tratando-se de um meio de comunicação digital, apenas o que pode ser digitalizado pode ser transportado. O dinheiro eletrónico ganha um estatuto especial de destaque neste contexto, pois ainda se pensa nele como tangível, apesar de cada vez mais ser movimentado virtualmente, em particular utilizando a Web.

Palavras-chave: *transfer, pay, transact*

A Fig. 2 apresenta o espaço de implementação da tecnologia semântica tendo em conta a diversificação e conceptualização das tarefas desempenhadas.

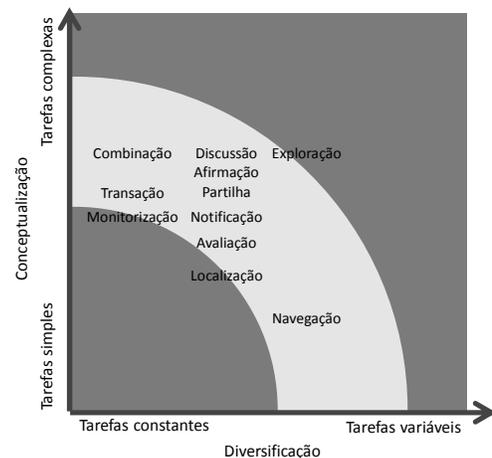


Figura 2 - Caracterização de Tarefas e Atividades segundo a sua Conceptualização e Diversificação, adaptado de [11]

O grau de conceptualização e o grau de diversificação das tarefas desempenhadas influenciam a viabilidade de implementação da tecnologia. As tarefas simples e repetitivas são aquelas que mais naturalmente já são satisfeitas pelas aplicações de software tradicionais e as que menos poderão beneficiar da tecnologia Web Semântica. À medida que a conceptualização das tarefas aumenta, surgem oportunidades para esta tecnologia, mas no auge da conceptualização, quando as tarefas são dificilmente tipificadas e exigem a intervenção criativa de uma pessoa, o esforço para a sua implementação passa a ser superior a simplesmente executar as tarefas. As tarefas pouco diversificadas são mais uma vez as que mais

facilmente são suportadas pelo software tradicional, mas no limite da diversificação dificilmente será rentável sistematizar as tarefas ao ponto de serem suportadas pela tecnologia semântica. Assim, o limiar ideal para a implementação da tecnologia semântica será aquele em que alguma conceptualização ou diversificação tornam as tarefas demasiado complexas ou demasiado diversificadas para o software tradicional [11].

Posicionando as atividades identificadas por Tom Heath na sua *Taskonomy* neste espaço, visualiza-se a dimensão da oportunidade que esta tecnologia pode explorar.

IV. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

A Web Semântica apresenta-se como uma oportunidade de inovação ainda pouco desenvolvida nas Empresas. A investigação realizada identificou várias barreiras à sua introdução e uma questão principal relativa a que aplicações podem beneficiar da introdução desta tecnologia.

Neste artigo propõe-se a criação de um Modelo de Implementação da Web Semântica nas Empresas baseado em quatro dimensões identificadas:

- Adoção tecnológica, dimensão de estudo da estrutura organizacional e da inovação tecnológica, que estão na base da implementação;
- Proveniência, dimensão de análise das fontes e fluxos de dados, que constituem os recursos de informação disponíveis;
- Acessibilidade, dimensão de análise da estrutura dos dados, que determina o potencial de utilização dos recursos de informação;
- Atividades, dimensão de análise das tarefas desempenhadas, que identifica em que atividades são utilizados os recursos de informação.

Este Modelo de Implementação permitirá, numa primeira fase, analisar o grau de adoção da Web Semântica nas Empresas e, numa fase complementar, servir como guia, sistematizando o caminho a seguir para uma adoção mais rápida e intensiva.

Num futuro próximo pretende-se validar no terreno o modelo proposto neste artigo, através de uma intervenção junto das empresas, baseada numa metodologia de Investigação-Ação, constituída por dois ciclos de diagnóstico, planeamento, implementação, avaliação e reflexão. Os resultados dessa intervenção permitirão determinar a viabilidade do modelo e dos outputs possíveis, bem como quantificar o retorno do investimento na implementação da tecnologia, em formatos que permitam recolher evidências individuais e generalizar as conclusões.

BIBLIOGRAFIA

[1] T. Heath and C. Bizer, *Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space*, vol. 1, no. 1. Morgan & Claypool, 2011, pp. 1–136.

[2] I. Herman, “Semantic Web Adoption and Applications,” *Networks*, vol. 17, no. 7, pp. 981–982, 2011.

[3] C. Bizer, T. Heath, K. Idehen, and T. Berners-Lee, “Linked data on the web (LDOW2008),” *WWW2008 Workshop on Linked Data on the Web*, vol. 2008, no. September, pp. 1265–1266, 2008.

[4] Z. Ahmed and D. Gerhard, “Role of Ontology in Semantic Web Development,” *Knowledge Management*, 2010.

[5] W. Kuhn, “Modeling vs encoding for the Semantic Web,” *Semantic Web Journal*, vol. 1, pp. 11–15, 2010.

[6] S. S. Kang, J. Y. Yang, S. K. Lee, K. H. Gong, J. S. Myung, S. C. Park, and S. G. Lee, “An Enterprise Strategy for Semantic Technology Adoption,” in *The 5th International Conference on Information Technology and Applications*, 2008.

[7] J. Pollock, “A Semantic Web Business Case,” *W3C*, 2008. [Online]. Available: <http://www.w3.org/2001/sw/sweo/public/BusinessCase/BusinessCase.pdf>. [Accessed: 14-Jul-2012].

[8] K. Janowicz and P. Hitzler, “Creating knowledge out of interlinked data,” *Semantic Web*, vol. 1, pp. 97–104, 2010.

[9] T. Heath, “A taskonomy for the Semantic Web,” *Semantic Web Journal*, vol. 1, pp. 75–81, 2010.

[10] T. Segaran, C. Evans, and J. Taylor, *Programming the Semantic Web*. O’Reilly, 2009, p. 300.

[11] J. Domingue, D. Fensel, and J. A. Hendler, Eds., *Handbook of Semantic Web Technologies*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011.

[12] J. Cardoso, J. Miller, J. Su, and J. Pollock, “Academic and Industrial Research: Do their Approaches Differ in Adding Semantics to Web Services?,” *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3387/2005, pp. 14–21, 2008.

[13] T. Oliveira and M. Martins, “Literature Review of Information Technology Adoption Models at Firm Level,” *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, vol. 14, no. 1, pp. 110–121, 2011.

[14] E. M. Rogers, *Diffusion of innovations*, vol. 65, no. 5. Free Press, 1995, p. 519.

[15] L. G. Tornatzky and M. Fleischer, *The Processes of Technological Innovation*, vol. 273, no. 3. Lexington Books, 1990, p. 328.

[16] C. L. Koumenides, M. Salvadores, H. Alani, and N. R. Shadbolt, “Global Integration of Public Sector Information,” in *Proceedings of the WebSci10: Extending the Frontiers of Society On-Line, April 26-27th, 2010, Raleigh, NC: US*, 2010.

[17] T. Berners-Lee, “Linked Data Design Principles,” 2006. [Online]. Available: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>. [Accessed: 14-Jul-2012].

[18] F. C. Lopes, M. P. Morais, and A. J. Carvalho, *Desenvolvimento de Sistemas de Informação*, FCA. 2005, p. 209.

[19] A. Broder, “A taxonomy of web search,” *SIGIR Forum*, vol. 36, no. 2, pp. 3–10, 2002.

[20] A. J. Sellen, R. Murphy, and K. L. Shaw, “How Knowledge Workers Use the Web,” *Computer*, no. 4, pp. 227–234, 2002.