

# ONTOLOGY TAGGING – UM COMPONENTE PARA CLASSIFICAÇÃO DE CONTEÚDO BASEADO EM ONTOLOGIA

Uedson S. Reis<sup>1</sup>, Eduardo M. de F. Jorge<sup>1,2</sup>, Hernane B. de B. Pereira<sup>1</sup>, Marcelo A. Moret<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Senai Cimatec, Salvador – BA – Brazil

<sup>2</sup> Universidade do Estado da Bahia, Salvador – BA – Brazil

uedsonreis@gmail.com, emjorge1974@gmail.com, hbbpereira@gmail.com,  
mamoret@gmail.com

## RESUMO

A integração de ontologias de domínio com folksonomia visa facilitar o compartilhamento, a busca e a recuperação do conteúdo disponibilizado na *web*, por parte das máquinas. Este artigo apresenta o modelo denominado *Ontology Tagging* que utiliza ontologias de domínio como base para geração de *tags* e assim classificar conteúdos na *web* ou indexar informações em outras aplicações. Outro ponto desse artigo foi a criação de um algoritmo para representação visual de *tags*, em forma de nuvem, utilizando os relacionamentos entre os conceitos da ontologia como base para sua navegação. Para avaliação apresenta-se um experimento prático com uma Ontologia desenvolvida no *software* Protégé a partir do tutorial da Universidade de Manchester, *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools*

Palavras chave: Folksonomia, Ontologia, Nuvem de *Tags* e *Web* Semântica.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da rede mundial de computadores, pessoas no mundo inteiro vêm alimentando bases de conhecimento, como redes sociais, fóruns de discussão, *blogs* de notícias entre outros. Esses sistemas *web* são pautados na participação, onde os valores são criados pela agregação de muitas contribuições individuais de seus usuários [4].

Como a maioria dos motores de busca são pautados em algoritmos de indexação de palavras-chaves, esses motores de busca consideram a sintaxe para realizar uma busca, não processando essas informações sob um contexto semântico, o que nem sempre traz um resultado satisfatório [2].

Uma alternativa aos motores de busca baseados em algoritmos de indexação de conteúdo é uma possibilidade de classificação e indexação baseada em termos populares, prática denominada de folksonomia. Nela é o próprio usuário quem classifica suas informações ou arquivos, atribuindo uma ou mais *tags* aos mesmos. A folksonomia é utilizadas em serviços *web*, como *Gmail* (*gmail.com*), *Delicious*

(*del.icio.us*) ou *Flickr* (*flickr.com*) [4]. Entenda-se nesta pesquisa, *tag* como etiqueta, rótulo ou palavra para fins de classificação de conteúdos em geral.

Correlacionado com tema folksonomia, a *web* semântica é uma iniciativa que surgiu com o objetivo de aumentar a semântica do conteúdo armazenado na *web* estruturando suas informações. Isso facilitaria o processamento desse conteúdo por algoritmos, permitindo por exemplo, otimizar o funcionamento dos motores de busca e viabilizar a realização de algumas tarefas por parte de agentes inteligentes [1].

Como forma de viabilizar a *web* semântica o uso integrado de ontologia e folksonomia foi proposto por Gruber, no artigo *A Mash-up of Apples and Oranges* [4]. Em [4] essa integração é apresentada como uma abordagem diferenciada e o conceito de Ontologias é entendido como estruturas de conceitos e relacionamentos que especificam uma conceitualização de um determinado domínio do conhecimento [3].

Apesar da iniciativa da *web* semântica, ainda persiste a problemática da forma de como as informações são classificadas. Existe uma dificuldade em aplicar uma ontologia de domínio neste processo, ou seja, muitas aplicações apresentam suas *tags* de classificação com uma relação fraca ou baixa semântica de domínio. Por exemplo, um site de busca de conteúdo sobre Música não conter *tags* representativas e com relacionamento adequado (feito por especialistas) que possibilite buscas por sinônimos ou representações taxonômicas.

Este artigo apresenta um modelo de integração de ontologias de domínio com folksonomia denominado *Ontology Tagging*. Este modelo objetiva a geração de um conjunto *tags* para classificar conteúdos na *web* ou indexar informações em outras aplicações através de ontologias de domínio. Essas *tags* são apresentadas em nuvem através algoritmo para representação visual, utilizando os relacionamentos entre os conceitos da ontologia como base para sua navegação. Na metáfora visual as *tags* aparecerem em formato de nuvem. Com resultado gerou-se um componente de software para classificar informação que pode ser reutilizado em diversas aplicações.

Para avaliação do modelo realizou-se um experimento prático com uma Ontologia desenvolvida no *software* Protégé a partir do tutorial da Universidade de Manchester, *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools* [6]. O modelo *Ontology Tagging* foi construído sobre a seguinte estrutura metodológica:

- Especificar uma arquitetura para o componente de geração de uma nuvem de *tags* baseado em uma ontologia;
- Implementação de um algoritmo para transformação de uma ontologia de domínio em *tags*, convertendo cada conceito em uma *tag*;
- Implementação de um algoritmo que permita a formação de uma nuvem de *tags* utilizando as *tags* oriundas da ontologia, essa nuvem deve ser interativa, permitindo a navegação através das *tags* vindas da ontologia;
- Integração dos algoritmos de forma a conceber um componente de software capaz de ser reutilizado em outros projetos para prover essa nuvem *tags* (conceitos de uma ontologia);
- Construção de um caso prático para testar o componente de software;

A geração de *tags* a partir de uma ontologia de domínio, integrando folksonomia e ontologias, visa facilitar o compartilhamento, armazenagem e recuperação do conteúdo disponível na *web*.

Na próxima seção é discutido um trabalho correlato a esta pesquisa, que aborda a integração entre ontologia e folksonomia. A seguir a arquitetura do componente, e o processo de montagem da nuvem de *tags*, são definidos. Depois a implementação do componente e detalhes do experimento prático são apresentados e discutidos. E por fim, as considerações finais sobre a pesquisa.

## 2. TRABALHO CORRELATO

Tom Gruber, no artigo *A Mash-up of Apples and Oranges* [4], propôs a construção de uma estrutura que permita a vários sistemas interagir e operar em um ambiente, de fonte de dados, serviços, agentes e ferramentas, baseado em folksonomia. Esses sistemas poderiam contribuir e adicionar valor ao conteúdo através do cruzamento das informações de cada um.

Para exemplificar, considera-se um cenário em que uma mulher publica, no *Flickr*, as fotos de sua última viagem a Europa, feita com seu noivo. No próprio *Flickr* ela adiciona *tags* a essas fotos identificando cidades ou paisagens. Enquanto isso seu noivo escreve, sobre a mesma viagem, em seu *blog* e atribui suas *tags*. Uma vez que os noivos queiram unir as fotos publicadas no *Flickr* com os comentários colocados no *blog*, ambos os serviços *web* poderiam trocar informações e a partir daí inferir *tags* de uns nos outros. *Tags* que não apareciam no *Flickr* poderiam ser incorporadas a ele, vindas do *blog*, ou o contrário. Isso ampliaria a semântica dos dados armazenados em ambos os serviços envolvidos.

Uma ontologia de folksonomia é a ideia de Gruber para viabilizar esse ambiente de interoperabilidade entre sistemas. Essa ontologia iria especificar os padrões para utilização de *tags* e a realização de classificação dentro do contexto de folksonomia. Permitindo aos sistemas, agentes ou ferramentas incluídos nesse contexto, manipular esses dados inferindo novas *tags* com base nas informações trocadas entre eles.

## 3. ONTOLOGY TAGGING

A ideia do modelo *Ontology Tagging* é prover a outras aplicações uma metáfora visual, a nuvem de *tags*, onde os conceitos de uma ontologia são utilizados como *tags* na composição da nuvem. Esses conceitos podem ser utilizados como *tags* sugestivas para classificar e recuperar documentos, juntamente com outras *tags*, que poderão ser inseridas manualmente pelo usuário.

Para converter uma ontologia de domínio em uma nuvem de *tags*, o componente *Ontology Tagging* extrai o nome de cada conceito (ou classe) da ontologia transformando-o em uma *tag*, além de replicar as relações (ou propriedades) de cada conceito em sua respectiva *tag*, de mesmo nome. Desta forma, as ligações entre as *tags* desta nuvem são espelhadas nos relacionamentos que interligam os conceitos da ontologia.

### 3.1. REQUISITOS DO COMPONENTE

Para definir a arquitetura do *Ontology Tagging* e direcionar a sua implementação, fez-se necessário o levantamento dos seus requisitos funcionais e não funcionais do componente. Os quais estão descritos a seguir.

Requisitos Funcionais (RQFs):

- **RQF1** – Prover um banco de ontologias de domínio para utilização na montagem da metáfora visual;
- **RQF2** – Carregar uma ontologia de domínio e extrair seus conceitos e relações convertendo cada conceito em uma *tag*, mantendo as mesmas relações da ontologia;
- **RQF3** – Prover essa lista resultante de *tags* e suas relações para que sejam utilizadas por quaisquer algoritmos de montagem de metáforas visuais, mesmo que não sejam resultantes desse projeto;
- **RQF4** – Montar uma nuvem de *tags* a partir dessa lista resultante, a nuvem deve permitir a navegação entre as *tags*, que neste caso representam os conceitos da ontologia;

Requisitos Não Funcionais (RNFs):

- **RNF1** – O componente deve ser reutilizado em qualquer projeto de software que utilize a mesma linguagem de programação;
- **RNF2** – A nuvem de *tags* resultante deve ser utilizada em qualquer *interface* de sistema;
- **RNF3** – O componente deve ler somente arquivos de ontologias escrito em linguagem OWL;

### 3.2. ARQUITETURA

O projeto prevê um contexto onde o usuário irá poder escolher uma ontologia de domínio dentre várias outras como, por exemplo, uma ontologia sobre o domínio da Medicina ou do Futebol, para geração de uma nuvem de *tags*. O foco do projeto aborda parte desse contexto, abrangendo desde o carregamento das ontologias de domínio disponíveis, passando pela conversão de uma ontologia em uma lista de *tags*, até a geração da nuvem. Conforme ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

O sistema iniciará carregando uma listagem das ontologias armazenadas no *Banco de Ontologias* (RQF1), através do *Provedor de Ontologias*, essa lista é passada para o *Gerenciador de Aplicação* que por sua vez envia para o *Painel de Ontologias*. O usuário então escolhe uma ontologia para a geração da nuvem. Uma vez essa ontologia escolhida o *Painel de Ontologias* envia a mesma para o *Gerenciador de Aplicação* que repassa para o *Conversor de Ontologia* (RQF2). Este irá converter a ontologia numa lista de *tags* que será enviada ao *Gerador de Nuvem*, onde será montada a estrutura da nuvem de *tags* (RQF4). Após ser enviada novamente ao *Gerenciador de Aplicação* que passará a estrutura para ser montada na *Camada de Interface*, a nuvem ficará disponível para interação do usuário.

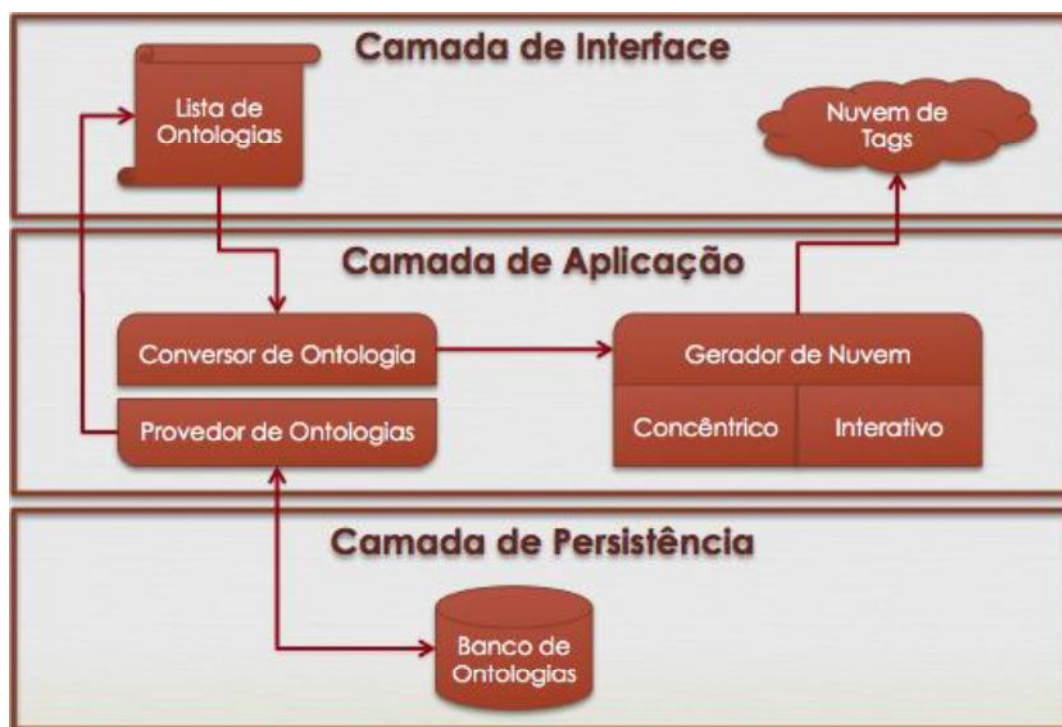


Figura 3. Arquitetura do componente *Ontology Tagging*. Fonte: o autor.

O experimento prático consiste na implementação da arquitetura que foi definida como foco do projeto. O resultado é um componente que permitirá ao usuário escolher uma ontologia de domínio dentre uma lista de ontologias, carregadas previamente, para ser convertida em uma nuvem de *tags*. Este componente poderá ser acoplado a outro componente ou a um sistema, a fim de utilizar esta nuvem de *tags* para recuperar e armazenar informação.

Abaixo segue a descrição dos elementos da arquitetura:

- Camada de Interface
  - Lista de Ontologias - As ontologias de domínio disponíveis são apresentadas para que o usuário possa escolher a que se adéque ao seu contexto naquele momento.
  - Nuvem de *Tags*: Metáfora Visual que apresentará, em forma de nuvem, as *tags* geradas a partir da ontologia de domínio escolhida.
- Camada de Aplicação
  - Gerenciador de Aplicação: Componente responsável pela comunicação interna dos outros componentes de aplicação e iteração desses com a camada de interface.
  - Conversor de Ontologia (RQF2 e RQF3): Algoritmo para conversão da Ontologia de domínio nas *tags* e suas relações.
  - Gerador de Nuvem (RQF4): Algoritmo que a partir da lista de *tags* gerada pelo Conversor de Ontologias gera a estrutura da Nuvem de *tags*.
  - Provedor de Ontologia: Componente responsável por carregar as ontologias de domínio da base de ontologias.
- Camada de Persistência

- o Banco de Ontologias (RQF1): Ontologias de domínio de tipos variados que poderão ser carregadas pelo usuário para classificação ou recuperação de seus arquivos.

### 3.3. O PROCESSO DE MONTAGEM DA NUVEM DE TAGS

Para montagem da nuvem de *tags* foram desenvolvidos dois algoritmos com objetivos diferentes. Inicialmente a pesquisa visava a ordenação das *tags* segundo o seu critério de relevância disponibilizando a *tag* mais relevante no centro da nuvem e as outras *tags* ao seu redor, sempre em ordem de relevância. O algoritmo implementado visando essas diretrizes foi denominado Concêntrico.

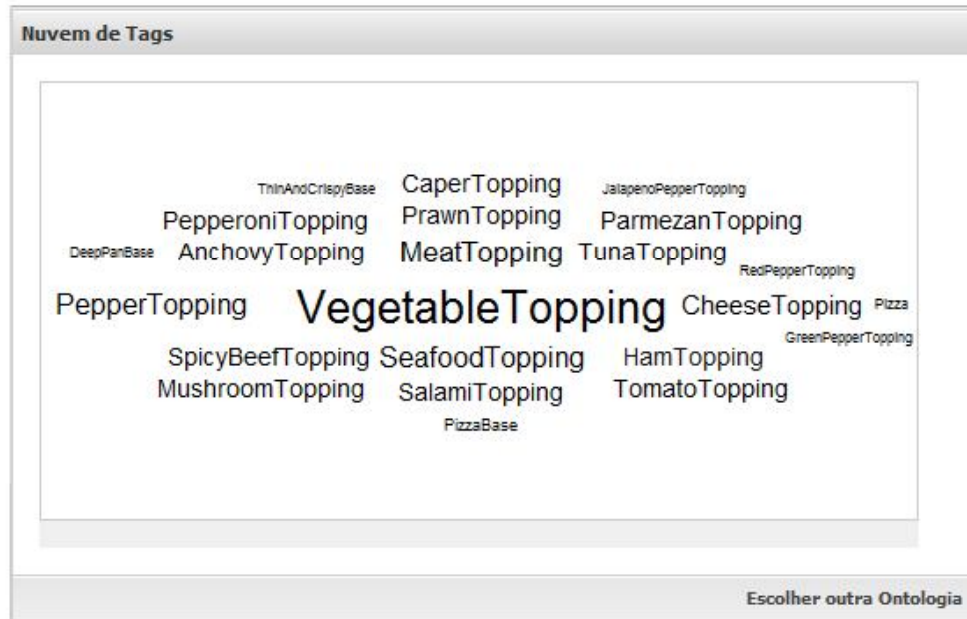
Para testar o componente foi utilizada uma Ontologia de Pizza desenvolvida no *software* Protégé a partir do tutorial da Universidade de Manchester, *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools* [6].

A **Tabela 1** ilustra o cálculo de relevância para cada *tag* da Ontologia de Pizza. A *tag* mais relevante é aquela que possuiu o maior número de relações. Para calcular a relevância das demais *tags* também é levada em consideração a sua proximidade com a *tag* mais relevante. Uma base de relevância é utilizada para representar a proximidade de uma *tag* com a *tag* central. A *tag* central terá automaticamente um valor igual a 100 na Base de Relevância e as outras um valor 10% menor a cada iteração. Quanto menor a Base de Relevância menor a proximidade de uma *tag* com a *tag* central. Desta forma, a quantidade de relações de cada *tag* é somada a sua base de relevância para determinar o seu grau de relevância.

**Tabela 1. Dados utilizados após o calculo de relevância. Fonte: o autor.**

<i>Tags</i> Conceitos	Relações	Base	Relevância
VegetableTopping	7	100	107
MeatTopping	5	90	95
PepperTopping	4	90	94
SeafoodTopping	4	90	94
CheeseTopping	3	90	93
AnchovyTopping	1	90	91
CaperTopping	1	90	91
HamTopping	1	90	91
MozzarellaTopping	1	90	91
MushroomTopping	1	90	91
OliveTopping	1	90	91

Na **Figura 4** é possível observar a nuvem resultante, onde são exibidos os conceitos da ontologia já convertidos em *tags*. A *tag* mais relevante aparece no centro da nuvem e as demais são dispostas ao seu redor utilizando-se do seu grau de relevância em relação à *tag* central.



**Figura 4.** Nuvem de *Tags* gerada pelo Algoritmo Concêntrico. Fonte: o autor.

O problema identificado durante a pesquisa é que essa nuvem resultante é estática, o que dificulta a localização de determinadas *tags* e ainda permite que alguma possa não aparecer na tela caso a ontologia seja muito extensa. Por esses motivos, foi proposto e implementado um algoritmo que montasse uma nuvem interativa de *tags*, que se modifique reorganizando a posição das *tags* e destacando os termos escolhidos pelo usuário. Esse algoritmo foi nomeado Interativo.

A geração dessa nova estrutura continua disponibilizando a *tag* mais relevante no centro da nuvem. Essa nova *tag* central, inicialmente, é o conceito mais alto na hierarquia da ontologia. Caso exista mais de uma classe no topo da hierarquia da ontologia, a *tag* central será gerada pelo nome do arquivo *OWL*, além disso, também é criada uma propriedade de composição para relacionar essa *tag* central com as *tags* das classes mais altas na hierarquia da ontologia. O restante da nuvem será formado pelas *tags* que se relacionam com a *tag* central, que serão postas ao seu redor.

O formato dessa nuvem de *tags* pode se modificar de acordo com a escolha do usuário, que pode escolher outra *tag* para torna-se a *tag* central da nuvem. Desta forma o usuário pode navegar na nuvem de *tags*, através das propriedade da ontologia, visualizando seus conceitos.

A **Figura 5** ilustra o esquema de montagem e de navegação da nuvem de *tags* do Algoritmo Interativo. O quadro A da figura demonstra os conceitos de uma ontologia e

seus relacionamentos de herança e composição. No quadro B é apresentada a ontologia anterior convertida em um formato de nuvem de *tags*. A *tag* central desta nuvem é o conceito mais alto na hierarquia da ontologia, ou o nome do arquivo *OWL* que armazena a ontologia. O quadro C mostra que é possível navegar por esta nuvem através das *tags* que possuem o sinal “+” (soma), que são *tags* que possuem outros relacionamentos além do relacionamento com a *tag* central. Ao clicar em uma dessas *tags*, uma nova nuvem será gerada tendo como destaque central a *tag* escolhida, e seus relacionamentos definirão as *tags* ao seu redor. O quadro D ilustra que após expandir um conceito a *tag* central anterior, a do quadro C, é apresentada na nuvem com o sinal de “+”, o que torna possível retornar a visualização da nuvem anterior.

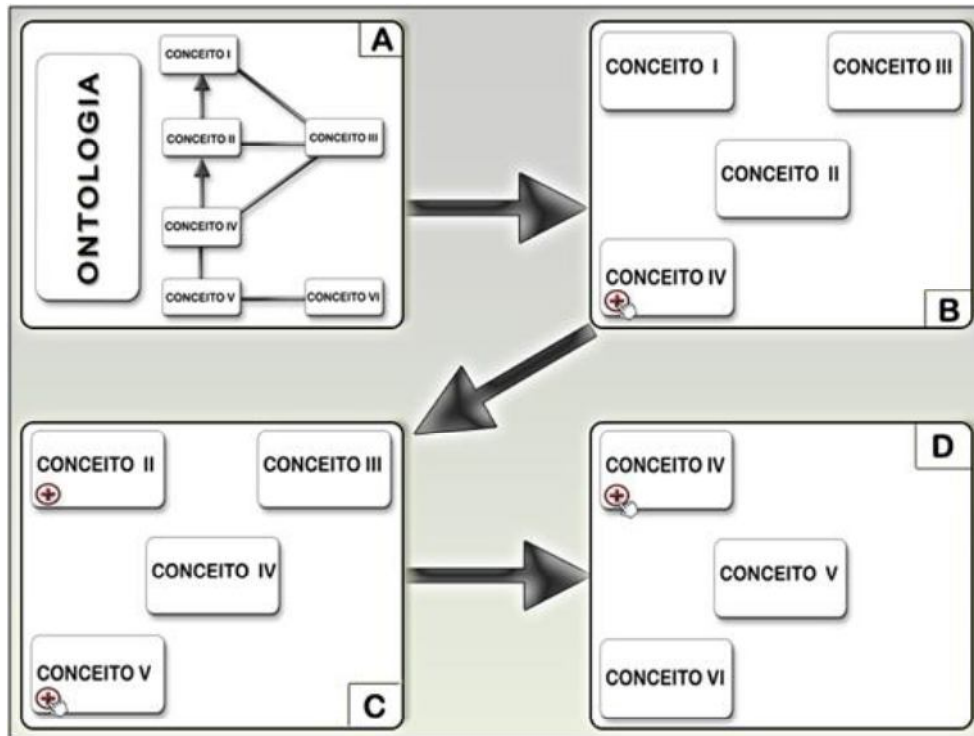


Figura 5. Esquema de montagem do Algoritmo Interativo. Fonte: o autor.

A Figura 6 mostra como ficou o novo formato da nuvem de *tags* para ontologia de Pizza, gerada pelo Algoritmo Interativo.



Figura 6. Formato da nuvem gerada pelo Algoritmo Interativo. Fonte: o autor.



#### 4. EXPERIMENTO PRÁTICO

As ontologias de domínio são carregadas através do *framework JENA* e devem estar escritas em linguagem *OWL* com arquivos de mesma extensão. A **Figura 7** mostra a tela inicial do sistema onde o usuário pode escolher uma ontologia de domínio dentre os arquivos listados.



**Figura 7.** Imagem da tela inicial desenvolvida como experimento prático. Fonte: o autor.

Após a escolha da ontologia de domínio a conversão de seus conceitos em *tags* será realizada. As *tags* resultantes se relacionam igualmente os conceitos que lhes deram origem. A montagem da nuvem é realizada a partir dessa lista de *tags*, para isso o Gerenciador de Aplicação deve fornecer ao algoritmo a medidas do espaço onde a nuvem será montada na *interface*. Para exibir a nuvem deve-se apenas levar em consideração as coordenadas de cada *tag*, definidas pelo algoritmo de montagem.

Tanto o algoritmo Concêntrico quando o Interativo, seguem esse mesmo processo na montagem de sua nuvem de *tags*. A escolha do algoritmo a ser utilizado fica por conta do programador que estiver utilizando o componente. O programador pode inclusive implementar outro algoritmo para utilização no componente, caso assim o queira, para isso pode utilizar a mesma lista de *tags* já extraídas da ontologia.

As *tags* da nuvem resultante se diferenciam das *tags* habituais, atribuídas por usuários na *web* ou em outros contextos, por ser uma *tag* oriunda de uma ontologia. As vantagens desse tipo de *tag* são discutidas a seguir.

##### 4.1. DISCUSSÃO DO EXPERIMENTO PRÁTICO

Num contexto comum de uso da folksonomia, as *tags* são atribuídas pelo usuário, que tem total liberdade no momento de classificar seu conteúdo. Entretanto, além dos erros de sintaxe, cada pessoa classifica seus conteúdos de uma maneira própria, seguindo conceitos que para ela tem sentido ou significado, isso facilita a recuperação desse conteúdo por parte da mesma pessoa que o classificou, porém a mesma facilidade nem

sempre é encontrada se outra pessoa, que não participou da classificação, tentar recuperar esse conteúdo. Esse ponto pode ser considerado uma desvantagem da folksonomia quando utilizada sozinha.

Um aspecto que pode ser considerado positivo na folksonomia é a capacidade de cruzamento de conteúdo ou de das próprias *tags*, isto facilita a extração de informações armazenadas implicitamente nos dados rotulados. Um exemplo bem comum é quando um documento recebe a mesma *tag* varias vezes de pessoas diferentes, isso na maioria dos casos pode ser considerada uma classificação conceitualmente apropriada, uma vez que o conteúdo tem a mesma representatividade para vários outros usuários. Da mesma forma quando uma *tag* é atribuída a um documento por apenas dois ou três usuários isso provavelmente será considerada uma classificação específica da pessoa que o classificou.

A *tag* da ontologia é gerada a partir de um conceito formal, isso reduz possíveis erros de digitação, ou ortográficos, e traz para a classificação termos mais comuns a determinados contexto, uma vez que a ontologia de domínio é construída com base em um domínio de conhecimento. Um usuário que, por exemplo, não conhece determinado domínio do conhecimento pode ser auxiliado em sua busca pelas *tags* formais extraídas de conceitos dessa área, funcionando como sugestões de termos a serem utilizados em suas buscas. Os pesquisadores Holscher e Strube identificaram problemas similares em sua pesquisa [5] que poderiam ser amenizados com esta proposta. Essa pesquisa foi publicada no periódico *Computer Networks* no ano 2000 e mostrava que usuários tinha dificuldade em escolher termos para buscas em um áreas específicas que as suas.

Porém a classificação de conteúdo utilizando apenas *tags* de ontologia pode se tornar incompleta, além de não atribuir sentido particular para o usuário. A utilização conjunta de *tags* comuns e de ontologias neutraliza os pontos negativos apresentados e realça os pontos positivos de ambas. O usuário pode utilizar uma *tag* de ontologia para atribuir um conceito mais formal ao seu conteúdo e uma *tag* criada por si mesmo para atribuir uma semântica própria. Além disso, as *tags* digitadas pelo usuário podem ser úteis no momento de retroalimentação ou atualização de uma ontologia de domínio. Pela facilidade de cruzamento encontrada no contexto da folksonomia, pode-se identificar, por exemplo, quando um termo atribuído por usuários aparece constantemente em um tipo de conteúdo juntamente com um ou mais termos de uma ontologia. Isso significa que este termo utilizado pelos usuários pode fazer parte do domínio de conhecimento abordado na ontologia em questão.

#### 4. CONCLUSÃO

O trabalho realizado teve como objetivo acrescentar ontologias de domínio ao contexto de folksonomia visando atribuir mais semântica ao conteúdo produzido na *web* por usuários de sistemas de conhecimento coletivo. Deste modo foram desenvolvidos dois algoritmos para conversão de uma ontologia de domínio em um conjunto de *tags*. Para a interação com usuário essas *tags* são apresentadas na interface do componente como uma metáfora visual, em formato de nuvem.

O trabalho abordou o conceito de *tags* oriundas de uma ontologia como *tags* formais que eliminam os problemas apresentados pelas *tags* inseridas manualmente pelo

usuário, como erros ortográficos e dificuldade de entendimento coletivo. Porém, as *tags* de ontologia também têm deficiências, como a dificuldade para a agregação de conhecimento. Desta forma, concluiu-se que o ideal seria a utilização conjunta de ambas as técnicas. O usuário deve poder inserir suas *tags* próprias, agregando conhecimento, ou utilizar as *tags* de uma ontologia, sugeridas por um conceito formal e comum para um determinado domínio do conhecimento.

Como a estratégia para determinar o critério de relevância mais adequado, para o Algoritmo Concêntrico, não era objetivo desse trabalho propõe-se, em um trabalho futuro, o estudo e a definição de um critério para cálculo de relevância das *tags*. Nesse mesmo trabalho também pode ser desenvolvido um algoritmo para geração de nuvem de *tags* que converta mais de uma ontologia de domínio e some suas *tags* às *tags* já utilizadas pelo usuário em classificações anteriores.

Por fim, como apresentado na seção 3, também é proposto a utilização do componente desenvolvido como base para construção de um sistema que contemple o armazenamento e recuperação de arquivos, como fotos, artigos ou vídeos, na *web*, utilizando uma nuvem de *tags*, ontológicas e comuns. Por fim, como última sugestão de trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de um motor de busca que pesquise conteúdo a partir dessas *tags*, permitindo a recuperação de documentos, como fotos e vídeos, por outros usuários, implementando o conceito de conhecimento coletivo.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup>Berners-Lee, T.; Handler, J.; & Lassila, O. The Semantic Web. *Database and Network Journal* **2006**, 36 (3).

<sup>2</sup>Breitman, K. *Web Semântica a Internet do Futuro*. Rio de Janeiro, LTC, 2005.

<sup>3</sup>Gruber, T. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition* **1993**, 5 (2).

<sup>4</sup>Gruber, T. Ontology of Folksonomy: A mash-up of apples and oranges. *International Journal on Semantic Web and Information Systems* **2007**, 3 (1).

<sup>5</sup>Holscher, C.; & Strube, G. We search behavior of internet experts and newbies. *Computer Networks* **2000**, 33 (1), pp. 337-346.

<sup>6</sup>Horridge, M.; Knublauch, H.; Rector, A.; Stevens, R.; Wroe, C.; Jupp, S.; et al. *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protege 4 and CO-ODE Tools*. The University Of Manchester, **2009**.