

Modelo de atualização de bases de conhecimento: um estudo de caso ONTO-AmazonTimber

Julie Flávia Vieira Vinente

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, E-mail: jfvvinente@gmail.com

Ademilson de Almeida Barbosa

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, E-mail: ad.ufopa@gmail.com

Márcio José Moutinho da Ponte

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, E-mail: marcio.ponte@ufopa.edu.br

Carla Marina Costa Pixiúba

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, E-mail: carla.pixiuba@ufopa.edu.br

Celson Pantoja Lima

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, E-mail: celson.lima@ufopa.edu.br

RESUMO

O contexto tecnológico apresenta novos desafios ao processo de produção e atualização de conhecimento. A constante manutenção de bases de conhecimento permite a evolução no domínio do conhecimento, no entanto, somente a consistência do conhecimento inserido possibilita a eficácia dos resultados nas interações semânticas. Neste contexto, este trabalho objetiva desenvolver um modelo de atualização de bases de conhecimento, e será validado por um estudo de caso aplicado a ontologia ONTO-AmazonTimber, desenvolvida como suporte ao processo de identificação botânica em espécies florestais da Amazônia. O desenvolvimento da pesquisa utiliza-se da metodologia e-COGNOS e o método de atualização de bases de conhecimento, que obedece três processos: o cadastro e a validação do conhecimento e, a inserção deste na base de conhecimento. Com a aplicação do modelo de atualização na ontologia ONTO-AmazonTimber, verificou-se que é possível minimizar a inserção de conhecimentos redundantes e incorretos e, a consistência do conhecimento atribuído que repercute em toda a estrutura semântica.

Palavras-chave: Gestão do Conhecimento. Ontologia. Atualização de conhecimento. ONTO-AmazonTimber.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Luckesi e Passos (1996) o conhecimento é o resultado do processamento analítico de informações que fornecem os subsídios essenciais para tomadas de decisões. A Gestão do Conhecimento (GC) por sua vez, está intimamente relacionada ao fator sucesso no processo de tomada de decisões, o que tende a aumentar à medida que se intensifica a interação

entre a produção de conhecimento e a tecnologia (ROSSETTI e MORALES, 2007). Assim, o atual contexto tecnológico direciona-se a produção do conhecimento, o que permite expandir o alcance nos domínios de aplicação e potencializar as funcionalidades de um referencial semântico.

Ocorre que domínios de conhecimento raramente são estáticos e, assim sendo, a ontologia deve acompanhar a evolução do domínio de conhecimento. Caso mudanças do domínio do conhecimento não sejam mapeadas e incorporadas nas bases de conhecimento, está se tornando estagnada, ultrapassada, ineficaz e possivelmente incorreta (PONTE, 2017). A atualização de bases de conhecimento, pode ser consequência da descoberta de erros na modelagem, ou um reparo no conhecimento de domínio. Para que a aquisição de novos conhecimentos sejam adicionadas, segundo (LÖSCH et al., 2009), as pesquisas devem ser dedicadas empregando técnicas de revisão de crenças, aquisição de conhecimento, aprendizagem de ontologia e evolução de ontologia para citar apenas algumas. Em um nível mais geral, as especificações de atualização, permitem codificar o conhecimento do processo e associá-lo à ontologia, de modo que possa ser usado para atualizações.

É necessário, nesta senda, que as mudanças mediadas por especificações da atualização de ontologias possam ser diretamente evidentes para o construtor do conhecimento (LÖSCH et al., 2009). Este, por sua vez é crucial para garantir que o comportamento do sistema seja totalmente transparente ao construtor desse conhecimento.

No que se refere ao contexto semântico, o excesso ou escassez da abordagem do domínio pode torna-se volumoso ou obsoleto. Para Prado (2001), segundo os critérios para construção de uma base de conhecimento, toda a aquisição de conhecimento é destacada como uma prioridade e, todo o conhecimento deve ser validado por especialistas que consigam destacar a relevância do conhecimento para a base de domínio da ontologia.

Nesta perspectiva, o presente artigo objetiva propor um modelo de atualização para bases de conhecimento, e como estudo de caso instancia-se o modelo de atualização para a base de conhecimento da ontologia ONTO-AmazonTimber. Far-se-á essa proposição por meio da metodologia do projeto e-COGNOS (LIMA, EL-DIRABY e STEPHENS, 2005) no qual foi desenvolvida uma plataforma de gestão do conhecimento baseada na web.

2 REFERENCIAL SEMÂNTICO ONTO-AMAZONTIMBER

A representação formal de conhecimento com suas complexas estruturas semânticas é o objetivo de um referencial semântico (LEGG, 2007). No presente trabalho, uma Ontologia é parte integrante do referencial semântico. Ontologias são especificações formais e explícitas de conceitualizações compartilhadas, são modelos conceituais que capturam e explicitam o vocabulário utilizado nas aplicações semânticas e servem como base para garantir uma comunicação livre de ambiguidades (BREITMAN, 2005).

Entre outras palavras trata-se de uma especificação de conhecimento consensual sobre um modelo abstrato de domínio, definida explicitamente em termos de conceitos, suas propriedades e relações por meio de axiomas, possibilitando, assim, que seja automaticamente processável por máquinas (STUDER et al., 1998).

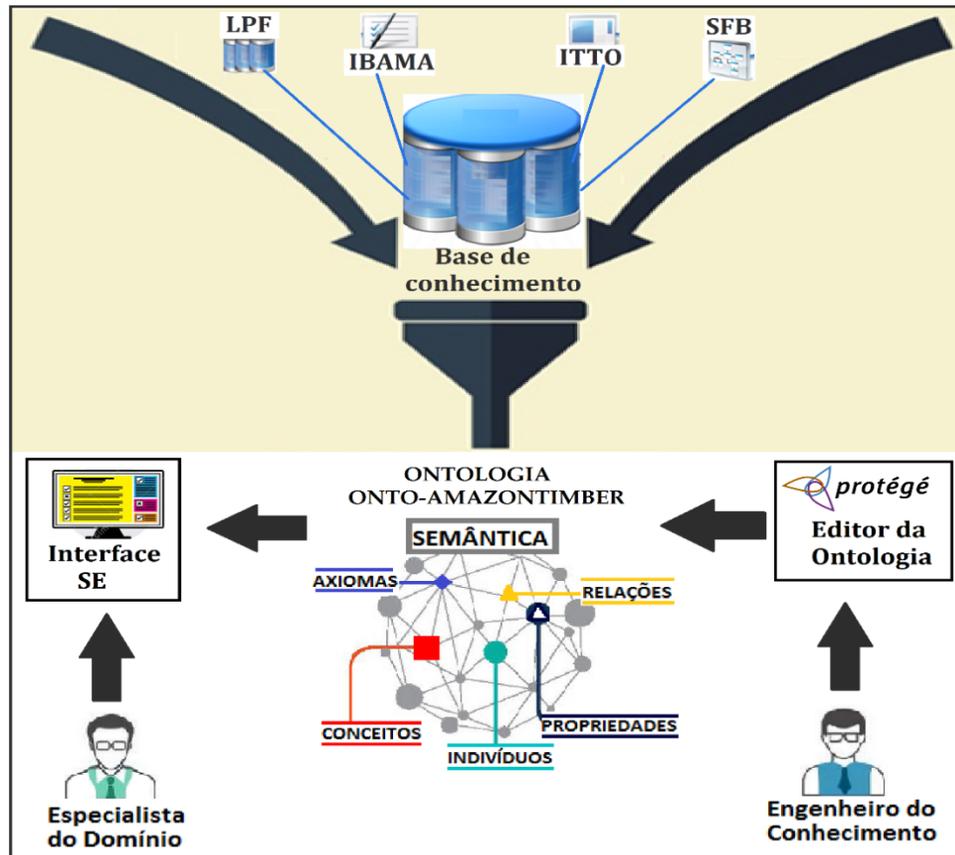
Neste artigo, a ontologia representa uma parte do domínio de conhecimento da Botânica, mais especificamente focada no processo de identificação taxonômica, apresentando um acervo de características e particularidades de uma vasta quantidade de espécies florestais da Amazônia.

2.1 AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO

O conhecimento científico necessário para sua construção foi extraído das seguintes fontes: literatura relevante, entrevista com taxonomistas e identificação por características técnicas e concisas. Por sua vez o conhecimento empírico será capturado por meio de atividade práticas com percepção de características experimentais, através da experiência dos mateiros e dos taxonomistas.

Como se pode observar na Figura 1, outras fontes de conhecimento utilizadas são: Sistema computacional com características botânica de espécies do Brasil desenvolvido pelo Laboratório de Produtos Florestais (LPF) do Serviço Florestal Brasileiro (SFB); um banco de dados de espécies botânicas do Brasil, o qual permitirá acessar um grande volume de características e aspectos das espécies botânicas, incluindo nomenclaturas populares (não científicas) por região. Este banco de dados, gerenciado pelo SFB, foi desenvolvido conjuntamente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e pela *International Tropical Timber Organization* (ITTO).

Figura 1 – Estrutura taxonômica da ONTO-AmazonTimber

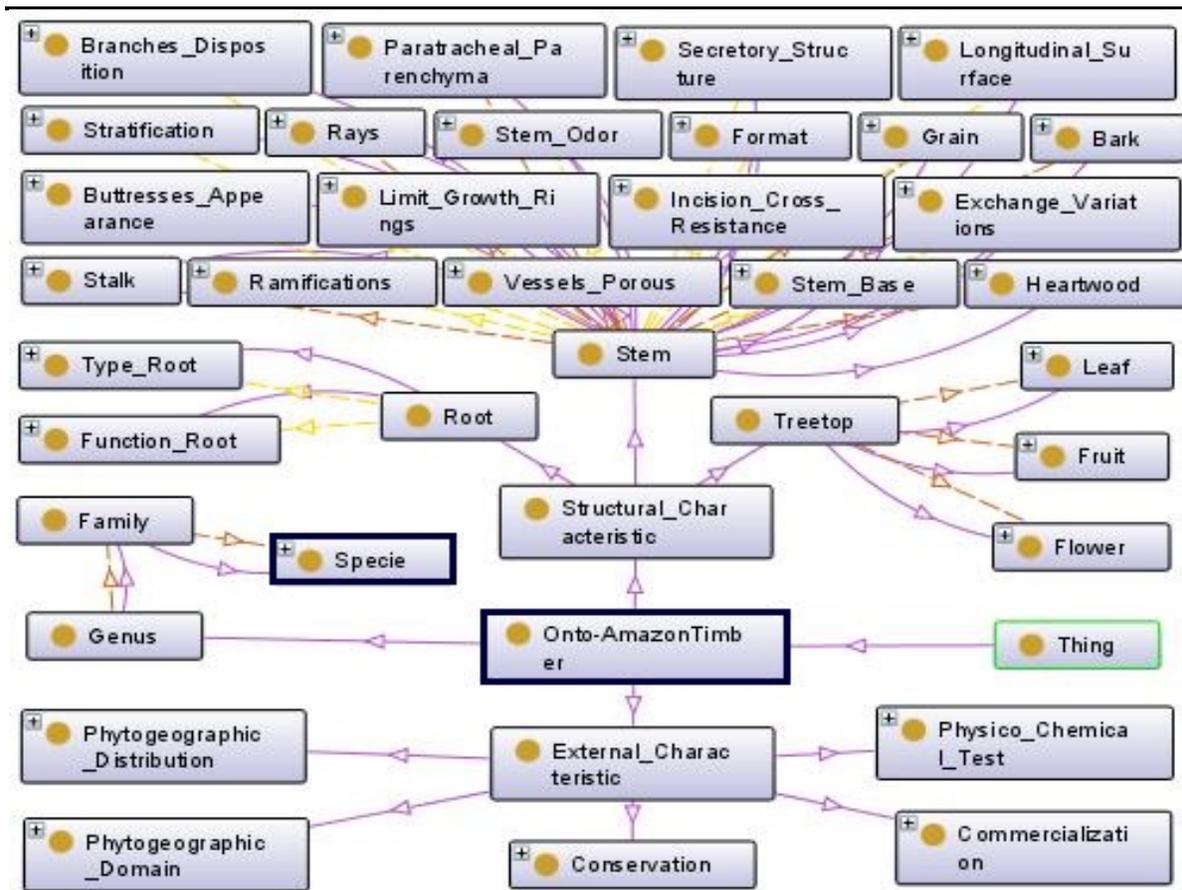


Fonte: Ponte (2017).

2.2 ESTRUTURA TAXONÔMICA

A estrutura taxonômica da ontologia (Figura 2) divide-se em: *External Characteristic* (Características Externas), *Genus* (Gênero –hierarquia das espécies), *Structural Characteristic* (Características Estruturais). Tal estrutura possibilita navegar de forma intuitiva detalhes das características das espécies botânicas. Vale ressaltar a importância da entidade *Specie* no contexto semântico da ontologia, visto que as demais entidades estão estruturadas para referenciar as instâncias da entidade *Specie*, ou seja, grande parte das entidades define alguma característica de uma espécie botânica. A apresentação da estrutura taxinômica limita-se a algumas entidades devido a complexidade e abrangência da ontologia ONTO-AmazonTimber e do domínio da botânica ao qual está inserida.

Figura 2 – Representação gráfica da estrutura taxonômica da ONTO-AmazonTimber



Fonte: Ponte (2017).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este tópico destina-se a apresentar as delimitações metodológicas deste trabalho, isto inclui as metodologias aplicadas, os métodos e procedimentos utilizados para o desenvolvimento do modelo de atualização de bases de conhecimento.

3.1 METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA ONTOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho advém do projeto e-COGNOS (LIMA, ELDIRABY e STEPHENS, 2005) no qual foi desenvolvida uma plataforma de gestão do conhecimento baseada na web.

O método proposto para o desenvolvimento da ontologia, foi inspirado na abordagem usada pelo projeto e-COGNOS, motivado pela participação da construção e refinamento da metodologia e do histórico de bons resultados angariados até o momento.

Os principais conceitos que servem como a espinha dorsal da ontologia também foram inspirados na ontologia e-COGNOS. No entanto, para o propósito deste artigo, algumas adaptações e refinamentos do modelo ontológico tiveram de ser feitas.

O método aqui adotado usa uma abordagem iterativa (Figura 3), que é dividida em várias fases, com cada fase contendo um conjunto de tarefas relacionadas.

Figura 3 – Metodologia e-COGNOS para construção da Ontologia



Fonte: Costa (2014).

3.2 PROCEDIMENTOS METOLÓGICOS PARA ATUALIZAÇÃO DA BASE DE CONHECIMENTO

O modelo de atualização para a base de conhecimento proposto é validado com a aplicação na ontologia de referência, nomeada como ontologia ONTO-AmazonTimber. Composto por três etapas:

Na primeira fase o usuário insere relações semânticas baseadas em ‘conceitos’ (sujeitos) e ‘propriedade de objeto’ (verbos) pré-definidos na ontologia; em casos necessário o usuário adiciona novos ‘conceitos’ e ‘propriedade de objeto’.

Na segunda fase o usuário identifica novos conceitos que apresentam mesma semântica de um conceito existente na base de conhecimento, desta forma o usuário cadastra este novo conceito vinculando como sinônimo de um conceito existente.

Por sua vez, na terceira fase a comissão de validação analisa o perfil do usuário e o conhecimento inserido para homologar a inserção na base de conhecimento. Não é permitido pelo usuário deletar ou excluir qualquer conhecimento já validado na base de conhecimento.

4 RESULTADOS

A ONTO-AmazonTimber trata-se de um referencial semântico no âmbito da botânica que formaliza o conhecimento do especialista (taxonomista) na tarefa de identificação botânica. Dispondo de conhecimentos como: caracterização das espécies botânicas comercializadas no setor madeireiro da Amazônia; caracterização do ambiente em que estão inseridas; e caracterização do contexto ambiental.

Para validar o modelo apresentado nesse trabalho, introduziu-se uma abordagem de resultados baseados em uma proposta de modelo de atualização de bases de conhecimento a partir do estudo de caso da ontologia ONTO-AmazonTimber.

4.1 MODELO CONCEITUAL DE ATUALIZAÇÃO DE BASE DE CONHECIMENTO

Segundo Lisboa (2000), os modelos conceituais permitem representar de maneira abstrata, formal e não ambígua a realidade da aplicação, com objetivo de facilitar a comunicação entre os envolvidos no projeto.

O modelo conceitual apresentado neste trabalho, permite mensurar o escopo do planejamento de atualização da base de conhecimento, assim como a base teórica do domínio do conhecimento e a especificação da estruturação dos elementos envolvidos, possibilitando que um novo conhecimento possa compor a base de conhecimento.

Para que haja sustentação do modelo conceitual proposto, os seguintes elementos estruturais são fundamentais: Especialista, Conhecimento, Comissão de Validação e Base de

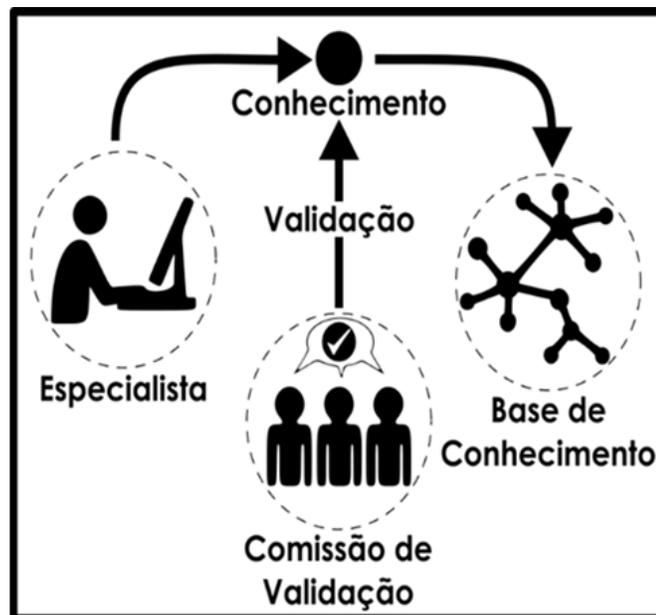
Conhecimento (Figura 4).

O Especialista representa um grupo de profissionais, que trabalham no domínio do conhecimento da problemática em questão. Sua formação e experiência são consideradas de alto valor quando se trata da formalização e atualização do conhecimento.

A Comissão de Validação se utiliza dos seguintes critérios para inserção de novos conhecimentos na base conhecimento: Formação do especialista; Experiência do Especialista.

Note-se, que nesta etapa o conhecimento ainda não foi inserido, tendo em vista a atuação do especialista que no processo de validação, confere ao conhecimento mera expectativa de inserção, já que somente quando um novo conhecimento é validado, que este irá compor a base de conhecimento.

Figura 4 – Modelo de Atualização



Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

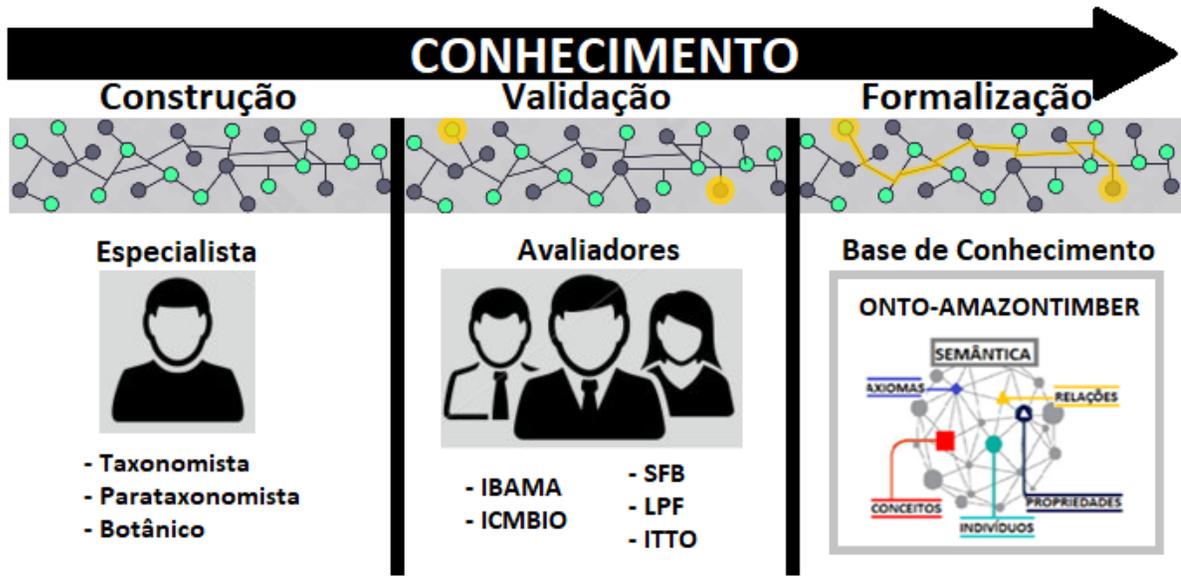
Instanciação do Modelo de atualização aplicado a ONTO-AmazonTimber

A instanciação do modelo de atualização desenvolvido neste trabalho é representada por elementos estruturais que se fundamentam quando aplicados no âmbito da botânica (Figura 5).

O Especialista representa um grupo de profissionais que atuam no processo de identificação botânica, destacam-se: Taxonomistas, Parataxonomista, Botânicos e Engenheiros

Florestais com experiência em inventário florestal. As especializações, habilidades, experiências e formações no domínio da botânica servem como quesitos fundamentais na formalização de novos conhecimentos.

Figura 5 – Instanciação do Modelo de Atualização



Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

A Comissão de Validação é representada por indivíduos inseridos em entidades de fiscalização, pesquisa e promoção da sustentabilidade ambiental, a citar: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Laboratório de Produtos Florestais (LPF) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

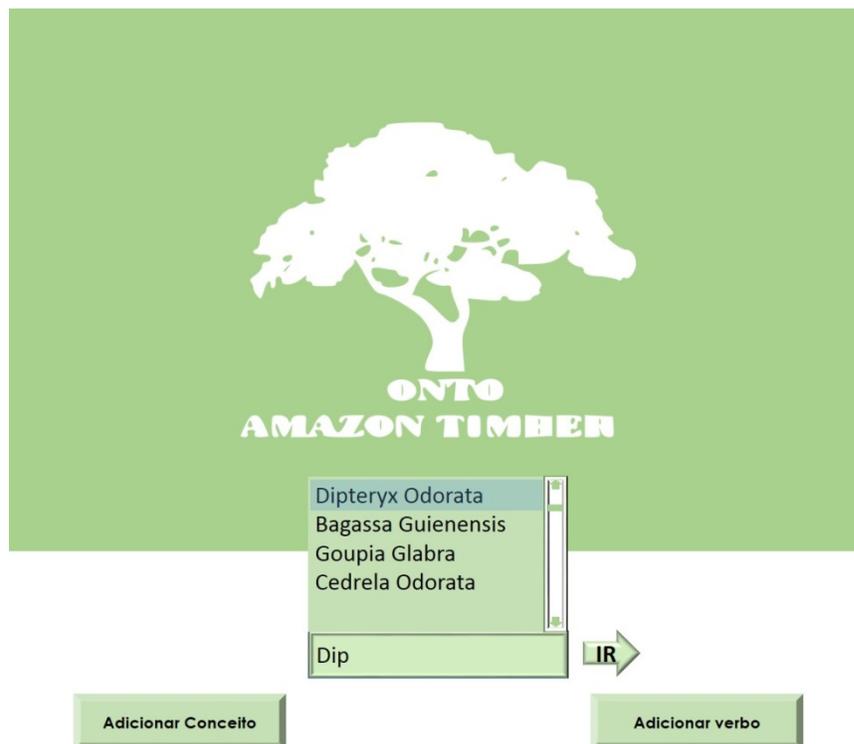
O modelo de atualização proposto apresenta os seguintes processos: o especialista propõe um novo conhecimento. Tal conhecimento é avaliado pela comissão de validação, que devem utilizar os seguintes critérios de avaliação: formação e experiência do profissional, para assim analisar e validar o novo conhecimento.

A base de conhecimento da ONTO-AmazonTimber trata-se do terceiro elemento do modelo, formalizado por uma estrutura semântica composta por conceitos, relações, propriedades e axiomas, instanciados e inter-relacionados para compor o domínio de conhecimento em questão.

4.2 INTERFACES DO MODELO DE ATUALIZAÇÃO DA ONTO-AMAZON TIMBER

Neste tópico apresentam-se protótipos de telas desenvolvidos na elaboração do modelo de atualização. O processo de interação do modelo de atualização inicia-se com a seleção da espécie de interesse (Figura 6), nesta mesma tela é possível o usuário selecionar um dos dois botões, “adicionar conceito”, ou “adicionar verbo”.

Figura 6 – Tela de seleção



Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Após a escolha da espécie na primeira tela representado na figura acima, o usuário será direcionado a uma próxima tela (Figura 7), onde é possível selecionar a estrutura semântica, selecionando o verbo através de uma caixa de combinação, o predicado na próxima caixa de seleção então será exibido ao usuário uma lista na qual ele seleciona o que deseja incluir e após selecionar o desejado clica no botão “incluir características”.

Figura 7 – Tela de inclusão

Inclusão de Características

Espécie: Dipteryx Odorata

Verbo: Tem Nome Pop |
Tem Nome Popular
Classificado por
Tem Sinonímia
Tem Abrangência

Predicado: Nome Vernacu |
Nome Vernacular
Tipo Raiz
Coloração Cerne
Domínio Fitogeografico

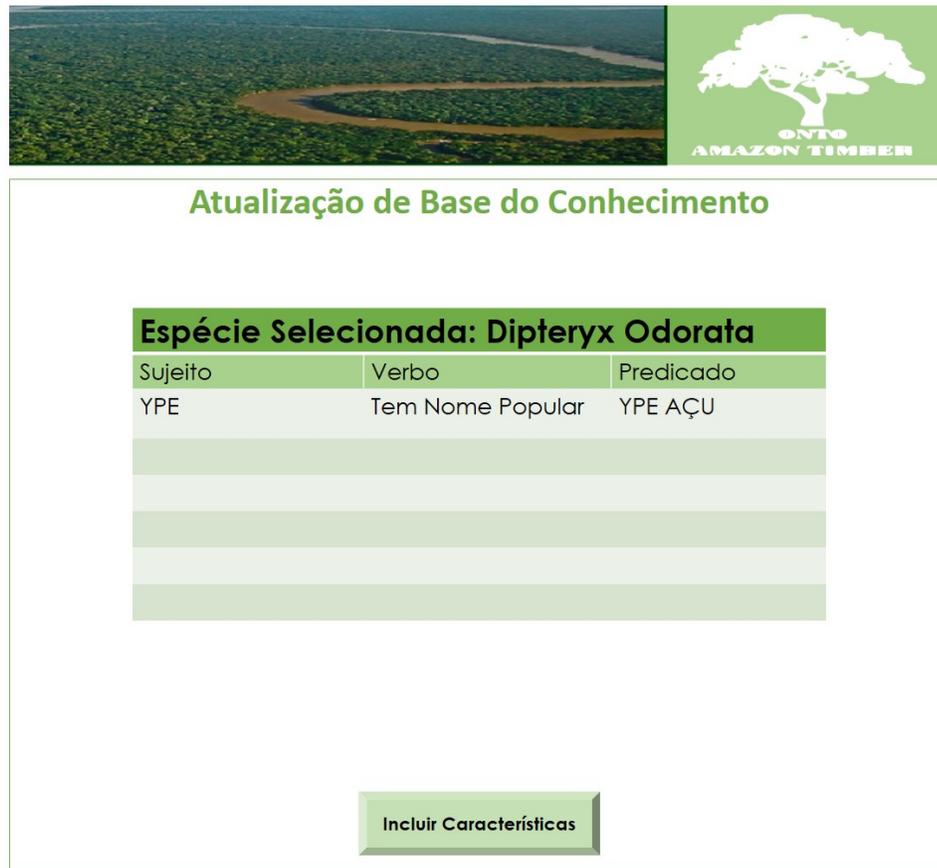
Nome Vernacular: Ype Açú
Mogno

Incluir Características

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Posteriormente, quando o usuário clicar no botão “incluir características”, na tela apresentada anteriormente, é exibido numa próxima tela, todas as relações semânticas que propiciam a caracterização da espécie selecionada (Figura 8). Permitindo desta forma visualizar ou ainda voltar para a tela de inclusão de características apresentada na figura anterior.

Figura 8 – Tela de caracterização



Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Caso o usuário tenha selecionado o botão “adicionar conceito” na primeira tela, será possível realizar a seleção do tipo de conceito na tela apresentada na (Figura 9), depois será possível duas ações, acessar a página para inclusão de um novo conceito a partir do botão “adicionar conceito”, ou ainda a inclusão de um sinônimo, através do botão “adicionar sinônimo”.

Figura 9 – Tela de seleção para a inclusão de conceito ou sinônimo

Incluir Conceito

Conceito:

- Espécie
- Nome Popular
- Tipo Raiz
- Coloração Cerne

Espécie:

- Dipteryx Odorata
- Bagassa Guienensis
- Goupia Glabra
- Cedrela Odorata

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Na tela de validação a comissão validadora por visualizar os conhecimentos adicionados ou/e atualizados, apresentamos na (Figura 10), uma tela com três tabelas, a primeira identifica as relações semânticas adicionadas a um conceito, ao lado o nome do especialista que fez a edição e/ou atualização com um link para seu currículo profissional e o histórico de atualizações realizadas pelo mesmo, logo que avaliado o conhecimento currículo e histórico e possível clicar no botão para validar o novo conhecimento, ou pedir revisão por parte do profissional. Na segunda tabela são exibidos novos conceitos adicionados ou atualizados e na terceira os sinônimos incluídos, todo o processo de validação ocorre da mesma forma que explicado para a tabela de relações semânticas.

Figura 10 – Tela de Validação

Validação de Conhecimento

Características:

Espécie Selecionada: Dipteryx Odorata

Sujeito	Verbo	Predicado
YPE	Tem Nome Popular	YPE AÇU

Espécie

Especialista: Nome Sobrenome

Acessar Currículo

OK Back Cancel

Novo:

Conceito adicionado em Espécie

Dinizia Excelsa

Conceito

Especialista: Nome Sobrenome

Acessar Currículo

OK Back Cancel

Novo:

Sinônimo adicionado

Sinônimo	Conceito
\$%\$&^%\$&	^%**&\$*&

Sinônimo

Especialista: Nome Sobrenome

Acessar Currículo

OK Back Cancel

Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

4.3 ESTRUTURA SEMÂNTICA PARA ATUALIZAÇÃO – INTEGRAÇÃO ONTOLÓGICA COM JENA

A JENA consiste em um *framework* JAVA que permite trabalhar em ambiente de programação com manipulação dinâmica de modelos RDF (*Resource Description Framework*), representadas pelos recursos e propriedades, formando as tuplas (predicate, [subject], [object]) que originam os objetos criados pelo JAVA.

Este Framework disponibiliza um kit de funcionalidades para apoiar o desenvolvimento de aplicações no contexto de ontologias. Além das funcionalidades para manipulação da linguagem OWL e uso do Simple Protocol And Rdf Query Language (SPARQL).

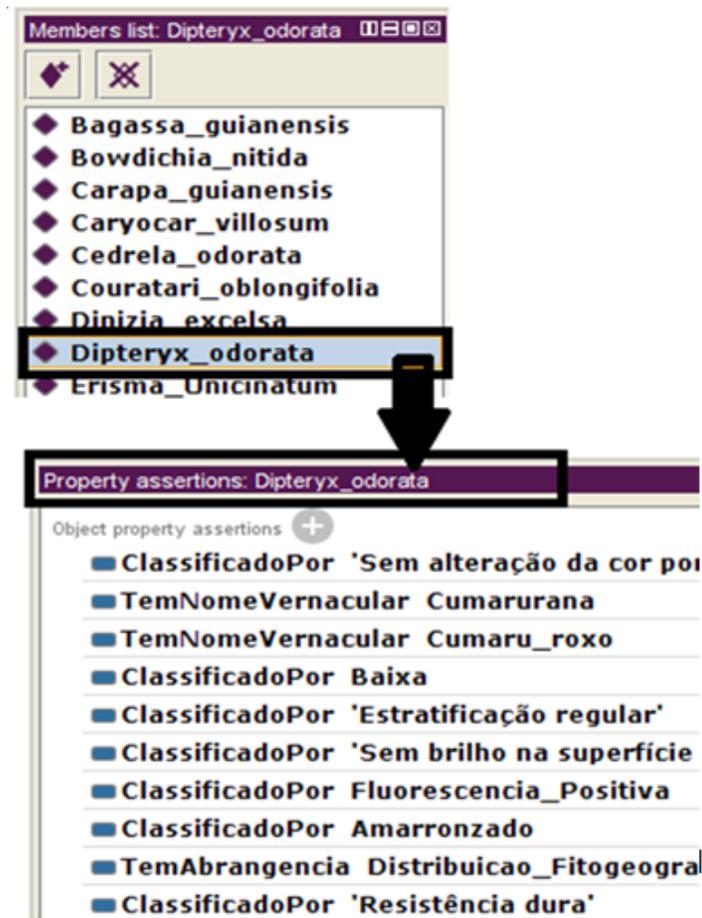
A API JENA apresenta um conjunto de métodos que permitem acessar os elementos de uma Ontologia (classes, propriedades e indivíduos) podemos utilizar os métodos iniciados com

list como listClasses(), listIndividuals() ou listSubClasses(). A partir deles pode-se chamar o método toList() para ter acesso aos elementos através de uma instância da classe java.util.List. Além disso, para identificar qual classe ou instância está sendo manipulada dentro das iterações, temos dois métodos básicos: getURI(), que retorna o nome completo ou a URI (prefixo + nome) do objeto; e getLocalName(), que retorna apenas o nome do objeto em questão.

Outros métodos permitem uma maior especificação quanto ao acesso a estrutura ontológica, o método getObjectFromObjectTriple possibilita listar um conjunto de objetos da classe A que se relacionam através de uma propriedade específica com um outro objeto da classe B. Para melhor entendimento visualiza-se o código abaixo: `OntologyInteraction listaCaracteristica = new OntologyInteraction(); ArrayList<String> objects = listaCaracteristica.getObjectFromObjectTriple("Dipteryx_odorata", "ClassificadoPor");`

Tal método getObjectFromObjectTriple tem como função listar as características botânicas da espécie botânica Dipteryx_odorata que estão interligadas pela propriedade ClassificadaPor, tal relação semânticas podem ser observadas na (Figura 11), no qual a classe Species tem uma série de objetos dentre estes o Dipteryx_odorata, por sua vez apresenta algumas propriedade de objetos que criam relações com outros objetos, como por exemplo: Heartwood_Distinct_Color instancia da classe Heartwood_Color.

Figura 11 - Relações semânticas obtidas pelo método getObjectFromObjectTriple



Fonte: Ponte (2017).

4.4 ATUALIZAÇÃO DA BASE DE CONHECIMENTO – QUERY SPARQL

Vários aplicativos de software de gerenciamento de conhecimento exigem a integração de dados de fontes de dados distribuídas e autônomas. Até recentemente, era bastante difícil acessar e consultar dados em tal configuração porque não havia linguagem ou interface de consulta padrão. Com o SPARQL (PRUD'HOMMEAUX e SEABORNE, 2017), uma recomendação do W3C para uma linguagem e protocolo de consulta RDF, essa situação mudou. Agora é possível disponibilizar dados RDF através de uma interface padrão e consultá-lo usando uma linguagem de consulta padrão.

O RDF criado a partir da modelagem semântica apresentada em ONTO-AMAZONTIMBER ontologia é um ambiente para interação (consultas e atualização) SPARQL deste trabalho, apenas para fins ilustrativos, uma atualização SPARQL é mostrada na fonte abaixo, que visa incluir uma espécie botânica pelo usuário especialista.

```
OntModel m = InicializacaoOnto.inic() ;
Query inclusao = QueryFactory.create(stringInclusao);
QueryExecution qexec=QueryExecutionFactory.create(inclusao,m;
    Query q;
    QueryExecution qe ;
    ResultSet rs ;
    ResultSet resultado = qexec.execSelect();
    String nameQuery =
        "PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf- syntax-ns#>
        PREFIX mm:
        <http://www.semanticweb.org/marciomoutinho/ontologies/2014/9/untitled-ontology-8#>
        INSERT {" + resposta + " rdf:type mm:Especie}" ;
    q = QueryFactory.create(nameQuery) ;
    qe = QueryExecutionFactory.create(q, m) ;
    rs = qe.execSelect() ;
```

A maioria das formas de consulta SPARQL contém um conjunto de padrões triplos chamados de padrão de gráfico básico. Os padrões triplos são como triplos RDF, exceto que assunto, predicado ou objeto pode ser uma variável. Um padrão de gráfico básico corresponde a um subgrafo dos dados RDF quando os termos RDF desse subgrafo podem ser substituídos pelas variáveis e o resultado é o gráfico RDF equivalente ao subgrafo (W3C, 2017).

A atualização no exemplo descrito no código de atualização acima trata da atribuição da cláusula INSERT cuja função é incluir um termo na base de conhecimento em um local adequado na estrutura semântica da ontologia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo conceitual de atualização desenvolvido neste trabalho apresenta requisitos necessários para manutenção de bases do conhecimento nos mais diversos domínios do conhecimento. Premissa necessária para contínua evolução da estrutura semântica, item indispensável na Gestão do Conhecimento.

Considerando-se a extensa diversidade biológica da Amazônia e a vasta quantidade de espécies florestais existentes na Amazônia, aliado a escassez de profissionais que atuem no processo de identificação botânica, evidencia-se a extrema necessidade da constante atualização da base de conhecimento.

O modelo de atualização proposto permite minimizar a inserção de conhecimentos redundantes e incorretos e, a consistência do conhecimento atribuído que repercute em toda a estrutura semântica.

REFERÊNCIAS

- BREITMAN, Karin. **Web Semântica: a Internet do futuro**. Rio de Janeiro: LTC, 2005
- COSTA, R. D. D. **Semantic Enrichment of Knowledge Sources Supported by Domain Ontologies**. 2014. Tese (Doutorado) Programa de Engenharia Electrotécnica e de Computadores – Faculdade Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal - Lisboa, 2014.
- DEVMEDIA, Dairon Jaison. **Introdução a Web Semântica**. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/introducao-a-web-semantica/26181>>, último acesso em: 19 set. 2016.
- FREITAS, Frederico Luiz G. **Ontologias e a Web Semântica**. São Paulo: UniSantos, 2016.
- LEGG, Catherine. Ontologies on the Semantic Web. **Annual Review of Information Science and Technology**, 2007, p. 407-451
- LIMA C.; EL-DIRABY T.; STEPHENS J. Ontology-based optimisation of knowledge management in e-Construction. *ITcon 10*, 305–327. 2005.
- LISBOA F., J. Modelagem de Banco de Dados Geográficos. In: LADEIRA, M.; NASCIMENTO, M. E. M. III Escola Regional de Informática do Centro-Oeste. Brasília – DF. SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2000.
- LÖSCH, U.; RUDOLPH, S.; VRANDEŽIĆ, D.; STUDER, R. Tempus fugit: Towards an Ontology Update Language, Institut AIFB - Universität Karlsruhe (TH): Karlsruhe, Germany: 2009.
- LUCKESI, C. C.; PASSOS, E.S. **Introdução à filosofia: aprendendo a pensar**. São Paulo: Cortez, 1996.
- MOTA, M. R. A. **Mapeamento sistemático sobre o uso de ontologias em informática médica**. João Pessoa: Ed. Agosto, 2013.

PONTE, M. J. M. **Referencial Semântico no suporte da identificação botânica de espécies Amazônicas**. 2017. Tese (Doutorado) – UFOPA/UNL -Santarém – Pará, Abril 2017.

PRADO E. V. **Sistema especialista para dimensionamento e seleção de equipamentos para pré-processamento de café** l. Tese (Doutorado) – UFV, 2001.

PRUD'HOMMEAUX, E., SEABORNE, A. **SPARQL Query Language for RDF**. W3C Recommendation, dez 2017. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

ROSSETTI, A. G.; MORALES, A. B. T. O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 124-135, jan./abr. 2007.

RUSSEL S. N. P. **Artificial intelligence: a modern approach**. 3rd Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009.

SOUZA R.; ALVARENGA L. A. Web Semântica e suas contribuições para a ciência da informação”, Universidade Federal de Minas Gerais, **Ci. Inf.**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 132-141, jan./abril 2004.

STUDER et al., R. Benjamins R., Fensel D., Knowledge Engineering: Principles and Methods. Data and Knowledge Engineering. 25(1998):161-197.

W3C – World Wide WEB Consortium. eXtensible Markup Language (XML). 2017. Disponível em: <<http://www.w3.org/XML/>>, 2017. Acesso em: 12 dez. 2017.