

XVIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO – ENANCIB 2017

GT-2 – Organização e Representação do Conhecimento

NOMEAÇÃO DE ELEMENTOS ONTOLÓGICOS PARA CRIAÇÃO DE ONTOLOGIAS: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

Rachel Cristina Mello Guimarães - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Renata Silva Souza Guizzardi - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Claudio Gottschalg-Duque - Universidade de Brasília (UnB)

Giancarlo Guizzardi - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

ONTOLOGICAL ELEMENTS NOMINATION METHOD (NEO): A METHODOLOGICAL PROPOSAL

Modalidade da Apresentação: Comunicação Oral

Resumo: Analisa no escopo da Ciência da Informação os fundamentos da Teoria da Classificação Facetada e Teoria do Conceito com foco nos seus princípios e métodos para análise, identificação e formação de termos/conceitos de um domínio de conhecimento. Na Ciência da Computação descreve os aspectos conceituais de ontologias de fundamentação, a modelagem conceitual orientada a ontologia, a partir da base teórica subjacente à Unified Foundational Ontology (UFO) e analisa os estereótipos da linguagem OntoUML. Utiliza a pesquisa aplicada com abordagem qualitativa com análise de conteúdo e análise de assunto, bem como, a pesquisa exploratória, descritiva, bibliográfica e documental para propor, por meio, de uma perspectiva interdisciplinar que engloba área como a Ciência da Informação e Ciência da Computação o método Nomeação de Elementos Ontológicos (NEO) para delimitação, definição e validação de conceitos e relações para a nomeação de entidades, relacionamentos e atributos na elaboração de modelos conceituais ontológicos em combinação com ontologias de fundamentação utilizando a linguagem OntoUML para a criação de ontologias.

Palavras-Chave: Teoria do Conceito; Teoria da Classificação Facetada; Modelagem Conceitual; Ontologias de Fundamentação; Ontologia de Fundamentação Unificada; OntoUML.

Abstract: It analyzes the scope of information science the foundations of Faceted Classification Theory and Concept Theory. In Computer Science describes the conceptual aspects of foundational ontologies, oriented conceptual modeling ontology, from the underlying theoretical basis for the Unified Foundational Ontology (UFO) and analyzes the stereotypes of OntoUML language. Uses applied research with a qualitative approach with content analysis and subject analysis, as well as exploratory, descriptive and literature. It proposes, by means of an interdisciplinary perspective encompassing area as the Information Science and Computer Science the Ontological Elements Nomination method (NEO) for delimitation, definition and validation of concepts and relationships for the appointment of

entities, relationships and attributes in development of conceptual models in combination with foundational ontologies using OntoUML language.

Key-words: Concept Theory; Theory of Faceted Classification; Conceptual Modeling; Foundation Ontology; Unified Foundation Ontology; OntoUM.

1 INTRODUÇÃO

No contexto da organização do conhecimento, a *representação da informação* possui mecanismos para representar os objetos a partir de um conjunto de termos que caracterizem o seu conteúdo e permitam, assim, a sua busca. Na Ciência da Informação, esses mecanismos possibilitam, então, a elaboração de linguagens documentárias verbais e notacionais, visando à recuperação da informação. Nesse sentido, uma das preocupações da Ciência da Informação é a *padronização da terminologia* utilizada para se encontrar e se classificar a informação. Essa padronização visa facilitar processo de representação de informação, evitando redundâncias e inconsistências no conjunto de termos utilizados, pois permite a sistematização e a descrição dos termos que representam o contexto de um dado domínio de conhecimento. É neste contexto que surge o potencial de aplicação de ontologias (GUIZZARDI, 2005; CAMPOS, 2001).

As ontologias surgiram, como um instrumento conceitual, na Ciência da Computação, principalmente, nas áreas de modelagem de dados e inteligência artificial, desde o final dos anos 1960 (GUIZZARDI, 2005). A engenharia de ontologias compreende um número de metodologias que propõem técnicas e processos distintos para a construção de ontologias.

Apesar de algumas dessas metodologias buscarem processos cada vez mais sofisticados e completos para levar à construção de uma ontologia de boa qualidade, nenhuma delas se preocupa com a ***nomeação dos elementos ontológicos (conceitos, relações e propriedades)***. Portanto, atualmente, os nomes dos elementos são determinados pelos modeladores de conhecimento (engenheiros de ontologia, desenvolvedores de sistemas, profissionais da informação e outros) intuitivamente e sem o uso de um método sistemático para tal. Entretanto, a nomeação não é tarefa simples, já que um nome escolhido intuitivamente pode não ser representativo do elemento a ser modelado, levando a inconsistências e a má compreensão da semântica por traz desse elemento.

A Ciência da Informação possui seu arcabouço teórico e metodológico que tratam da organização do conhecimento dentre elas, a Teoria da Classificação Facetada criada por

Shivata Ramarinta Ranganathan na década de 1930 e a Teoria do Conceito (DAHLBERG, 1978b) que tratam da classificação, categorização, formação e definição dos conceitos para a geração de um sistema de conceitos de um determinado domínio de conhecimento. Este trabalho propõe o uso de tais teorias como base para a proposta de um método para Nomeação de Elementos Ontológicos (NEO).

É importante ressaltar que existem diferentes tipos de ontologias e aquelas a que nos propomos a apoiar são conhecidas como *ontologias de domínio*. Existe um outro tipo de ontologia, chamada *ontologia de fundamentação*, que serve como suporte metodológico para a criação de ontologias de domínio mais consistentes. As ontologias de fundamentação são modelos baseados em teorias filosóficas e cognitivas, independentes de domínio e que podem servir de fundamento para a criação de ontologias de domínio (GUIZZARDI, 2005).

Em particular, a *Unified Foundational Ontology*¹ (UFO) é uma ontologia de fundamentação que vem sendo utilizada vastamente como base da criação de ontologias em diversas áreas do conhecimento, tais como eletrofisiologia cardíaca, simulação de cobertura e uso de terras (GRUEAU, 2013), serviços (NARDI et al 2015) etc. Além de ser reconhecida como uma ontologia de fundamentação de alta qualidade, um dos principais atrativos de UFO é ter, a ela associada, uma linguagem de modelagem conceitual, chamada OntoUML (GUIZZARDI, 2005) e editores automatizados que dão suporte à criação, verificação e validação de ontologias de domínio.

Almejando gerar ontologias de domínio consistentes em relação ao contexto modelado, busca-se propor uma metodologia para delimitação e definição de termos destinados à nomeação de conceitos, relações e propriedades na elaboração de ontologias de domínio, desenvolvidas com base na ontologia de fundamentação UFO.

2 A PESQUISA

A natureza da pesquisa desenvolvida constituiu-se de uma pesquisa aplicada, pois por meio do estudo proposto, buscou-se construir a método NEO que trata da nomeação de objetos no escopo de um domínio de conhecimento, bem como sua conceituação, descrição de distinção, ou seja, definição dos termos que nomeiam objetos que compõem um modelo conceitual, tais como: entidades e relacionamentos.

¹ Ontologia de Fundamentação Unificada.

Dessa forma, por estar pautada na análise e interpretação de conteúdo utilizou-se da pesquisa qualitativa, pois a análise de conteúdo tem por finalidade básica a busca do significado de conteúdos de materiais textuais, sejam eles artigos científicos, documentos produzidos no desenvolvimento de processos, entrevistas realizadas com sujeitos (APPOLINÁRIO, 2006).

Utilizou-se da pesquisa exploratória com o objetivo de investigar e aprimorar ideias sobre um assunto na área pesquisada e da pesquisa descritiva, para o levantamento e descrição das características de um assunto em uma determinada área a luz da teoria.

A pesquisa foi realizada em duas fases: a primeira com a pesquisa bibliográfica cujo objetivo foi reunir informações sobre a Teoria da Classificação Facetada, Teoria do Conceito e Ontologias de Fundamentação na Ciência da Informação e Ciência da Computação para a elaboração do método NEO com o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica.

3 MODELAGEM CONCEITUAL

Modelagem conceitual é o processo de criação de modelos conceituais, onde objetos, suas características e relacionamentos são explicitados a partir de uma representação o mais fiel possível do ambiente/domínio de conhecimento observado.

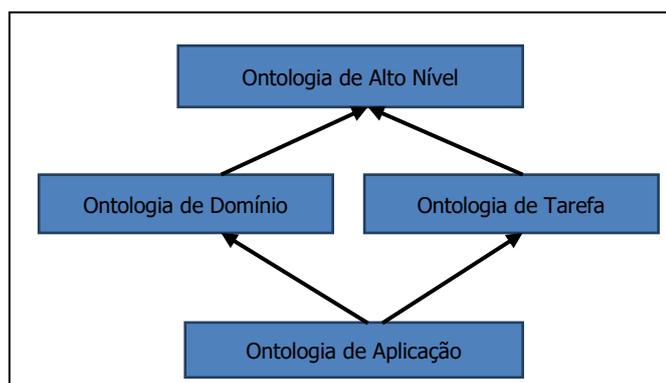
De acordo com Guizzardi, Herre e Wagner (2002) a modelagem conceitual é fruto da necessidade de formalizar modelos intermediários entre o constructo mental e o artefato computacional. Na criação de um modelo são utilizados diagramas, estereótipos e termos explicativos em linguagem natural, permitindo, assim, verificar se o sistema possui todos os elementos para atender as necessidades especificadas pelo usuário. Portanto, os termos utilizados no modelo devem ser selecionados de forma adequada para o desenvolvimento de sistemas que possam ser comunicados e compreendidos por todos os elementos envolvidos no processo.

3.1 Modelagem Conceitual Ontológica

Ontologias são especificações formais e explícitas de conceituações compartilhadas. Uma ontologia captura o conceito sobre alguma coisa, o corpo de conhecimento formalmente representado é baseado em uma conceituação dos objetos do mundo real. Conceituação é uma abstração, uma visão simplificada do mundo que se deseja representar para entender algum propósito.

A Figura 2 apresenta os quatro níveis de classificação de ontologias descritas por Guarino (1998): i) Ontologia de alto nível (*top level-ontology*), que descreve conceitos gerais independente do domínio particular, por exemplo, espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, etc. São as Ontologias de Fundamentação; ii) Ontologia de domínio (*domain ontology*), que descreve o vocabulário de um domínio ou tarefa genéricas, a partir da especialização das entidades introduzidas pelas ontologias de fundamentação; iii) Ontologia de tarefa (*task ontology*), que descreve uma tarefa ou atividade relacionadas a um domínio genérico; e iv) Ontologia de aplicação (*application ontology*), que descreve conceitos dependentes de um domínio e ou tarefa, mapeando papéis de entidades de um domínio na execução de uma atividade.

Figura 2: Tipos de Ontologias.



Fonte: Guarino (1998).

O objetivo da modelagem conceitual orientada a ontologia é identificar os objetos e entender sua natureza por meio da descrição de suas propriedades a fim de prover de forma clara e sem ambiguidades, o conhecimento necessário sobre o domínio a ser modelado.

3.1.1 Ontologias de Fundamentação

Ontologias de fundamentação são sistemas de construtos filosoficamente bem fundamentados e independentes de domínio. Elas são utilizadas para o processo de análise ontológica, cuja ideia é fornecer uma base sólida para a modelagem de conceitos supondo-se que tais conceitos são destinados a representar a realidade (GUIZZARDI, 2007). São também, utilizadas no processo de avaliação e (re)engenharia de linguagens de modelagem conceitual (GUIZZARDI *et. al*, 2008).

Assim, ontologias de fundamentação são importantes no desenvolvimento de ontologias na medida em que a associação das entidades do modelo às classes de fundamentação explicita metapropriedades apoiadas em bases teóricas sólidas.

A ontologia de fundamentação tem por objetivo identificar categorias gerais de certos aspectos da realidade que não são específicos a um campo científico, descrevendo conhecimento independentemente de linguagem, de um estado particular das coisas ou anda estado de agentes (GUIZZARDI, 2005).

Em síntese, as ontologias de fundamentação são teorias axiomáticas de nível superior independente de domínio, como: atributo, objeto, partição, dependência e relação espaço temporal. Elas são uma evolução de ontologia formal, que no grau de formalismo está entre uma ontologia semiformal e uma rigorosamente formal, bem como, pode ser classificada como uma ontologia de nível superior.

3.1.2 *Unified Foundational Ontology (UFO)*

A *Unified Foundational Ontology (UFO)*, inicialmente proposta por Guizzardi e Wagner (2004), tem sido desenvolvida ao longo dos últimos 13 anos, reunindo teorias axiomáticas que versam sobre as principais categorias de conceitos usados em modelagem conceitual, sendo construída com o objetivo principal de desenvolver bases para modelagem conceitual.

Assim, a UFO tem sido utilizada para avaliar, recriar e integrar modelos de (meta) linguagens de modelagem conceitual, bem como para avaliar, recriar e dar semântica do mundo real para ontologias de domínio. Ela está organizada, em três fragmentos denominados de UFO-A, UFO-B e UFO-C.

A UFO-A é o núcleo da UFO. UFO-A trata particularmente de entidades chamadas *endurantes (endurants)*, ou, mais intuitivamente, objetos ordinários do cotidiano que não mudam ao longo do tempo, como uma pessoa, uma maçã, uma pedra.

UFO-B é definida como um incremento de UFO-A, está relacionada à eventos e processos (*perdurants*) (GUIZZARDI et al. 2015). UFO-C é definida, como um incremento de UFO-B, relacionada às esferas de entidades sociais e intencionais. Aborda noções como crenças, desejos, intenções, metas, ações, compromissos e reivindicações, papéis sociais e relações complexas sociais particulares (GUIZZARDI et al. 2015).

3.1.3 OntoUML

A linguagem OntoUML é uma versão ontologicamente bem fundamentada referente a parte de diagramas de classe da UML 2.0 (GUIZZARDI, 2005), capaz de fornecer mecanismos para responder a uma série de problemas clássicos de modelagem conceitual. Seu meta modelo reflete distinções ontológicas prescrito pela UFO (Quadro 1).

Quadro 1: Estereótipos de Classes da linguagem OntoUML.

Classes	Descrição
Kind	Uma classe estereotipada com <i>kind</i> representa uma categoria ontológica que fornece um princípio de identidade.
Subkind	São especializações rígidas, os subkinds herdam o princípio de identidade fornecido pelo seu supertipo.
Role	É um <i>Universal</i> do tipo <i>Anti Rigid Sortal</i> , ou seja, um role é um conceito antirrígido que define o papel de um <i>kind</i> , <i>collective</i> ou <i>quantity</i> .
Phase	É um <i>Universal</i> do tipo <i>Anti Rigid Sortal</i> , ou seja, <i>phase</i> é um conceito antirrígido, que define as fases de classes que possuem princípio de identidade.
Mode	É um <i>Intrinsic Moment Universal</i> de que cada instância é existencialmente dependente de exatamente uma entidade.
Category	Agrega propriedades essenciais, mas não provê princípio de identidade.
Mixin	Representa propriedades que são essenciais para algumas de suas instâncias e ocasionais para outros (semirrígido).
Role Mixin	Representa um conceito antirrígido e relacionalmente dependente. Os indivíduos classificáveis em um role Mixin não possuem o mesmo princípio de identidade.
Collective	Representa coletivos, ou seja, são coleções de classes do tipo <i>kind</i> . Essa classe não prove princípio de identidade para os coletivos.
Quantity	Determinam classes de coisas ou seres existencialmente independentes, cujas instâncias são entidades de massa, como vinho, água, areia e outros.
Relator	São instâncias de propriedades relacionais.

Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa - 2017.

Relações são conceitos utilizados para explicitar que existe um relacionamento entre duas outras entidades. As relações são divididas em formais e materiais. Relações formais só existem, devido a existência de entidades relacionadas, enquanto as relações materiais necessitam da intervenção de outra entidade para existi (Quadro 2).

Quadro 2: Estereótipos de Relacionamentos da linguagem OntoUML.

Relação	Descrição
Mediação (mediation)	Representam um tipo de relação formal que relaciona um relator aos objetos que ele media.
Material	Representa um tipo de relação que é induzida por um relator.
Derivação	Representa a relação formal de derivação que ocorre entre uma relação material do relator que essa relação material é derivada.
Caracterização	Relação formal que ocorre entre um mode e a classe que este mode caracteriza.
Formal	Representa uma relação formal, ou seja, uma relação de comparação a partir de propriedades intrínsecas das classes relacionadas, ou uma relação interna.

XVIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO – ENANCIB 2017
23 a 27 de outubro de 2017 – Marília – SP

Componentof	Representa uma composição funcional. é uma relação todo-parte entre dois complexos funcionais (<i>kind</i> ou um subtipo de um <i>kind</i>).
Memberof	Uma relação todo-parte e existe para relacionar membros a conjuntos.
SubCollectionOf	Uma relação todo parte que explicita relações de subgrupo entre collectives.

Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

4 TEORIA DO CONCEITO

Dahlberg (1978a) desenvolve a Teoria do Conceito nos anos 70, cujo objetivo foi adotar princípios para a elaboração de terminologias das Ciências Sociais. Para Dahlberg (1978a) na formação de um conceito participam três elementos: o referente, suas características e o termo. Os princípios da Teoria do Conceito têm-se mostrado úteis para o estabelecimento de relações e sua relação no plano verbal, ou seja, a determinação do que se denomina termo. Segundo esta teoria, as soluções para o termo e sua forma não são mais o ponto de partida, mas o ponto de chegada (CAMPOS, 2001).

Sendo assim, na abordagem de Dahlberg (1978b) o conceito poder ser determinado de forma objetiva em que o processo de determinação do conceito se dá no momento em que é selecionado um item de referência, ou seja, um referente. Sendo então, analisado dentro de um determinado universo do discurso. A partir daí, atribuem-se enunciados ao referente, selecionando características relevantes. Estas etapas ao serem desenvolvidas auxiliam no processo de designação de uma forma apropriada, que denota conceito. O conceito pode ser entendido como uma unidade de conhecimento que incorpora as características de um referente ao qual é atribuído um nome ou termo (OYOLA, 2010).

5 TEORIA DA CLASSIFICAÇÃO FACETADA

A classificação facetada é conhecida como um esquema analítico sintético, pois envolve dois processos distintos: a análise do assunto em facetas e a síntese dos elementos que constituem o mesmo. (TRISTÃO; FACHIN; ALARCON, 2004). Podendo então ser aplicada a qualquer área do conhecimento. Assim, de acordo com os autores analisa-se o assunto fragmentando-o em suas partes constituintes, decompondo elementos mais complexos (assuntos) em conceitos simples (conceitos básicos ou facetas), e é sintético na medida em que procura sintetizar, condensar, examinar cada uma dessas partes para, posteriormente, uni-las de acordo com as características do documento que vai ser descrito e representado.

A Teoria da Classificação Facetada foi introduzida por Ranganathan na década de 30 e tem sido discutida atualmente na academia como uma solução para a organização do conhecimento, em decorrência de suas potencialidades de acompanhar as mudanças na evolução do conhecimento. Trata-se de uma técnica de fragmentação de um assunto completo em seus mais diversos aspectos/partes constituintes, que são as facetas, por meio de categorias fundamentais denominadas PMEST: i) Personalidade é a característica distinguindo o assunto; ii) Matéria é o material físico do qual um assunto pode ser composto; iii) Energia é uma ação que ocorre com respeito ao assunto; iv) Espaço é o componente geográfico da localização de um assunto; v) Tempo é o período associado com um assunto.

As categorias fundamentais, segundo Campos (2001), funcionam como o primeiro corte classificatório. Por sua vez, são elas que fornecem a visão de conjunto dos agrupamentos que ocorrem na estrutura, possibilitando assim o entendimento global da área, ou seja, uma categoria é um conjunto de propriedades de qualidades semelhantes que, na visão do usuário, satisfaz uma mesma necessidade. O uso de categorias na organização de conceitos e, em consequência, na elaboração de uma classificação é um recurso para o entendimento da natureza do conceito e para a formação das estruturas conceituais. As categorias possibilitam a sistematização do conhecimento.

O núcleo central da análise facetada é a distribuição dos termos relacionados com determinado domínio do conhecimento em facetas homogêneas mutuamente exclusivas, derivadas de suas facetas superiores por uma característica singular de divisão.

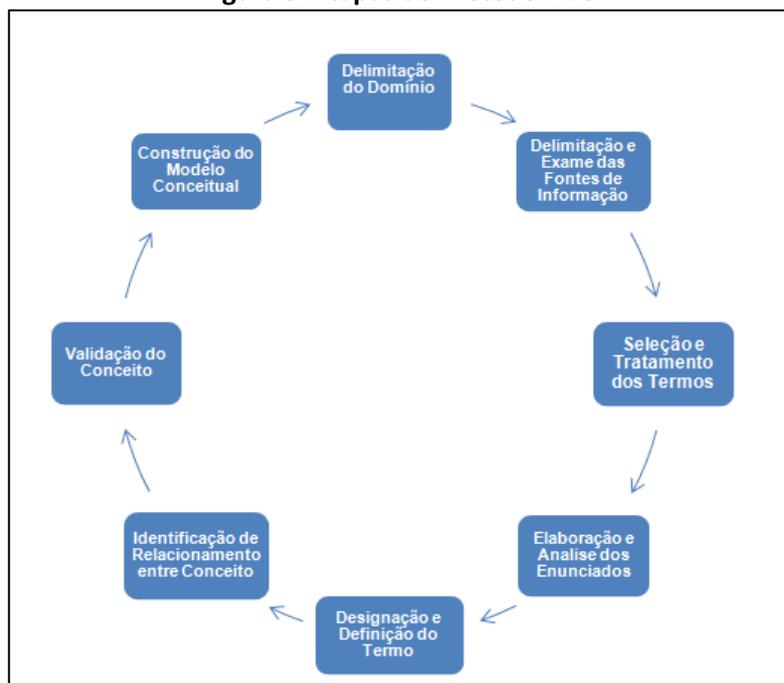
6 MÉTODO PARA NOMEAÇÃO DE ELEMENTOS ONTOLÓGICOS (NEO)

O método para Nomeação de Elementos Ontológicos (NEO), foi desenvolvido a partir dos princípios da Teoria do Conceito de Dahlberg (1978) e Teoria da Classificação Facetada (1967). Aplica-se os princípios e técnicas da Teoria do Conceito (1978) e Teoria da Classificação Facetada (1967) para a seleção, tratamento dos termos/conceitos de um determinado domínio de conhecimento a fim de realizar um mapeamento e trabalhar as definições desses termos/conceitos. Estas duas teorias se complementam no processo de determinação dos termos/conceitos e suas relações de um domínio de conhecimento. Busca-se por meio do método NEO, definir os princípios que irão compor a nomeação de entidades, relacionamentos e atributos.

Para que essas teorias sejam aplicadas, o método NEO define um ciclo de vida, composto de sete etapas que levam à criação de uma ontologia de domínio, a partir do estudo da bibliografia pertinente ao domínio em questão. A Figura 20 apresenta o ciclo de vida do método NEO, que possui as seguintes etapas: i) delimitação do domínio; ii) definição e seleção das fontes de informação; iii) refinamento e agrupamento de termos; iv) escolha dos termos referenciais, elaboração e análise dos enunciados; v) especificação e definição do conceito; vi) validação do conceito; e vii) construção do modelo. As etapas são descritas nas seções 6.1 a 6.9.

As etapas de construção do modelo conceitual (i.e ontologia), apresentadas na Figura 3, estão interligadas ciclicamente possibilitando, mesmo durante a sua construção maior versatilidade e a flexibilidade de ajustes no processo de consolidação do modelo.

Figura 3: Etapas do Método NEO.



Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

6.1 Delimitação do Domínio

Nesta etapa, busca-se especificar o domínio de conhecimento a ser modelado, ou seja, delimita-se o escopo do domínio, identificam-se os assuntos relacionados com o domínio a se classificar.

6.2 Definição e Exame das Fontes de Informação

Após a definição do domínio a ser analisado, busca-se selecionar as fontes de informação que abordem o assunto pesquisado, pois é de fundamental importância. A escolha das fontes de informação busca proporcionar a garantia literária relacionada ao domínio de conhecimento a ser modelado (HJORLAND, 1997), pois as informações que podem ser identificadas e validadas.

6.3 Seleção e Tratamento dos Termos/Conceitos

Para a seleção e tratamento dos termos indica-se a aplicação da análise de assunto para a identificação e a seleção dos termos/conceitos que possam representar um dado documento. Ela pode se subdividir em três estágios, que na prática se sobrepõem: a) Compreensão do conteúdo do documento; b) Identificação dos termos/conceitos que representam o conteúdo do documento; e c) seleção dos termos/conceitos a serem utilizados na elaboração do modelo conceitual ontológico.

6.4 Elaboração e Análise dos Enunciados dos Termos Referenciais

Após o processo de seleção dos termos/conceitos são elaborados os enunciados referentes aos termos/conceitos a fim de estabelecer suas características e relações para a formação do conceito. Nessa etapa aplica-se a indicação dada por Dahlberg (1978) para a formação do conceito: i) **passo referencial** e ii) **passo predicacional**. Cada enunciado armazena na sua essência, atributos ou características do objeto.

6.5 Designação e Definição do Termo

Nesta etapa, aplica-se o passo representacional da Teoria do Conceito de Dahlberg (1978), estabelecendo a denotação do termo/conceito a partir das características atribuídas ao referente na etapa de elaboração de enunciados (seção 6.4). As características identificadas nos enunciados norteiam a definição conceitual do termo. Em relação às ontologias, as definições proporcionam a possibilidade descreverem o conteúdo semântico de um termo (CAMPOS, 2010).

6.6 Identificação de Relacionamento entre os Conceitos

A partir dos enunciados analisados, determinadas características identificadas em diferentes conceitos devem conduzir à verificação das relações entre esses mesmos conceitos. Dahlberg (1978) aborda três tipos de relação: a relações formais, relações materiais e a relação funcional.

6.7 Método de Dissecação e Desnudação

Após a elaboração e análise dos enunciados dos termos e identificação das relações, aplica-se o *método de dissecação* que divide os termos e identifica o assunto básico e os assuntos isolados para identificar as classes, facetas e focos; e o método de desnudação aplica a diminuição progressiva da extensão e um aumento da profundidade de um assunto básico ou de uma ideia isolada, permitindo a representação do núcleo específico dos mesmos em relação aos termos selecionados.

6.8 Validação do Conceito

A validação dos conceitos é realizada a partir da aplicação das categorias fundamentais PMEST – Personalidade [P], Matéria [M], Energia [E], Espaço (Space) [S], Tempo [T] da Teoria da Classificação Facetada de Ranganathan (1967) na construção do mapa categorial.

Nesta etapa, são abordados os cânones voltados para o plano de ideias organizado em Características, Sucessão de Características, Renque de Classes, Cadeia de Classes e Sequência de Filiação. Cada um dos cânones apresentados possui subdivisões, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3: Cânones Aplicado ao Plano de Ideias.

CARACTERÍSTICA	SUCESSÃO DE CARACTERÍSTICAS	RENQUE DE CLASSES	CADEIA DE CLASSES	SEQUENCIA DE FILIAÇÃO
Diferenciação	Concomitância	Exaustividade	Extensão Decrescente	Classes subordinadas
Relevância	Sucessão relevante	Exclusividade	Modulação	-
Verificabilidade	Sucessão consistentes	Sequência útil	-	-
Permanência	-	Sequência Consistente	-	-

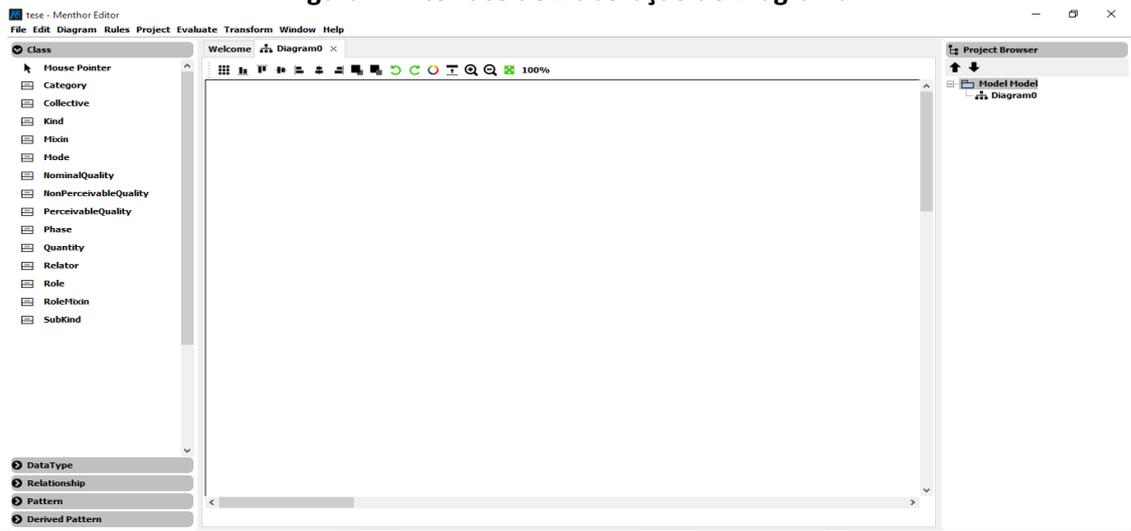
Fonte: Gomes, Campos e Motta (2006).

6.8 Construção do Modelo Conceitual

Com o objetivo de gerar ontologias de domínio consistentes em relação ao contexto modelado, a construção da ontologia será realizada por meio da linguagem *OntoUML*. Dessa forma, os termos/conceitos e suas relações, definidos nas etapas descritas nas seções 6.1 a 6.7, são, a partir de agora, relacionados aos estereótipos de classes e relacionamentos da linguagem *OntoUML*, seguindo a fundamentação teórica de UFO (apresentada na seção 3.1.3).

Para a elaboração dos diagramas referentes ao modelo conceitual, indica-se a ferramenta Menthor Editor (ME) (Figura 4), uma ferramenta de modelagem multiplataforma que roda em Windows, Mac OS e Linux, versão 1.1.2. Cujo ambiente serve para o desenvolvimento, avaliação e implementação de ontologias de domínio usando *OntoUML*.

Figura 4: Interface de Elaboração do Diagrama.

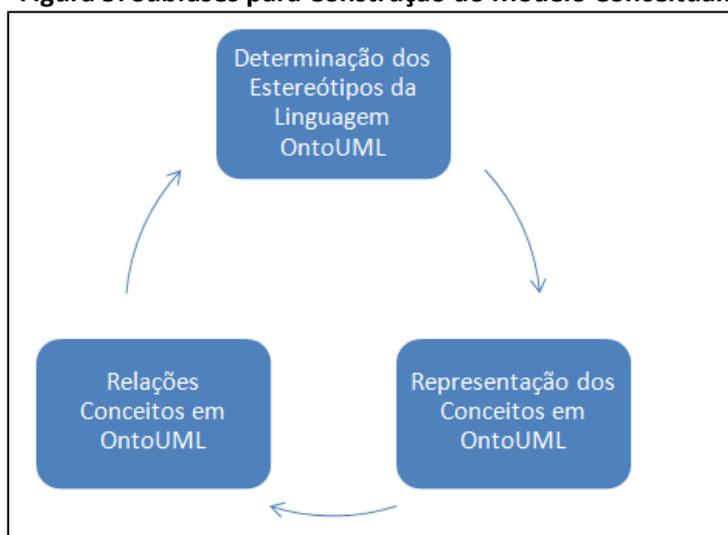


Fonte: Gerada pela autora a partir do Menthor Editor – 2017.

A ferramenta fornece um conjunto de recursos para engenheiros de ontologias, tais como a verificação sintática, simulação visual, verificação de modelo, modelo de inferência, validação de padrões ontológicos e detecção automática e correção de antipadrões semânticos (Figura 4).

A construção do modelo conceitual é composto por 3 etapas, que podem ser realizadas de maneira iterativa, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5: Subfases para Construção do Modelo Conceitual.



Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

As etapas são: i) determinação dos estereótipos de *OntoUML* referentes aos termos selecionados; ii) definição dos conceitos em *OntoUML*; e iii) definição das relações entre os conceitos. Essas etapas são descritas nas seções 6.8.1 a 6.8.3.

6.8.1 Determinação dos Estereótipos da Linguagem *OntoUML*

A determinação de quais estereótipos são utilizados no modelo conceitual, de acordo com o método NEO, se dá a partir do mapa categorial elaborado conforme descrito na etapa 6.7, referente à validação do conceito cuja estrutura é formada pelas categorias PMEST de Ranganathan. Desta forma, a aplicação do método NEO orienta o engenheiro de ontologia na determinação dos estereótipos a serem utilizados no modelo *OntoUML* (Quadro 5).

Quadro 5: Equivalência entre Categorias PMEST e Estereótipos *OntoUML*.

Classes <i>OntoUML</i>	Categorias PMEST				
	Personalidade	Matéria	Energia	eEspaço	Tempo
Category	X	X		X	
Kind	X	X		X	
Mixin	X	X		X	
Phase	X				X
Role	X				
Role Mixin	X				
Subkind	X	X			
Relator			X		X
Collective	X	X			
Quantify					
Modes	X				

Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

Como apresentado no Quadro 5:

- A Categoria Personalidade [P] pode nomear os estereótipos *category*, *kind*, *mixin*, *phase role*, *role mixin*, *subkind*, *collective* e *mode*.
- A Categoria Matéria [M] nomeia os estereótipos *category*, *kind*, *mixin* e *subkind*, pois ela representa manifestações, complementos, substâncias, que constituem as coisas, os objetos. Sendo classificada em material e propriedade nomeando também atributos referentes as classes.
- A Categoria Energia [E] é manifestada por meio de ações, operações e processos, técnicas, atividades e outros podendo nomear o estereótipo *relator* e os estereótipos referentes aos relacionamentos.
- A Categoria eEspaço [S] uma manifestação de lugar onde ocorre determinado evento podendo nomear *category*, *kind*, *mixin* e *subkind* (Quadro 5).
- A Categoria Tempo [T] nomeia o estereótipo classe *phase* (Quadro 5) e os atributos das classes.

O método da Teoria da Classificação Facetada parte da observação do conhecimento/discurso em que está inserido, de sua análise, determinando dentre, as cinco categorias (personalidade, matéria, energia, espaço e tempo) aquelas que representam o contexto do domínio de conhecimento, para só depois inserir os conceitos que fazem parte de cada categoria. As classes da linguagem de modelagem conceitual *OntoUML* são especializações das classes abstratas da UFO e desta última herdaram metapropriedades e/ou restrições.

6.8.2 Representação dos Conceitos em *OntoUML*

A representação dos conceitos em *OntoUML* deve ser realizada a partir da especificação existente no Quadro 5 em que estabelece a equivalência entre as categorias PMEST e os estereótipos *OntoUML*. Entretanto, para efetuar a nomeação classes em *OntoUML* na elaboração do diagrama é preciso aplicar os padrões de modelagem da linguagem *OntoUML*. A própria linguagem induz o modelador a trabalhar com a combinação de padrões de modelagem.

Assim, a escolha por modelar elementos do domínio usando uma das categorias representadas na linguagem implica na necessidade de representação de outros elementos associados. Dessa forma, para nomear uma classe em *OntoUML* a partir dos

termos/conceitos que foram validados e fixados no mapa categorial devemos seguir os passos abaixo:

- a) Para cada categoria PMEST criar um quadro que estabeleça a equivalência dos termos/conceitos com os estereótipos da linguagem *OntoUML* que representam as classes.
- b) Ao criar o quadro de associação dos termos/conceitos e classes *OntoUML* deve-se verificar as definições e restrições referentes aos estereótipos de classes *OntoUML* (vide seção 3.1.4).
- c) Representar o conceito no diagrama de modelagem conceitual.

Exemplo de Representação do Conceito em OntoUML:

- Temos a Categoria Personalidade no mapa categorial que contém os conceitos: **dirigente do clube** e **jogador de futebol** (Quadro 6).

Quadro 6: Exemplo da Categoria Personalidade [P].

1 Categoria Personalidade <ul style="list-style-type: none">• Dirigente do Clube• Jogador de Futebol
--

Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

Ao relacionar um conceito a uma classe *OntoUML* devemos verificar no Quadro 6 os estereótipos que podem ser nomeados pelos conceitos existentes na Categoria Personalidade [P].

Além disso, precisamos verificar os elementos definitórios do conceito que nomeará a classe no contexto do domínio a ser modelado para compreendermos seu significado.

No caso dos conceitos **dirigente de clube** e **jogador de futebol**:

- a) **Dirigente de clube**, é um papel exercido por uma pessoa em um determinado período.
- b) **Jogador de futebol**, é um papel exercido por uma pessoa em um determinado período.

Como já visto na seção 3.1.3 o estereótipo *role* representa um papel e no Quadro 20 está associado a Categoria Personalidade [P].

Logo, os conceitos: **dirigente de clube** e **jogador de futebol** nomeiam o estereótipo *role* conforme exemplo descrito no Quadro 7.

Quadro 7: Associação de Termos/Conceitos Representados no Modelo Conceitual Categoria [P].

Termo/Conceito do Mapa Categorial Categoria Personalidade [P]	Estereótipo <i>OntoUML</i>
Dirigente de Clube	<i>Role</i>
Jogador de Futebol	<i>Role</i>

Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

Para representar o conceito no diagrama de modelagem conceitual devemos verificar a definição e a restrição referente ao estereótipo a ser representado no diagrama de modelagem. Vejamos o termo/conceito **jogador de futebol**. Para representar o conceito **jogador de futebol** no diagrama de modelagem conceitual em *OntoUML* devemos verificar a definição e as restrições estabelecidas para o estereótipo *role*. Assim, em relação ao estereótipo *role* temos:

Definição:

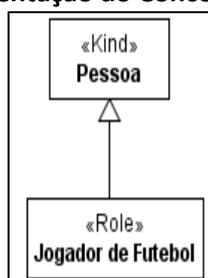
Esse estereótipo é um conceito antirrigido que define o papel de um *kind*, *collective* ou *quantity*, mediante a existência de uma relação ou da participação em um evento, e herda dele o princípio da identidade.

Restrições:

- Um *Role* sempre deve ter exatamente um provedor de identidade (*Kind*, *Collective*, *Quantity*, *Relator*, *Mode*) como um ancestral (um supertipo direto ou indireto).
- Cada *Role* deve ser ligado, direta ou indiretamente, a uma relação de mediação *mediation*, uma vez que é uma construção relacional dependente.
- Um *Role* não pode ser um supertipo de um tipo rígido (*Kind*, *Subkind*, *Collective*, *Quantity*, *Relator*, *Category*).
- Um *Role* não pode ser um supertipo de um tipo mixin (*Category*, *Role Mixin*, *Mixin*).

Assim, ao representar o conceito **jogador de futebol** (*role*) no diagrama de modelagem conceitual temos como supertipo a classe *Pessoa* (*kind*) como apresentado na Figura 7.

Figura 7: Representação do Conceito em *OntoUML*.



Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

6.8.3 Relacionar os Conceitos em OntoUML

Relações são conceitos utilizados para explicitar que existe um relacionamento entre duas outras entidades. A nomeação dos relacionamentos entre as classes no diagrama de modelagem conceitual podem ser realizadas conforme descrito a seguir:

- a) Conceitos fixados na Categoria Energia [E] podem nomear estereótipo relator, assim, serão criados relacionamentos de mediação *mediation* entre o estereótipo relator e outros estereótipos como *role*, *kind*, *collective* e outros;
- b) Na formação do conceito podem ser estabelecidos termos que representem os relacionamentos identificados por meios dos enunciados que nomearão os relacionamentos entre as classes *OntoUML*; e
- c) Alguns relacionamentos entre classes *OntoUML* poderão ser identificados no momento da elaboração do diagrama do modelo conceitual.

Exemplo de Relacionamento em OntoUML

Continuando com o exemplo referente ao conceito jogador de futebol. No contexto do domínio futebol temos na Categoria Energia o conceito **contrato** (Quadro 8).

Quadro 8: Exemplo de Categoria Energia [E].

1 Categoria Energia <ul style="list-style-type: none">• Recursos Humanos• Contrato
--

Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

No Quadro 5 os estereótipos que podem ser nomeados pelos conceitos existentes na Categoria Energia [E] estão associados ao estereótipo *relator* (Quadro 9).

Quadro 9: Exemplo de Associação de Termos/Conceitos Representados no Modelo Conceitual.

Termo/Conceito do Mapa Categorical Categorical Personalidade [E]	Estereótipo OntoUML
Contrato	<i>Relator</i>

Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

Assim, em relação ao estereótipo *relator* temos:

Definição:

Um relator é um Relational Moment Universal de que cada instância é existencialmente dependente de pelo menos duas entidades distintas.

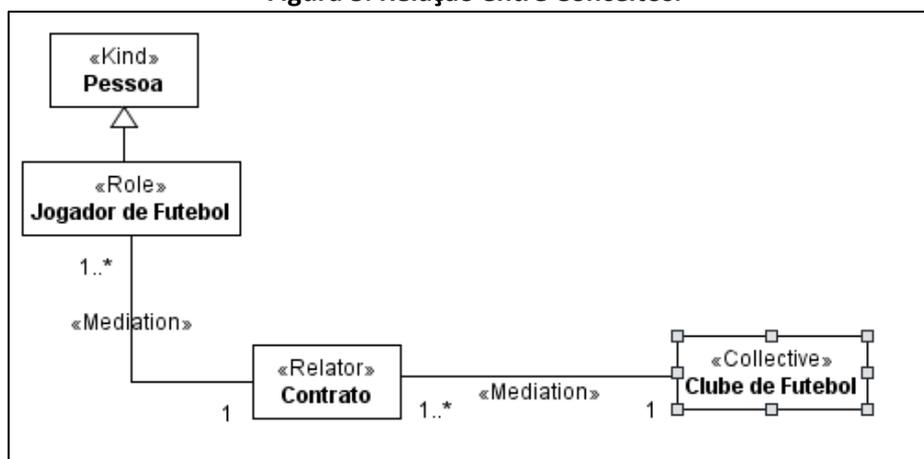
Restrições:

- Um relator deve sempre ser conectado (direta ou indiretamente) para pelo menos uma relação estereotipada como mediação.
- A soma das cardinalidades mínimas das extremidades opostas das mediações ligadas (direta ou indiretamente) para o *relator* tem de ser maior ou igual a dois.
- Um *relator* não pode ter um provedor de identidade (*kind*, *collective*, *quantity*, *relator* e *mode*) como seu supertipo direto ou indireto.
- Um *relator* não pode ter tipos que agregam os indivíduos com diferentes princípios de identidade (*category*, *role mixin*, *mixin*) com seus subtipos diretos ou indiretos.
- Como um tipo rígido, um *relator* não pode ter qualquer tipo de antirrígido (*role*, *role mixin*, *phase*) como seu supertipo direto ou indireto.

O relacionamento que liga a o estereótipo *relator* aos outros estereótipos de classe em OntoUML neste exemplo é o relacionamento de mediação (*mediation*).

Assim, ao representar o conceito **contrato** (*relator*) no diagrama de modelagem conceitual temos o relacionamento de mediação (*mediation*) que liga o *relator* as classes representadas pelo conceito **jogador de futebol** e **clube de futebol** como apresentado na Figura 8.

Figura 8: Relação entre Conceitos.



Fonte: Produzido pela autora durante a realização da pesquisa – 2017.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mais do que um método de nomeação de elementos ontológicos, apresenta-se aqui, uma abordagem de criação de ontologias de domínio a partir de consulta na bibliografia pertinente ao domínio em questão. Desse ponto de vista, o método NEO se assemelha às metodologias de Engenharia de Ontologias já existentes.

XVIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO – ENANCIB 2017
23 a 27 de outubro de 2017 – Marília – SP

Porém, acredita-se que a no processo de criação de ontologias de domínio a combinação da aplicação dos princípios da Teoria do Conceito e da Teoria da Classificação Facetada determina conceitos e relações mais consistentes para posteriormente combinadas com ontologias de fundamentação serem utilizados na elaboração da modelagem conceitual ontológica utilizando a linguagem *OntoUML*.

REFERÊNCIAS

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência**. São Paulo: Thomson Pioneira, 2006.

CAMPOS, Maria Luiza de Almeida. **A organização de unidades do conhecimento em hiperdocumentos: o modelo conceitual como um espaço comunicacional para realização da autoria**. 2001. Tese (Doutorado em Ciência da Informação). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001.

DAHLBERG, I. A referent-oriented analytical concept theory of interconcept. **International Classification**. v.5, n.3, p.142-150, 1978a.

DAHLBERG, I. Ontological structures and universal classification. Bangalore: Sarada Ranganthan Endowment, 1978b.

GOMES, H. E.; MOTTA, D. F.; CAMPOS, M. L. A.. Revisitando Ranganathan: A Classificação na Rede. 2006. Disponível em:
<<http://www.conexaorio.com/biti/revisitando/revisitando.htm#visao>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

GRUBBER, T. What is ontology? 1993. Disponível em: < <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-a-ontology.html>>. Acesso em 14. Ago. 2014.

GRUEAU, C. Towards a domain specific modeling language for agent-based modeling of land use/cover change, advances in conceptual modeling. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 8697, pp 267-276, 2014.

GUARINO, Nicola. Formal ontology and information systems. In: FORMAL ONTOLOGY AND INFORMATION, 1998, Trento, Italy. Proceedings... Trento, Italy : [s. n.], 1998. p. 3-15.

GUIZZARDI, G.; FALBO, R.A; GUIZZARDI, R.S.S. A importância de Ontologias de Fundamentação para a Engenharia de Ontologias de Domínio: o caso do domínio de Processos de Software. **Revista IEEE América Latina**, v.6, n.3, p.244-251, 2008.

GUIZZARDI, G. Modal Aspects of Object Types and Part-Whole Relations and the de re/de dictodistinction, 19th Int.l Conf. on Advanced Information Systems Engineering (CAISE'07), Trondheim, 2007.

GUIZZARDI, G. On the Representation of Quantities and their Parts in Conceptual Modeling, 6th International Conference on Formal Ontologies in Information Systems (FOIS 2010), Toronto, 2010.

GUIZZARDI, G. **Ontological foundations for structural conceptual models**. Enschede, The Netherlands: University of Twente, 2005.

**XVIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO – ENANCIB 2017
23 a 27 de outubro de 2017 – Marília – SP**

GUIZZARDI, G.; Wagner, G. On a unified foundational ontology and some applications of it in business modeling, Open INTEROP Workshop on Enterprise Modelling and Ontologies for Interoperability, at the 16. International conference on advances in information systems engineering (CAiSE), Latvia, 2004.

HJØRLAND, Birger. Information seeking and subject representation: an activity-theoretical approach to information science. Westport, CT: Greenwood. 1997.

OYOLA, Andrés Villafuerte. **Modelagem para organização e representação do conhecimento em ontologias de domínio**: uma experiência na área da cultura do sorgo. 2010. 180f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2010.

RANGANATHAN. S.R. **Colon Classification**. Bombay: Ásia Publishing House, 1963. 126p.

RANGANATHAN. S.R. **Heading and canons**: comparative study of five catalogue codes. Madras, S. Viswanthan, 1955. 300 p.

RANGANATHAN. S.R. **Prolegomena to library classification**. Bombay: Asia Publ. House, 1967.

TRISTÃO, Ana Maria Delazari; FACHIN, Gleisy Regina Bóries; ALARCON, Orestes Estevam. Sistemas de classificação facetados e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. **Ciência da Informação**, [S.l.], v. 33, n. 2, dez. 2004. ISSN 1518-8353. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/88/81>>. Acesso em: 07 nov. 2014.