

# ReVera Ontology: uma ontologia de tarefa para rastreabilidade de informações quanto à sua veracidade

Elias Cyrino de Assis<sup>1</sup>, Fabrício Martins Mendonça<sup>1,3</sup>,  
João Victor de Souza<sup>1,2</sup>, Jairo Francisco de Souza<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>LApIC Research Group – Departamento de Ciência da Computação  
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)  
36036-900 – Juiz de Fora – MG – Brasil

<sup>2</sup>Pós-graduação em Ciência da Computação  
Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora/MG – Brasil

<sup>3</sup>Pós-graduação em Ciência da Informação da  
Universidade Federal do Espírito Santo (PPGCI) – Vitória/ES – Brasil

{elias.cyrino, joao.souza, fabricio.mendonca, jairo.souza}@ice.ufjf.br

**Abstract.** *Treating the fact-checking process from a computational perspective helps to deal with misinformation on the Web. It is essential, however, that the result of the verification process be traceable, allowing for the reproducibility and homologation of results. However, there is a lack of models that allow representing this information properly. In this sense, this paper demonstrates how ontologies can be useful for automatic fact-checking by presenting a task ontology that supports the representation of process steps and result traceability. The ontology was validated through a proof of concept, proving to be useful to represent the necessary information.*

**Resumo.** *Tratar o processo de fact-checking sob uma perspectiva computacional auxilia no enfrentamento da desinformação na Web. Torna-se imprescindível, contudo, que o resultado do processo de verificação seja rastreável, permitindo a reprodutibilidade e homologação dos resultados. Porém faltam modelos que permitam representar essa informação adequadamente. Nesse sentido, este trabalho demonstra como ontologias podem ser úteis para o fact-checking automático ao apresentar uma ontologia de tarefa que fornece suporte para a representação das etapas do processo e a rastreabilidade do resultado. A ontologia foi validada através de uma prova de conceito, mostrando-se útil para representar as informações necessárias.*

## 1. Introdução

Com o advento da Web e das redes sociais, o modo como a sociedade consome, disponibiliza e compartilha informação foi alterado de forma significativa [Shu et al. 2017]. Apesar das vantagens oferecidas por tais plataformas, por exemplo, acesso barato, fácil e veloz à informação [Shu et al. 2017], tem-se que grande parte da informação disponível não foi verificada por fontes confiáveis [Yavary et al. 2020], o que levanta dúvidas sobre a veracidade do conteúdo publicado [Shu et al. 2017]. O fenômeno das *fake news*, notícias de baixa qualidade contendo informação falsa inserida de forma intencional

[Shu et al. 2017], é um exemplo de desinformação que se dissemina rápida e facilmente pelas redes sociais [Shu et al. 2017, Yavary et al. 2020, Hassan et al. 2015], podendo causar impactos negativos para o indivíduo e a sociedade [Shu et al. 2017].

Como uma solução ao problema das *fake news*, surgiu originalmente na área de jornalismo uma tarefa conhecida como *fact-checking* (verificação de fatos). *Fact-checking* é definido como a tarefa de verificar a veracidade de declarações ou afirmações [Vlachos and Riedel 2014] contra fontes confiáveis. O *fact-checking* é uma tarefa que exige muito do intelecto e consome bastante tempo [Shu et al. 2017, Hassan et al. 2015, Nadeem et al. 2019]. *Fact-checkers* verificam afirmações por meio de técnicas avançadas de pesquisa e de uma investigação minuciosa em dados relevantes e outros documentos de importância para então publicar seus vereditos [Hassan et al. 2017], requerendo habilidades de escrita avançadas, indo além dos fatos, para convencer o leitor sobre a falsidade ou veracidade de tais afirmações [Hassan et al. 2015]. Tais particularidades do *fact-checking*, aliadas ao grande volume e velocidade com que as informações são geradas e disseminadas, limita a eficiência e escalabilidade do processo [Shu et al. 2017] e impedem que informações falsas ou meias-verdades sejam expostas a tempo [Hassan et al. 2015].

Sistemas de *fact-checking end-to-end* [Nadeem et al. 2019, Hassan et al. 2017] visam lidar com 3 (três) atividades principais do *fact-checking*: i) identificar afirmações, ii) verificar ou facilitar a verificação de tais afirmações; e iii) apresentar os resultados da verificação para audiências expostas à desinformação [Graves 2018]. Em outros termos, pode-se dizer que a tarefa de *fact-checking* automático é um processo com várias etapas que envolve recuperar documentos relevantes para julgar uma determinada afirmação, verificar a confiabilidade das fontes de informação das quais os documentos são recuperados, predizer se tais documentos dão suporte ou não à afirmação e finalmente predizer se tal afirmação é ou não verdadeira [Nadeem et al. 2019].

Do ponto de vista computacional há dois desafios fundamentais: recuperação da informação e aprendizado de máquina, os quais envolvem uma série de técnicas computacionais como o processamento de linguagem natural, [Hassan et al. 2015]. O primeiro refere-se ao entendimento do que foi dito em uma afirmação, enquanto o segundo refere-se à coleta de evidências suficientes para a checagem dos fatos; ambos envolvendo etapas e técnicas complexas para que o objetivo do *fact-checking* automático possa ser atingido. Outros limitadores para a automatização da tarefa de *fact-checking* são: a natureza de muitos sites e plataformas de verificação não foram modeladas para suportar o jornalismo estruturado e a falta de um repositório centralizado onde análises de verificação de várias organizações podem ser catalogadas, impedindo que tais informações sejam utilizadas de maneira eficiente em projetos computacionais [Hassan et al. 2015]. Para fins de pesquisa, ainda há o desafio de avaliar métodos e técnicas de *fact-checking* e compará-los de maneira efetiva, uma vez que métricas comuns de avaliação, como a acurácia e a medida F, não têm sido suficientes para a compreensão dos resultados alcançados [Bozarth and Budak 2020]; e modelos mais complexos, como aqueles baseados em redes neurais, dificultam a interpretação dos modelos treinados, impedindo de avaliar as decisões tomadas por tais modelos [Atanasova et al. 2020].

Outra atividade importante para realizar *fact-checking* automaticamente refere-se à publicação do resultado de verificação, isto é, adicionar uma camada de explicabilidade à tarefa. A explicabilidade pode ser entendida como a capacidade do sistema de pro-

ver razões para suas predições [Kotonya and Toni 2020a] e tem ganhado importância recentemente [Kotonya and Toni 2020a, Atanasova et al. 2020], pois além de ser um passo necessário para completar a tarefa de verificação tem-se que adicionar explicabilidade ao processo pode fazer com que a verificação automática atinja melhores resultados [Atanasova et al. 2020].

Como uma solução para o problema apresentado, propõe-se tratar o processo de *fact-checking* sob uma perspectiva computacional, buscando a automatização parcial ou completa das atividades que a compõe [Nadeem et al. 2019, Hassan et al. 2015, Graves 2018]. Para realização do *fact-checking* automático faz-se necessário o desenvolvimento de uma plataforma automática (sistema) que possa identificar uma afirmação em tempo real e disponibilizar instantaneamente um veredito sobre sua veracidade [Graves 2018, Hassan et al. 2015]. Contudo, apenas a disponibilização do veredito por um sistema automatizado não soluciona todo processo de *fact-checking* automático, uma vez que o resultado desse veredito precisa ser homologado e o processo rastreável. Uma solução possível para homologar o resultado desse processo e rastrear as informações sobre a veracidade dos fatos é o desenvolvimento de modelos ontológicos em tal domínio.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é apresentar uma modelagem ontológica do domínio de *fact-checking* para auxiliar sistemas informatizados e jornalistas na troca de informações e na rastreabilidade de informações sobre veracidade de fatos dentro de notícias. Na proposta do trabalho foi desenvolvida uma ontologia própria na área de *fact-checking* denominada *ReVera Ontology*. Tal proposta fornece suporte para a implementação automática das etapas de *fact-checking* para que estas interoperem e sejam reutilizadas, futuramente, em um *framework*; além de possibilitar a rastreabilidade do resultado de verificação, tornando possível compreender como o sistema chegou ao veredito sobre a veracidade da afirmação.

O artigo está estruturado nas seguintes seções: esta primeira seção introduziu o tema de pesquisa, justificativas e os objetivos do trabalho; a seção 2 descreve a fundamentação teórica destacando os dois temas principais de pesquisa: *fact-checking* e ontologia, correlacionando-os; a seção 3 descreve a ontologia proposta; a seção 4 apresenta uma prova de conceito da ontologia *ReVera* em um cenário hipotético; e a seção 5 aponta considerações finais deste trabalho.

## 2. Uso de ontologias para *fact-checking*

Considerando sua concepção como artefato de representação, ontologias podem ser vistas como modelos de anotação em uma visão de tratamento semântico destinado a dados e metadados envolvidos no processo de representação formal da informação [Uren et al. 2006, da Silva Lemos and Souza 2020]. Nesse sentido, ontologias possibilitam a anotação e integração de conteúdo não estruturado publicado na Web e em outras fontes de informação, o que é extremamente útil para a área de *fact-checking*. Nos próximos parágrafos destacam-se alguns trabalhos nessa direção.

Na literatura da área é possível identificar pesquisas sobre o tema **desinformação**, nas quais são construídas ontologias que permitem estruturar desinformação, propondo um modelo de desinformação generalista [Zhou and Zhang 2007] que pode facilmente ser reutilizado para descrever desinformação em domínios mais específicos [Amith and Tao 2018]. O trabalho de [Zhou and Zhang 2007], baseado em um modelo

teórico de desinformação, propõe uma ontologia (*Misinformation Ontology - MO*) que suporta a integração e o compartilhamento de desinformação através de diversas fontes. A *MO Ontology*, permite e facilita o compartilhamento e disponibilização de desinformação por meio de uma semântica comum de desinformação, possibilitando que dados sejam coletados sem que seja necessário um ambiente de laboratório controlado, onde as condições nem sempre configuram a realidade da geração e difusão da desinformação. Tal ontologia foi reutilizada, adaptada e estendida por [Amith and Tao 2018] (*VAXMO Ontology - Vaccine Misinformation Ontology*) para lidar com desinformação no domínio de vacinas. Com isso, foi possível tanto estruturar e organizar desinformação sobre vacinas em um banco de dados quanto demonstrar como tal estruturação permite a produção de um *dataset* para a aplicação de técnicas de aprendizado de máquina. Além disso, tal pesquisa demonstrou como a ontologia pode ser utilizada para dar suporte à atividade de verificação, classificando se a informação configura ou não uma desinformação.

A atividade de verificação é uma das componentes principais do *fact-checking* e a utilização de ontologias em abordagens de verificação automáticas podem auxiliar de forma significativa a obtenção de bons resultados nesta tarefa. Tal afirmação é corroborada por [Lin et al. 2018, Hicks 2017], onde o primeiro trabalha a verificação de fatos e o segundo o tema da desinformação, diretamente atrelado às *fake news*. Ambos os trabalhos desenvolvem métodos que utilizam ontologias no processo de verificação. [Lin et al. 2018] propõe métodos e algoritmos que incorporam explicitamente subgrafos discriminantes e ontologias que suportam *fact-checking* em bases de conhecimento. O objetivo é caracterizar e descobrir padrões úteis utilizando subgrafos discriminantes (frações de grafos de conhecimento como o DBPedia<sup>1</sup>) e ontologias, juntamente com uma função de similaridade semântica, para dar suporte ao *fact-checking* em bases de conhecimento extensas. Para tal, os autores desenvolveram um método chamado de OGFCs (*Ontological Graph Fact Checking Rules*), que é uma extensão de GFCs (*Graph Fact Checking Rules*) [Lin et al. 2018]. A habilitação de ontologias no processo de verificação de fatos em bases de conhecimento permite construir um modelo unificado para múltiplos padrões de triplas. [Hicks 2017] propõe um modelo baseado em uma ontologia de domínio (como terrorismo), em uma fórmula de peso para os termos da ontologia, em um thesaurus<sup>2</sup> e na informação recuperada para um tópico em específico. O modelo foi desenvolvido levando em conta as hipóteses de que o uso de uma ontologia de domínio e de um thesaurus influenciam a informação encontrada para um certo domínio de forma positiva e que o uso de uma fórmula de peso traz melhorias à qualidade da informação encontrada, auxiliando na busca por informação relevante. Embora ambos os trabalhos apresentem abordagens que se auxiliam de ontologias, nenhum deles propõe de fato uma ontologia, seja de fundamentação, de domínio ou de tarefa, para lidar com *fact-checking*.

[Groza 2020] mostra como afirmações sobre a Covid-19 podem ser verificadas, utilizando uma ontologia que modela informação falsa sobre o novo coronavírus e uma ontologia que contém informação verdadeira. A verificação foi feita por meio de lógica de descrição, que permite avaliar se há alguma inconsistência entre as ontologias ou se existe alguma incoerência nas mesmas que possibilite o julgamento de afirmações.

Outra preocupação que perpassa a comunidade de *fact-checking*, se dá quanto ao

---

<sup>1</sup><https://www.dbpedia.org/>

<sup>2</sup><https://www.thesaurus.com/>

enorme volume de desinformação que se dissemina rapidamente *online*. Para combater conteúdo duvidoso publicado na web, [Rehm et al. 2018] propõe a *FANE (Fake News Ontology)*. A ontologia *FANE* foi desenvolvida para ser aplicada em uma infraestrutura que suporta a anotação manual e automática de conteúdo *online* e possui classes que permitem ao usuário anotar observações sobre trechos de informações e também associar às anotações algumas *tags* para tipos de *fake news*, como *Satyre*, *False Content*, *Imposter*, entre outras. De maneira semelhante o projeto *ClaimReview*<sup>3</sup> utiliza um *schema*<sup>4</sup> para um sistema de marcação (*tagging*) que *fact-checkers* podem utilizar para identificar seus artigos para sistemas de busca e outras plataformas de mídias sociais. Tais sistemas e plataformas usam as *tags* para promover e realçar artigos já verificados.

Quanto ao desenvolvimento de métodos, abordagens e sistemas de *fact-checking*, a utilização de ontologias oferece vantagens como a possibilidade de se construir um ecossistema no qual tais abordagens e sistemas possam ser interoperáveis, o que também facilita e contribui para a reprodutibilidade dos mesmos. O *framework Canary* [Both et al. 2016], voltado para a área de *Question Answering*, que possui muitas atividades que também estão relacionadas ao *fact-checking* automático como a identificação de entidades nomeadas e a recuperação da informação, utiliza uma ontologia [Singh et al. 2016] (*QA Ontology*) que permite a interoperabilidade entre componentes isolados que podem ser anexados a um *pipeline* para resolver problemas na área. A *QA Ontology* permite associar informações de proveniência e outros dados que possibilitam não só a identificação dos componentes da *pipeline*, mas também a avaliação do desempenho de cada um dos métodos instanciados no *framework*. Outra questão a ser considerada se dá em virtude de ontologias permitirem a inserção de informações de proveniência e serem flexíveis para que relações entre conceitos e tipos sejam adequadamente representados. Essa característica de ontologias permite não só a adição de rastreabilidade ao processo de *fact-checking* como pode ser um passo importante para que a tarefa de verificar afirmações possa ser explicável [Kotonya and Toni 2020b]. Nesse sentido, o objetivo com a construção da *ReVera Ontology* é possibilitar a verificação de como um determinado método de *fact-checking* automático chegou a um veredito sobre uma determinada afirmação. Essa característica da ontologia proposta é que a difere dos trabalhos citados anteriormente. A próxima seção do artigo apresenta a *ReVera Ontology*.

### 3. ReVera Ontology

Nas seções anteriores foi discutido de que forma ontologias podem contribuir para o *fact-checking* automático. Uma dessas contribuições se dá quanto à possibilidade de descrevermos o processo de *fact-checking* por meio de classes, relações e propriedades que permitam identificar as atividades, os agentes e as entidades geradas e consumidas durante um *pipeline* de processamento. Nesse sentido, a *ReVera Ontology* foi proposta e desenvolvida com o objetivo principal de responder à seguinte questão de competência:

- Como identificar as atividades, os agentes e as entidades geradas e consumidas durante um *pipeline* de processamento do *fact-checking* automático, possibilitando a rastreabilidade do resultado de verificação de afirmações em diferentes domínios do conhecimento?

<sup>3</sup><https://www.claimreviewproject.com/>

<sup>4</sup><https://schema.org/ClaimReview>

Complementando, a questão de competência principal da ontologia proposta, a *ReVera Ontology* pretende atender aos seguintes requisitos funcionais de *fact-checking*:

1. Identificar entidades ou artefatos comuns às abordagens de *fact-checking*, como afirmações, evidências, *queries* e classificações;
2. Identificar os agentes (módulos ou componentes) que executaram determinada tarefa em um *pipeline*;
3. Identificar atividades, que são tarefas de processamento de texto e linguagem natural, como também de classificação, geralmente aplicadas em abordagens de *fact-checking* automático;
4. Identificar corretamente relações entre entidades, como a relação entre uma evidência e uma fonte de informação (a fonte de informação provê ou não evidências para uma determinada afirmação);
5. Ser facilmente integrável a outros domínios, como saúde, política e economia;
6. Possibilitar a avaliação e verificação do desempenho de componentes ou *pipelines* de processamento.

Na literatura da área, não foi possível identificar uma ontologia específica que atenda tais requisitos de *fact-checking* automático. Por esse motivo, construiu-se a *ReVera Ontology*, a qual pode ser classificada como ontologia de tarefa [Guarino 1998] por descrever as tarefas ou atividades essenciais às etapas de *fact-checking* automático para rastreabilidade de informações.

No desenvolvimento da *ReVera Ontology* foram utilizadas como metodologia de construção de ontologias a *OntoForInfoScience* [Mendonca and Soares 2017] e como editor de ontologias o *Onto4ALLEditor*<sup>5</sup>. Ambos (metodologia e editor) fazem parte de um projeto desenvolvido há alguns anos com o propósito de disseminar o desenvolvimento de ontologias, principalmente entre profissionais da informação e especialistas do domínio, fornecendo facilidades no processo de construção ontológica [Mendonça et al. 2020]. A escolha da metodologia e editor mencionados justifica-se em razão de atribuir melhor qualidade ao conteúdo ontológico da *ReVera Ontology*, já que o software *Onto4ALLEditor* realiza validação dos componentes ontológicos (classes, relações, propriedades e axiomas) construídos e possibilita a construção colaborativa de ontologias por mais de um usuário através da web, além de incentivar o reuso de ontologias. No caso da *ReVera Ontology*, o reuso se deu a partir de seu desenvolvimento sob a base da ontologia de proveniência PROV-O<sup>6</sup>.

Cabe ressaltar ainda no desenvolvimento da *ReVera Ontology*, que optou-se, no estágio atual da pesquisa, não utilizar uma ontologia de fundamentação ou de referência em sua construção, porque o propósito principal da *ReVera* é ser uma ontologia de tarefa que suporte a implementação automática das etapas de *fact-checking*, possibilitando a rastreabilidade do resultado de verificação de afirmações. Os conceitos considerados essenciais para a tarefa de *fact-checking* automático foram incluídos na *ReVera Ontology*, os quais foram extraídos das seguintes fontes de informação:

1. atividades do framework Qanary;
2. entidades da QA ontology, que representa componentes da *pipeline* de processamento na área de *Question Answering*;

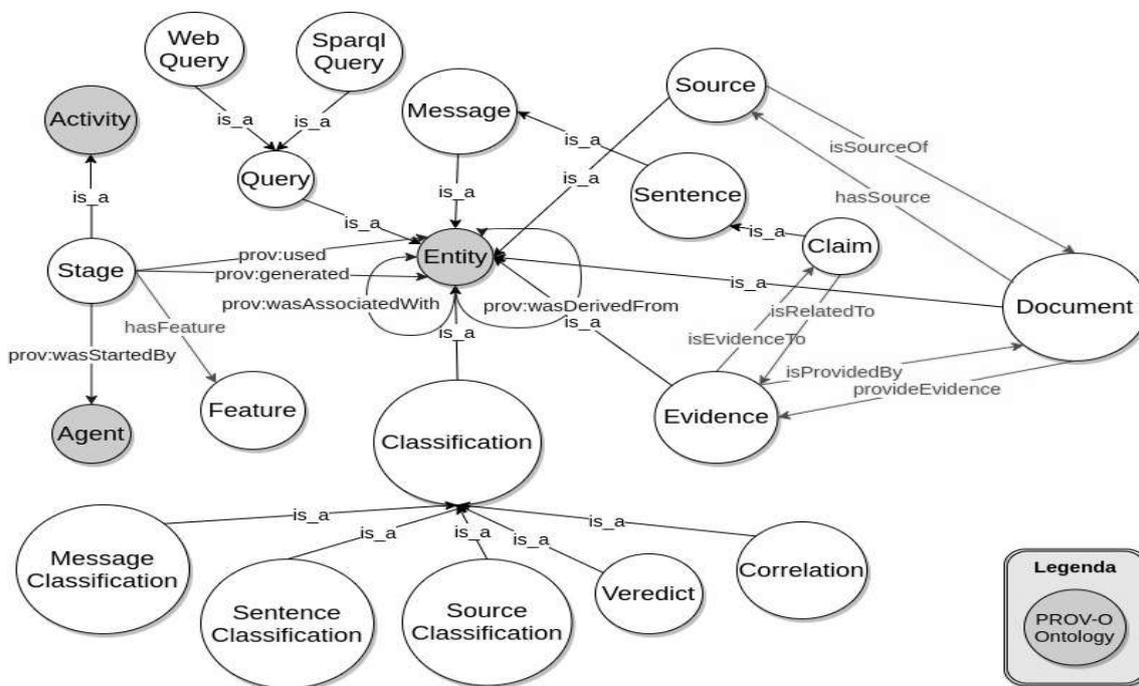
---

<sup>5</sup><http://onto4allegitor.com/>

<sup>6</sup><https://www.w3.org/TR/prov-o/>

### 3. ontologia de proveniência PROV-O.

A Figura 1 apresenta as classes e relações da *ReVera Ontology*, tal que as classes e relações em azul foram reutilizadas da PROV-O, relações em vermelho e as demais classes foram criadas especificamente para *ReVera Ontology*.



**Figura 1. Representação da ReVera Ontology**

Com a PROV-O consegue-se suprir as necessidades levantadas pelos requisitos (1), (2) e (3), utilizando respectivamente as classes *prov:Entity*, *prov:Agent* e *prov:Activity*. Cada uma dessas classes contém propriedades que possibilitam construir relações entre instâncias de cada um dos tipos de maneira eficiente, preenchendo o requisito (4). Assim, tornou-se possível saber qual foi o agente (*prov:Agent*) responsável por iniciar (*prov:wasStartedBy*) uma determinada atividade (*prov:Activity*) e quais entidades (*prov:Entity*) foram consumidas (*prov:used*) e quais foram geradas (*prov:generated*) nessa atividade. Ainda é possível verificar associações entre tais entidades (*prov:wasAssociatedWith* ou *prov:wasDerivedFrom*).

Para suprir os requisitos de relações mais específicas, também foram desenvolvidas relações próprias, e suas respectivas inversas, como *rvo:provideEvidence*, que liga um *rvo:Document* a uma *rvo:Evidence*. O requisito (5) foi atendido mantendo a ontologia com um baixo grau de formalismo, enquanto o requisito (6) foi atendido por meio das propriedades *prov:startedAtTime* e *prov:endedAtTime*, que podem ser interpretadas como um intervalo de tempo durante o qual um certo agente executou uma determinada atividade. Com isso, o objetivo de descrever o processo de *fact-checking* automático por meio de entidades, agentes e atividades associados a suas respectivas informações de proveniência foi atingido. A tabela 1 exibe as principais classes da ontologia ReVera e a tabela 2 suas principais relações.

Tabela 1: Especificação da lista de classes

Nome	Definição
<i>Message</i>	Representa um documento qualquer escrito em linguagem natural. Instâncias desse tipo são geralmente frases complexas ou textos completos.
<i>Sentence</i>	Representa sentenças ou frases curtas escritas em linguagem natural. Uma sentença é uma frase simples que não é verificável ou cujo valor de verificabilidade é desconhecido.
<i>Claim</i>	Representa sentenças que são verificáveis.
<i>Query</i>	Representa uma requisição de informação.
<i>Evidence</i>	Representa parte de um documento ( <i>rvo:Document</i> ) que contém informações úteis para julgar se uma determinada afirmação ( <i>rvo:Claim</i> ) é ou não verdadeira.
<i>SentenceClassification</i>	É um subtipo de ( <i>rvo:Classification</i> ). Uma classificação de sentença pode ser tanto um <i>score</i> quanto um <i>label</i> . Geralmente uma <i>rvo:Sentence</i> é classificada como “claim” ou “not claim”.
<i>Verdict</i>	É um subtipo de ( <i>rvo:Classification</i> ) que está relacionado com o resultado da verificação da afirmação ( <i>rvo:Claim</i> ).

Tabela 2: Especificação da lista de relações

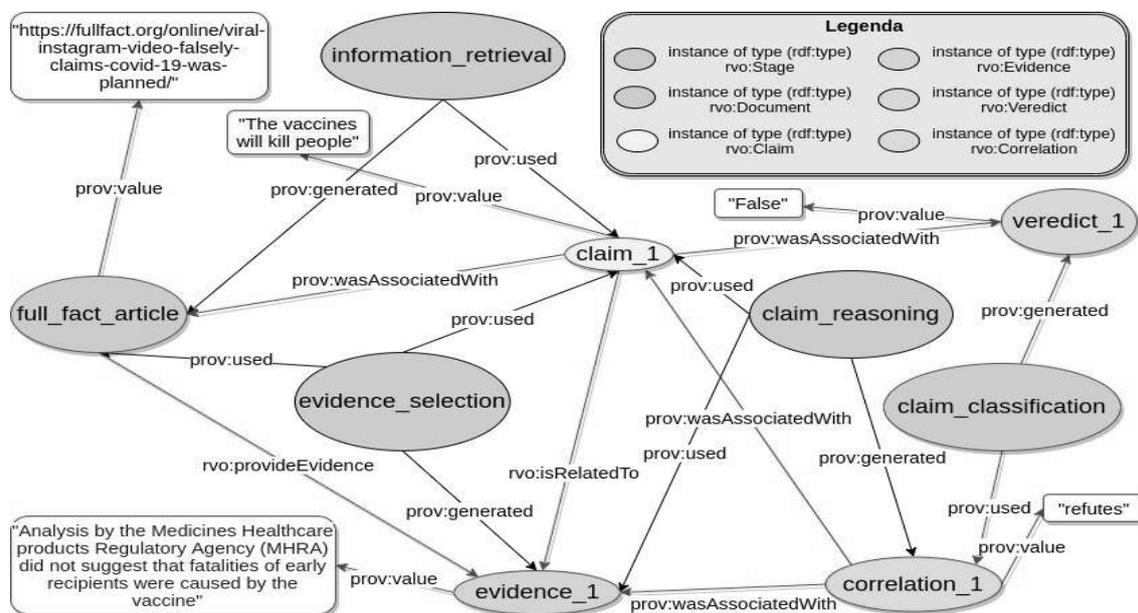
Nome	Definição
<i>provideEvidence</i>	Relaciona um documento ( <i>rvo:Document</i> ) com uma evidência ( <i>rvo:Evidence</i> ) encontrada no mesmo.
<i>isProvidedBy</i>	É a relação inversa de <i>rvo:provideEvidence</i> . Relaciona uma evidência ( <i>rvo:Evidence</i> ) com o documento ( <i>rvo:Document</i> ) do qual tal evidência foi recuperada.
<i>hasSource</i>	Relaciona um documento ( <i>rvo:Document</i> ) com a fonte ( <i>rvo:Source</i> ) responsável por publicá-lo.
<i>isSourceOf</i>	É a relação inversa de <i>rvo:hasSource</i> .
<i>isEvidenceTo</i>	Relaciona uma evidência ( <i>rvo:Evidence</i> ) com a afirmação ( <i>rvo:Claim</i> ) associada à mesma.
<i>isRelatedTo</i>	É a relação inversa de <i>rvo:isEvidenceTo</i> .

#### 4. Prova de conceito da ReVera Ontology

Para melhor elucidar o uso da ontologia, propõe-se um cenário hipotético, onde um *pipeline* de *fact-checking* automático foi executado para verificar a afirmação “*the vaccines will kill people*”(As vacinas matarão as pessoas). A afirmação foi verificada pelo *full fact*<sup>7</sup>, uma agência de verificação de fatos, e o cenário proposto exemplifica quais seriam os dados consumidos e gerados, bem como os passos executados durante o processo de verificação. A Figura 2 apresenta o grafo resultante da execução do *pipeline*, contendo

<sup>7</sup><https://fullfact.org>

os estágios utilizados, as entidades consumidas e geradas em cada estágio e a informação anotada durante a geração de tais entidades. As informações de proveniência dos estágios foram omitidas na Figura a fim de melhorar a compreensão do exemplo. O tipo (*rdf:type*) de cada instância do grafo está informado na legenda.



**Figura 2. Verificando a afirmação "the vaccines will kill people" com a ReVerba Ontology**

Para verificar a afirmação citada anteriormente foram utilizados quatro estágios: *information retrieval*, *evidence selection*, *claim reasoning* e *claim classification*. No estágio *information retrieval* é recuperado como documento relacionado à afirmação *claim\_1* o artigo do *full fact* (*full\_fact\_article*) e sua *url* foi anotada. No estágio *evidence selection* a afirmação e o documento recuperado foram utilizados para extrair evidências relacionadas à *claim\_1*. Na Figura apenas uma dessas evidências (*evidence\_1*) está representada. Nessa etapa já é possível saber quais documentos estão associados à afirmação (*prov:wasAssociatedWith*) e quais evidências estão associadas à mesma (*rvo:isRelatedTo*). A informação sobre quais evidências um documento contém também está disponível (*rvo:provideEvidence*). No estágio *claim reasoning* a evidência recuperada foi associada à afirmação em uma correlação (*correlation\_1*). Essa associação pode ser entendida como o julgamento sobre se uma evidência suporta, refuta ou não fornece informação suficiente para que a afirmação seja de fato verificada. Por fim, no estágio *claim classification* a *correlation\_1* é utilizada para que o *pipeline* dê o seu parecer final sobre a afirmação, gerando um veredito (*verdict\_1*). O trecho demarcado de vermelho na Figura 2 está representado pelo código em *turtle* exibido no Trecho de Código 1.

Do trecho destacado é possível observar que a afirmação (*claim\_1*) foi julgada como falsa, devido a um raciocínio (*correlation\_1*) feito sobre a relação de tal afirmação com a evidência recuperada (*evidence\_1*) da análise desenvolvida no artigo (*full\_fact\_article*), que refuta a assertiva feita. Em outras palavras, pode-se dizer que a *claim\_1* é falsa, pois existe uma evidência (*evidence\_1*) de que tal afirmação não encontra

---

```

:claimClassification a rvo:Stage ;
  prov:used :correlation_1 ;
  prov:generated :veredict_1 .

:correlation_1 a rvo:Correlation ;
  prov:wasAssociatedWith :evidence_1, :claim_1 ;
  prov:value "refutes" .

:evidence_1 a rvo:Evidence ;
  prov:value "Analysis by the Medicines Healthcare products..." .

:full_fact_article a rvo:Document ;
  rvo:provideEvidence :evidence_1 ;
  prov:value "https://fullfact.org/online/viral-instagram-video..." .

:claim_1 a rvo:Claim ;
  prov:wasAssociatedWith :full_fact_article, :veredict_1 ;
  rvo:isRelatedTo :evidence_1 ;
  prov:value "The vaccines will kill peopel" .

:veredict_1 a rvo:Veredict ;
  prov:value "False" .

```

---

Trecho de código 1: Código referente ao trecho do grafo destacado na Figura 2

base nenhuma para afirmar sua veracidade e que refuta (*correlation\_1*) o que foi afirmado. Assim, o veredito realizado sobre a *claim\_1* é rastreável a partir dos dados instanciados pela ontologia.

## 5. Considerações finais

O presente trabalho apresentou a *Revera Ontology*, uma ontologia de tarefa que representa as entidades do processo para *fact-checking* automático e permite rastrear como os métodos em tal processo chegaram ao veredito sobre uma afirmação. A capacidade de identificação das atividades, agentes e entidades deste processo, bem como da rastreabilidade do resultado pela ontologia desenvolvida torna possível a homologação dos resultados de veracidade de maneira automática, por *fact-checkers*. Além disso, a ontologia ReVera auxilia também na integração entre diversos componentes que implementam atividades de *fact-checking* em um *framework*, fornecendo um mecanismo eficiente para troca de mensagens.

É importante também fazer algumas considerações sobre o estágio atual da pesquisa e da ReVera ontology. A ontologia foi desenvolvida tendo como base conceitos identificados no framework Qanary e nas ontologias QA e PROV-O, não sendo usadas ontologias de fundamentação nesse desenvolvimento, porque no estágio atual da pesquisa, as entidades representadas na ontologia foram suficientes para descrever as tarefas de *fact-checking* automático, bem como permitir verificar a veracidade da informação e sua rastreabilidade, conforme demonstrado na prova de conceito apresentada anteriormente. Nesse sentido, a ReVera ontology consegue responder à questão de competência proposta em seu escopo inicial de identificar as atividades, agentes e entidades envolvidas em um *pipeline* de processamento de *fact-checking* automático. Ainda assim, sabe-se que para o processamento de textos em diferentes cenários e domínios e uso em um framework automático será necessário evoluir a ontologia, acrescentando-lhe axiomas formais às entidades representadas, validá-los usando alguma linguagem formal (por exemplo, Alloy), e avaliar a necessidade de reuso de uma ontologia de fundamentação ou referência na nova versão da ReVera.

Por fim, destaca-se que a *ReVera Ontology* auxilia na rastreabilidade da informação, que é um dos requisitos para a explicabilidade. Porém, não foi criada com o objetivo de armazenar dados resultantes de algoritmos de aprendizado de máquina, necessário para permitir algum nível de explicação do resultado obtido. Como trabalhos futuros, pretende-se verificar, através de uma análise minuciosa da rastreabilidade fornecida pela ontologia *ReVera*, como a mesma pode ser utilizada na representação de dados que permitam atingir algum nível de explicabilidade do resultado; bem como a implementação de um *framework* que utilizará a ontologia para a troca de informações entre diversos componentes e descreverá todo o processo de verificação empregado pela composição dos componentes de um *pipeline* em um grafo, onde os dados serão persistentes. Uma vez implementado o *framework* pode-se aplicar a ontologia para desenvolver ou reproduzir métodos para *fact-checking* automático, permitindo utilizá-la em novos cenários e identificar novos requisitos que possam torná-la mais eficiente.

## Referências

- [Amith and Tao 2018] Amith, M. T. and Tao, C. (2018). Representing vaccine misinformation using ontologies. *Journal of Biomedical Semantics*, 9.
- [Atanasova et al. 2020] Atanasova, P., Simonsen, J. G., Lioma, C., and Augenstein, I. (2020). Generating fact checking explanations. *CoRR*, abs/2004.05773.
- [Both et al. 2016] Both, A., Diefenbach, D., Singh, K., Shekarpour, S., Cherix, D., and Lange, C. (2016). Qanary—a methodology for vocabulary-driven open question answering systems. In *European Semantic Web Conference*, pages 625–641. Springer.
- [Bozarth and Budak 2020] Bozarth, L. and Budak, C. (2020). Toward a better performance evaluation framework for fake news classification. *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 14(1):60–71.
- [da Silva Lemos and Souza 2020] da Silva Lemos, D. L. and Souza, R. R. (2020). Representação de recursos multimídia na web: uso e reúso de padrões de anotação. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 25:202–232.
- [Graves 2018] Graves, D. (2018). Understanding the promise and limits of automated fact-checking.
- [Groza 2020] Groza, A. (2020). Detecting fake news for the new coronavirus by reasoning on the covid-19 ontology. *arXiv preprint arXiv:2004.12330*.
- [Guarino 1998] Guarino, N. (1998). Formal ontology in information systems. In *Formal Ontology in Information Systems, Proceedings of FOIS'98*, pages 3–15, Amsterdam, Netherlands. IOS Press.
- [Hassan et al. 2015] Hassan, N., Adair, B., Hamilton, J., Li, C., Tremayne, M., Yang, J., and Yu, C. (2015). The quest to automate fact-checking. *Proceedings of the 2015 Computation + Journalism Symposium*.
- [Hassan et al. 2017] Hassan, N., Nayak, A., Sable, V., Li, C., Tremayne, M., Zhang, G., Arslan, F., Caraballo, J., Jimenez, D., Gawsane, S., Hasan, S., Joseph, M., and Kulkarni, A. (2017). Claimbuster: the first-ever end-to-end fact-checking system. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 10:1945–1948.

- [Hicks 2017] Hicks, C. (2017). An ontological approach to misinformation: Quickly finding relevant information. In *HICSS*.
- [Kotonya and Toni 2020a] Kotonya, N. and Toni, F. (2020a). Explainable automated fact-checking: A survey. *CoRR*, abs/2011.03870.
- [Kotonya and Toni 2020b] Kotonya, N. and Toni, F. (2020b). Explainable automated fact-checking for public health claims.
- [Lin et al. 2018] Lin, P., Qi, S., and Wu, Y. (2018). Fact checking in knowledge graphs with ontological subgraph patterns. *Data Science and Engineering*, 3.
- [Mendonça et al. 2020] Mendonça, F. M., de Castro, L. P., de Souza, J. F., Almeida, M. B., and Felipe, E. R. (2020). Onto4allditor: um editor web gráfico de ontologias direcionado a diferentes tipos de desenvolvedores de ontologias. In *Proceedings ONTOBRAS 2020*, pages 104–119, Vitoria, ES, Brazil.
- [Mendonca and Soares 2017] Mendonca, F. M. and Soares, A. L. (2017). Construindo ontologias com a metodologia ontoforinfoscience: uma abordagem detalhada das atividades do desenvolvimento ontológico. *Ciência da Informação*, 46(1).
- [Nadeem et al. 2019] Nadeem, M., Fang, W., Xu, B., Mohtarami, M., and Glass, J. (2019). FAKTA: An automatic end-to-end fact checking system. In *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (Demonstrations)*, pages 78–83, Minneapolis, Minnesota.
- [Rehm et al. 2018] Rehm, G., Moreno-Schneider, J., and Bourgonje, P. (2018). Automatic and manual web annotations in an infrastructure to handle fake news and other online media phenomena. In *Proceedings LREC 2018*, Miyazaki, Japan.
- [Shu et al. 2017] Shu, K., Sliva, A., Wang, S., Tang, J., and Liu, H. (2017). Fake news detection on social media: A data mining perspective. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 19(1):22–36.
- [Singh et al. 2016] Singh, K., Both, A., Diefenbach, D., and Shekarpour, S. (2016). Towards a message-driven vocabulary for promoting the interoperability of question answering systems. In *2016 IEEE Tenth International Conference on Semantic Computing (ICSC)*, pages 386–389. IEEE.
- [Uren et al. 2006] Uren, V., Cimiano, P., Iria, J., Handschuh, S., Vargas-Vera, M., Motta, E., and Ciravegna, F. (2006). Semantic annotation for knowledge management: Requirements and a survey of the state of the art. *Journal of Web Semantics*, 4(1):14–28.
- [Vlachos and Riedel 2014] Vlachos, A. and Riedel, S. (2014). Fact checking: Task definition and dataset construction. pages 18–22.
- [Yavary et al. 2020] Yavary, A., Sajedi, H., and Abadeh, M. S. (2020). Information verification in social networks based on user feedback and news agencies. *Social Network Analysis and Mining*, 10(1):2.
- [Zhou and Zhang 2007] Zhou, L. and Zhang, D. (2007). An ontology-supported misinformation model: Toward a digital misinformation library. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 37(5):804–813.