

# Aplicação da Ontologia PROV-O ao crime de branqueamento de capitais

Gonçalo J. F. Carnaz<sup>1</sup> and Carlos P. Caldeira<sup>1</sup>

Universidade de Évora, Departamento de Informática, Évora,  
d34707@alunos.uevora.pt, ccaldeira@di.uevora.pt

**Resumo** Actualmente, os investigadores criminais deparam-se com novos desafios, entre eles: o combate ao branqueamento de capitais. Dado a enorme quantidade de dados que são recolhidos e processados durante as investigações, a necessidade de introdução de sistemas computacionais que permitam a representação do conhecimento do domínio em questão, para que depois possam ser processados. Assim, as ontologias surgem como forma de representação de conhecimento existente em diversos domínios. Assim, a ontologia PROV-O pode-se adaptar à representação do conhecimento criminal?.

**Keywords:** lavagem de dinheiro, ontologias, relatórios policiais.

## 1 Introdução

O branqueamento de capitais é um dos crimes mais comuns nos nossos dias, sendo um dos crimes mais difíceis de investigar por parte das polícias e ministério público, dado a quantidade de intervenientes e evidências geradas. Assim, a representação deste conhecimento através de uma ontologia pode ser um passo na ajuda no combate a este tipo de crime. O que pretendemos neste artigo é a possibilidade da ontologia PROV-O representar o conhecimento inerente aos crimes em questão, ou servir de suporte a uma framework que possa ajudar o investigador na detecção de crimes de branqueamento de capitais. Na secção 2 descrevemos os estudos realizados acerca da aplicação das ontologias ao crime financeiro, sobretudo ao branqueamento de capitais. Na secção 3 explicamos resumidamente a ontologia Prov-O, descrevemos o crime de branqueamento de capitais na secção 4, seguidamente utilizamos a ontologia Prov-O para representar o conhecimento associado ao crime de branqueamento de capitais. Finalmente na secção 6 elaboramos as nossas conclusões.

## 2 Estudos prévios

Nas últimas décadas, diversos investigadores dedicaram o seu trabalho à representação do conhecimento em diferentes domínios: medicina, ensino, bibli-

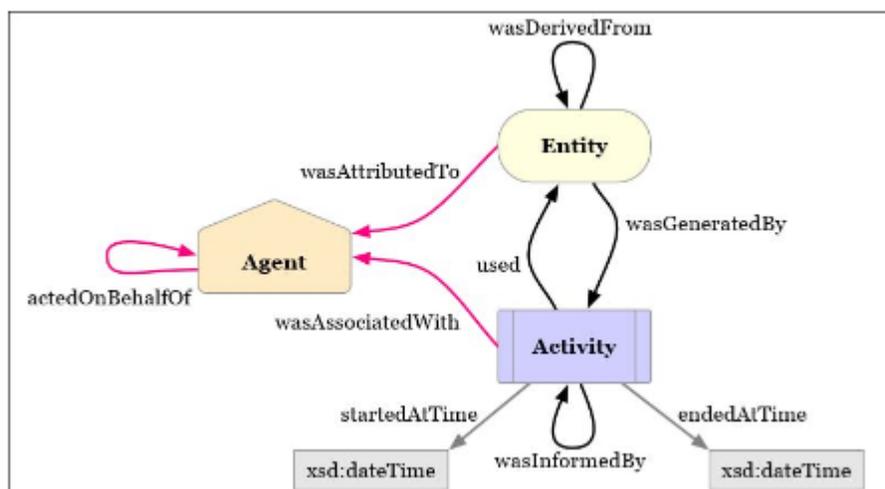
otecas, etc., Existem alguns estudos relacionados com ontologias e o crime de branqueamento de capitais ou fraude financeira, que pretendem representar o conhecimento inerente a este domínio. Nos próximos parágrafos passamos a resumir o estado da arte associado às ontologias ligadas aos crimes financeiros. No artigo [5], os autores definem os passos para uma ontologia, com o nome FF POIROT, que representa o conhecimento no domínio do crime financeiro. Em 2014, os autores do artigo [10] procuraram representar as transações financeiras suspeitas através de sistema pericial, baseado numa ontologia e num conjunto de regras. Seguindo as regras de desenho aplicado a ontologias, foi criado pelos autores do artigo um conjunto de classes, objetos e propriedades que representam as transações a serem processadas pelo sistema pericial. Adicionalmente, um conjunto de regras, usando SWRL ( Semantic Web Rules Language), por forma a inferir novo conhecimento através do conhecimento existente. Em [7], os autores definem uma ontologia que possa mapear o conhecimento inerente aos crimes que estamos a analisar, construindo uma ontologia que pode ajudar a descobrir esquemas de lavagem de dinheiro. São definidas entidades: pessoas, organizações, portfólio e mensagens e outras classes auxiliares, objetos e propriedades. Assim é desenhado uma ontologia que pode representar diversos esquemas de branqueamento/lavagem de dinheiro. Em 2010, os autores do artigo [2] apresentaram uma proposta, ontologia e regras, que permitem representar o crime de lavagem de dinheiro, chamada de “minimal model”. Com esta representação, os autores pretendem descobrir, através de regras, os diferentes papéis dos intervenientes, e o seu nível de relacionamento ( para o caso de uso, é extremamente importante, estabelecer este relacionamento e o seu nível ). Adicionalmente, as relações entre empresas também são estabelecidas, por forma a provar relações: entidades, pessoas e acções. No artigo [8] publicado em 2016, os autores desenharam uma ferramenta suportada numa ontologia, que procura representar a informação semântica extraída nas investigações forenses. A ontologia é suportada por três níveis, o nível "Abstract Knowledge Layer" representa o conhecimento dos peritos, o nível "Knowledge Processing Layer" suporta o conhecimento forense e finalmente o nível "Concrete Knowledge Layer" representa os dados extraídos e armazenados em formato digital.

### 3 Ontologia PROV-O

A ontologia PROV-O [1] baseia-se no modelo de dados PROV-DM [1], usando a OWL2, linguagem que permite definir e instanciar ontologias na Web. Fornecendo um conjunto de classes, propriedades e restrições que podem ser usadas para representar a proveniência das informações originadas por sistemas e contextos diferentes, assim como o seu intercâmbio ao longo de um determinado período de tempo. Dado a sua flexibilidade, podem ser criadas novas classes

e propriedades para diferentes aplicações e domínios. Nos parágrafos seguintes iremos descrever a ontologia, mas recomendamos a leitura do documento de suporte da ontologia, que pode ser consultada em [1] para um conhecimento mais aprofundado. A ontologia foi desenvolvida com base em 3 classes: Entity, Activity e Agent. A classe prov:Entity define um conceito: físico, conceptual, digital ou outro tipo de “coisa”, baseado em certas propriedades, podendo estas ser imaginárias ou reais. A classe prov:Activity define algo que ocorre num período de tempo sobre/com as entidades ( prov:Entity ). Finalmente, a classe prov:Agent é algo que toma a responsabilidade de uma determinada acção sobre determinada actividade ( Activity ). Na imagem 1 pode ser observado as propriedades associadas às 3 classes, onde podemos verificar que algumas, estão relacionadas entre elas e entre si, individualmente. Normalmente, uma actividade está associada a

**Figura 1.** Entidades, Agentes e Atividades - PROV-O [1]



um período de tempo: Início e Fim. Durante este período de tempo, podemos usar ( prov:used ) e gerar ( prov:wasGeneratedBy ) de uma quantidade de entidades ( prov:Entity ). Por exemplo, a compra de uma determinada propriedade (casa) usa uma determinada quantia de dinheiro e gera um registo de propriedade, associado a um determinado agente ( prov:Agent ). A classe prov:Activity, possui relações entre si mesma, prov:wasInformedBy, sugerindo que uma actividade pode informar outra actividade assim fornecer dependências entre si. Com esta dependência podemos criar uma cadeia de informação baseada apenas nas actividades entre si. O mesmo acontece na classe prov:Entity, com a pro-

priedade `prov:wasDerivedFrom`, que permite a transformação de uma entidade noutra entidade. Finalmente, o mesmo pode ser aplicado à classe `prov:Agent`, onde agentes podem ter a responsabilidade por outros agentes e influenciar outros agentes, `prov:actedOnBehalfOf`, e sobre a responsabilidade sobre actividades (`prov:Activity`) e entidades (`prov:Entity`). Claro que a ontologia não se limita a estas classes, contém classes adicionais e propriedades, fazendo com que seja aplicada em diversos domínios.

## 4 Investigação Criminal - Branqueamento de capitais

A melhor definição que podemos enunciar para Investigação Criminal, está descrita na Lei de Organização da Investigação Criminal, art.1 da Lei 49/2008 de 27 de Agosto, e define-se pelo “conjunto de diligências que, nos termos da lei processual penal, se destinam a averiguar a existência de um crime, determinar os seus agentes e a sua responsabilidade, descobrir e recolher as provas, no âmbito do processo”. No âmbito do acto de branqueamento de capitais existem diversas definições, todas elas têm em comum termos como: encobrimento, dissimulação, sistema económico, origem ilícita de bens. Assim, trata-se de um processo de encobrimento ou dissimulação através de operações, apoiadas no sistema económico/financeiro, por forma a justificar a origem de quantias avultadas de dinheiro provenientes de práticas ilícitas ou criminosas [2]. Existem diversos artigos que explicam o funcionamento do processo de branqueamento de capitais [4] [6] [9], que recomendamos a leitura para uma melhor compreensão de todo o processo e dos seus intervenientes. Basicamente, o branqueamento de capitais baseia-se num processo de ocultação legítima de bens, produtos ou capitais para que no final deste processo estes tenham uma aparência de legalidade. Existe um processo, chamado de “modelo das três fases”, aplicado pelo Grupo de Acção Financeira Internacional (FATF/GAFI)[6], composto por:

- **Colocação:** “consiste na introdução dos bens, produtos ou capitais que se pretendem branquear no sistema económico-financeiro, utilizando os mais diversos meios ou instrumentos” [3];
- **Circulação:** “implicará um conjunto de procedimentos que provoquem grande rotatividade de titularidade dos bens, com vista ao maior afastamento possível entre a sua origem e forma de obtenção, e aquele que finalmente ficará na posse dos mesmos.” [3];
- **Integração:** “constitui-se com a integração dos bens e/ou dos valores na esfera patrimonial do criminoso a quem os valores são devidos. Completa-se quando os bens ou valores ilícitos surgem com a aparência de lícitos e são usados livremente pelo criminoso, à frente de todos, muitas vezes até com elevada consideração social.” [3].

Voltando à definição enunciada anteriormente, a investigação deve identificar três objectivos distintos:

- Identificar a existência de um crime;
- identificar os seus agentes e a suas responsabilidades;
- identificar e recolher provas, estabelecendo a relação entre o acto e o seu autor.

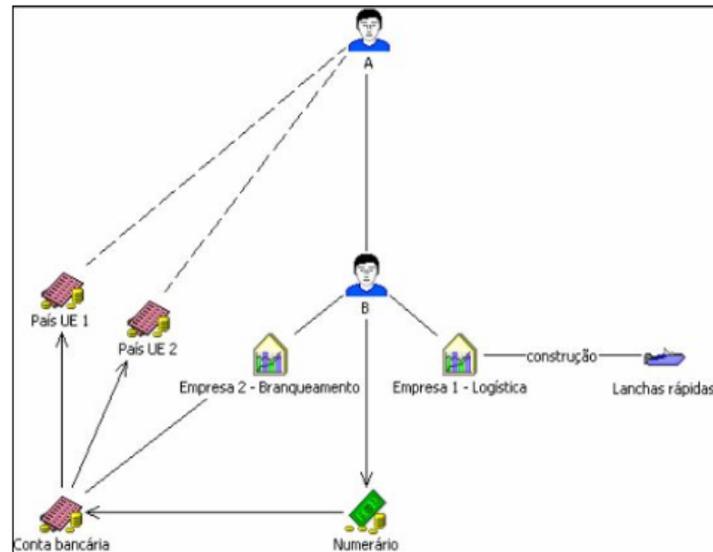
Adicionalmente, o acto de investigação criminal, incluindo o branqueamento de capitais, deve procurar responder às seguintes questões, objectivos de qualquer investigação: quem fez o quê? Onde? Quando? Como? e Porquê?. Adicionalmente, os investigadores procuram padrões que possam levar à detecção de actividade criminosa.

## 5 A ontologia PROV-O para representação de conhecimento dos crimes de branqueamento de capitais

Estes crimes baseiam-se em entidades físicas ou não-físicas ( digitais ), pessoas interagindo entre elas e com outras entidades, e actividades que geram entidades e interagem com outras actividades. Localizadas no espaço e no tempo. Assim, a ontologia PROV-O que se baseia em classes que representam estas realidades, podendo estabelecer uma rede de conhecimento para representar o crime em questão, note-se que podemos estabelecer uma linha de tempo para todas estas acções, podendo assim estabelecer umnexo de causalidade nas actividades ao longo da linha de tempo. Para que possamos testar a aplicabilidade da ontologia aos crimes de branqueamento de capitais, iremos recorrer a um caso de uso apresentado em [3], que passamos a descrever. “Em Portugal identificaram-se duas empresas com relação no apoio logístico ao tráfico de cocaína e no branqueamento de capitais por parte de uma organização criminosa dedicada ao tráfico internacional de estupefacientes. Uma delas, dedicava-se à construção de evoluídas lanchas rápidas essenciais ao transporte de droga, enquanto que a outra procedia à introdução dos lucros do tráfico de droga no sistema financeiro. Apurou-se que a empresa utilizada para o branqueamento dos capitais, recebia nas suas contas bancárias elevados depósitos em numerário que seguidamente eram disseminados por várias pessoas colectivas e singulares em Portugal e em outros países europeus, escoando deste modo os capitais introduzidos no sistema financeiro. Foi promovido junto da autoridade judiciária a suspensão das contas bancárias das empresas e a apreensão dos valores ali creditados o que originou uma investigação por branqueamento de capitais” [3]. Na figura 2, podemos observar a representação do gráfico do caso de uso.

Após a leitura do caso de uso, auxiliado pela figura2, podemos enumerar as diferentes; entidades, actividades, e intervenientes. Assim, podemos identificar as classes, da ontologia PROV-O, que podem corresponder a cada uma deles.

**Figura 2.** Caso de Uso - Branqueamento de capitais [3]



- **prov:Agent:** A e B;
- **prov:Activity:** Numerário, Construção de Lanchas;
- **prov:Entity:** Conta Bancária, Pais UE 1 e 2, Empresa 2 - Branqueamento, Empresa 1 - Logística.

A representação deste caso, está restringida a uma linha de tempo, por isso, a identificação através de datas e tempo é algo que temos de levar em conta, principalmente nas actividades: depósito de dinheiro ou construção de lanchas rápidas. Representação descritiva do caso de uso através da ontologia PROV-O, na figura 4.

Claro que a representação do caso de uso, não se pode limitar apenas ao que demonstramos em cima, pois deve existir regras associadas a este tipo de crime, para que possamos extrair padrões e assim detectar a actividade criminal a partir de um conjunto de operações.

## 6 Conclusão

Depois da análise realizada à ontologia PROV-O, podemos de alguma forma adaptar ao conhecimento inerente aos crimes de branqueamento de capitais. Dado que a ontologia se baseia em entidades, agentes e actividades, algo que os

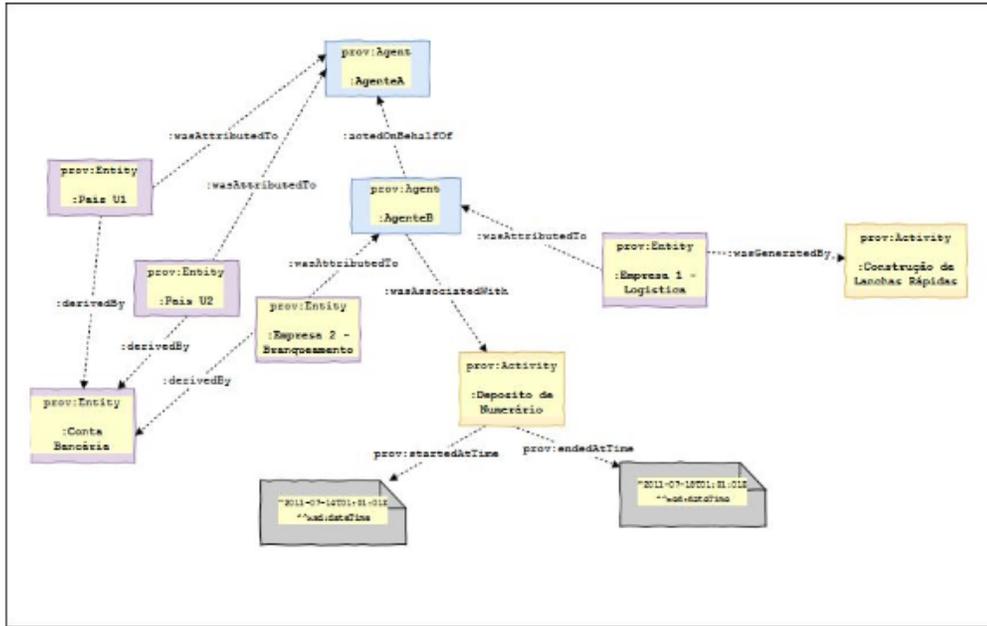
**Figura 3.** Caso de Uso - Descrição e associação da terminologia da ontologia PROV-O



crimes também se baseiam. Assim como a possibilidade de adicionar propriedades temporais e espaciais, dando assim aos investigador a ferramenta necessária ao desenho de uma linha de tempo. Contudo, e depois de confrontar com estudos anteriores, a ontologia torna-se limitada no que respeita à possibilidade de detecção de esquemas de crime, assim como a falta de algumas classes, objetos e propriedades que possam representar o domínio de uma forma mais exacta. Como trabalho futuro:

- desenvolvimento de regras, por forma a inferir e detectar padrões de esquemas de branqueamento de capitais;
- adicionar mais classes, objetos e propriedades por forma a representar conceitos associados ao domínio, de uma forma mais específica, colocando a ontologia PROV-O num nível mais abstrato;
- representar a ontologia de uma forma permanente, para assim criar uma base de dados com as instâncias.

Figura 4. Representação do caso de uso da imagem 1 na ontologia [1]



Resumidamente, a ontologia PROV-O tem todas as condições para suportar os conhecimentos abstratos do domínio, dado as classes que a constituem, e a possibilidade de extensão da mesma para uma ontologia de domínio.

## Referências

1. Prov-o ontology. <https://www.w3.org/TR/2011/WD-prov-o-20111213/>, Jan. 2017.
2. J. Bak, C. Jędrzejek, and M. Falkowski. Application of an Ontology-Based and Rule-Based Model to Selected Economic Crimes: Fraudulent Disbursement and Money Laundering. pages 210–224. Springer Berlin Heidelberg, 2010.
3. J. L. Braguês et al. O processo de branqueamento de capitais. *Observatório de Economia e Gestão de Fraude.[Em linha] Porto: Edições Húmus. Disponível em: http://www.fep.up.pt/repec/por/obegef/files/wp002.pdf,[Consult. 25 fev. 2013]*, 2009.
4. A. Chong and F. López-De-Silanes. Money Laundering and its Regulation. 2007.
5. G. Kul and S. Upadhyaya. Towards a Cyber Ontology for Insider Threats in the Financial Sector.
6. D. Masciandaro. Money Laundering: the Economics of Regulation. *European Journal of Law and Economics*, 7(3):225–240, 1999.

7. M. Mehmet and D. Wijesekera. Ontological Constructs to Create Money Laundering Schemes.
8. R. Merkel, C. Krätzer, M. Hildebrandt, S. Kiltz, S. Kuhlmann, and J. Dittmann. A Semantic Framework for a better Understanding, Investigation and Prevention of Organized Financial Crime. *Lecture Notes in Informatics*, 2016.
9. Peter J. Quirk. Money Laundering: Muddying the Macro economy. *Finance & Development*, 1997.
10. Q. Rajput, N. S. Khan, A. Larik, and S. Haider. Ontology Based Expert-System for Suspicious Transactions Detection. *Computer and Information Science*, 7(1), 2014.