

OntoPix: Modelagem conceitual preliminar bem fundamentada no domínio financeiro brasileiro

Gabriel Ferreira, Mateus Peixoto, Lucas Maddalena and Fernanda Baião

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rua Marquês de São Vicente 225, Rio de Janeiro, Brasil

Abstract

This work describes the initial development of OntoPix, a well-founded ontology for the Brazilian financial domain. OntoPix untangles the notions of a Pix event occurrence and its underlying payment protocol, while specifying the ontological distinctions of Pix transfers and Pix transactions. The conceptual artifact was built based on the SAbiO methodology, paving the way for further developments toward semantically enriching increasingly popular system artifacts in this domain, such as chatbots and other AI tools.

Keywords

Well-founded domain ontology, Pix, Financial Sector, Economic Transactions

1. Introdução

Desde seu surgimento em novembro de 2020, o Pix¹ - o método de pagamento instantâneo brasileiro - revolucionou as operações bancárias brasileiras. Em seu primeiro dia de operação o Pix registrou mais de 1 milhão de transações, movimentando cerca de R\$9,3 bilhões, comprovando sua efetividade e enorme interesse de usuários e instituições financeiras nacionais.

Apesar da ampla produção de dados e estudos sobre operações financeiras e do crescente interesse em modelos conceituais bem fundamentados para a gestão de serviços, conceitos exclusivamente brasileiros (informalmente chamados de "jabuticabas brasileiras"), como o Pix, ainda não foram conceitualmente bem representados na literatura. A criação de ferramentas e metodologias para estruturar o conhecimento financeiro é essencial, pois garante a precisão semântica necessária para a interoperabilidade de sistemas e troca de informações [1]. Em um contexto onde chatbots e outras ferramentas de Inteligência Artificial são cada vez mais utilizados, conhecimento de domínio bem estruturado e preciso é crucial para buscar respostas logicamente consistentes e mais fidedignas à semântica do mundo real, reduzindo problemas como alucinações ou respostas indevidas [2].

Ontologias são amplamente utilizadas na Ciência da Computação e em áreas correlatas, principalmente devido à sua adoção interdisciplinar e exploração de níveis abstratos [3]. Ontologia é comumente definida como "uma especificação formal e explícita de uma conceituação compartilhada" [4], compreendendo uma representação estruturada de conceitos interrelacionados e axiomas formais que, quando enriquecidos com construtos especificados por uma ontologia de fundamentação, são dotados de um comprometimento ontológico que asseguram definições semanticamente mais precisas sobre um domínio.

Este trabalho propõe o desenvolvimento inicial da OntoPix, uma ontologia do domínio financeiro brasileiro que tem por objetivo esclarecer as distinções ontológicas entre as noções de Pix como evento de pagamento e seu tipo de pagamento subjacente, além das distinções entre uma Transferência Pix e uma Transação Pix. O trabalho relata o status atual do desenvolvimento da OntoPix, com base na metodologia SAbiO [5], e bem fundamentado na UFO, e representa um arcabouço conceitual para o desenvolvimento futuro de sistemas enriquecidos semanticamente.

Proceedings of the 17th Seminar on Ontology Research in Brazil (ONTOBRAS 2024) and 8th Doctoral and Masters Consortium on Ontologies (WTD0 2024), Vitória, Brazil, October 07-10, 2024.

✉ gabriel.silvamf@aluno.puc-rio.br (G. Ferreira); mpeixoto@aluno.puc-rio.com (M. Peixoto); lucasmadda@aluno.puc-rio.br (L. Maddalena); fbaiao@puc-rio.br (F. Baião)



© 2024 Copyright for this paper by its authors. Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

¹<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/pix>

A Seção 2 apresenta a metodologia adotada na construção da OntoPix, e as ontologias reutilizadas. A Seção 3 apresenta um breve referencial teórico sobre o domínio coberto na OntoPix, enquanto a Seção 4 detalha a OntoPix em si. Por fim, a Seção 5 evidencia a efetividade dos modelos propostos em cobrir o escopo definido pelas questões de competência definidas.

2. Metodologia Adotada

O processo de desenvolvimento aplicou a metodologia SABiO (Systematic Approach for Building Ontologies) [5], em particular suas atividades de Levantamento de Requisitos e Identificação de Propósito, e Captura e Formalização da Ontologia, visando representar conceitualmente de forma bem fundamentada o domínio proposto, abstraindo questões de codificação. É válido destacar a atividade de Suporte à Aquisição de Conhecimento já que, para a busca dos relacionamentos e significados de conceitos do domínio financeiro brasileiro, o trabalho reutilizou definições propostas pelo Bacen (Banco Central do Brasil²), por ser a autoridade monetária no país, além de conceitos da COEX (Core Ontology for Economic Exchanges) [6], definiu Oferta e Acordo Econômico, incluindo como os agentes ofertante e ofertado se comportam em uma Troca Econômica, e suas ações de Comprometimento até que a oferta seja consumada em um Acordo Econômico ou até que uma Troca Econômica ocorra. Já o conceito de Evento de Pagamento se baseou na definição de [7], onde o Emissário e Favorecido, participam no Evento de Pagamento de uma Quantidade Monetária. Os diagramas que especificam tais conceitos foram disponibilizados em um repositório³. Por fim, na etapa de Avaliação da metodologia aplicada foi verificada a completude da ontologia proposta.

Como linguagem de representação foi utilizada a OntoUML, uma linguagem bem fundamentada para a construção de ontologias que incorpora aos diagramas de classe UML a fundamentação ontológica proveniente da UFO (Unified Foundational Ontology) [3].

3. O Pix, segundo o Banco Central do Brasil

O Bacen é o guardião dos valores do Brasil, sendo ele uma autarquia de natureza especial, cujos principais objetivos consistem em zelar pela estabilidade e pela eficiência do sistema financeiro.

Pix é um método de pagamento instantâneo brasileiro, criado pelo Bacen, em que recursos monetários são transferidos entre contas, de forma instantânea e a qualquer momento do dia. Apesar desta definição remetendo à noção de método (ou protocolo) de pagamento, o uso corriqueiro do termo geralmente denota uma ocorrência, como em "Vou fazer um Pix para você". O Pix, tal qual método de pagamento, é oferecido de forma que instituições financeiras o aplicam em seus serviços para seus clientes que desejam realizar transferências ou transações monetárias. Assim, tal método de pagamento pode ser utilizado como uma transferência, a partir do uso de um QR Code ou Chave Pix (que pode se basear num código aleatório, CPF, CNPJ, email ou número de telefone do beneficiário), ou como uma transação, por meio de pontos de venda e celulares que solicitam determinadas quantias a partir de QR codes.

4. Na direção da OntoPix

Como passo inicial da metodologia SABiO identificam-se as Questões de Competência (QC). Uma QC é representada através de uma pergunta que deverá ser respondida pela ontologia. Elas são uma forma eficiente de definir o escopo do domínio que a ontologia deverá representar. Para a versão da OntoPix do presente trabalho, foram definidas as seguintes questões de competência: (QC1) O que é o Pix? (QC2) Qual a diferença entre uma transação Pix e uma transferência Pix?

Seguindo a SABiO, a atividade de Captura e Formalização da Ontologia identifica, organiza e relaciona os conceitos relevantes encontrados. Nesse trabalho, os conceitos necessários foram definidos e extraídos

²<https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/institucional>

³<https://github.com/GabSMF/ontopix-ontology/>

a partir de definições disponíveis publicamente pelo Bacen e das ontologias reutilizadas mencionadas na Seção 2, conforme descrito a seguir.

Como representado na Figura 1, a OntoPix distingue 2 noções que corriqueiramente se referem ao mesmo termo de modo intercambiável: o Tipo (ou Método) de Pagamento Pix e a Execução do Pix em si, e que portanto na ontologia recebem denominações distintas. Assume-se o **Pix** como uma especialização de um **Evento de Pagamento** (ou seja, como a sua ocorrência), e que portanto é um «*Event*», segundo a UFO. Já o **Tipo de Pagamento Pix** é um **Tipo de Pagamento** (um «*Type*» na UFO) que define o conjunto de regras e diretrizes operacionais a serem instanciadas («*instantiation*») no momento da ocorrência de um «*event*» **Pix**.

Conforme proposto em [7], um **Evento de Pagamento** é um subtipo particular de **Contribuição Oferecida**, denominada **Contribuição Monetária Oferecida**, em que a contribuição é necessariamente de natureza monetária. A **Contribuição Oferecida** é parte de uma Troca Econômica, que segundo [6] é um evento que ocorre a partir de um Acordo Econômico entre um Ofertante e um Ofertado.

Assim como nos demais eventos de pagamento definidos por [7], de um **Pix** participam um **Emissário**, aquele que envia uma certa **Quantidade Monetária**, e um **Favorecido** (caracterizado por uma **Chave Pix**), aquele que recebe essa **Quantidade Monetária**. Note que tanto **Emissário** quanto **Favorecido** podem ser instanciados por objetos de «*kinds*» distintos (**Pessoas Físicas** e **Organizações**), e portanto são especificados como «*roleMixin*» [3]. Previamente à execução de um **Evento de Pagamento**, o **Favorecido** deve realizar a **Aceitação do Tipo de Pagamento** e o **Emissário** a **Escolha do Tipo de Pagamento** dentre os **Tipos de Pagamento** aceitos pelo **Favorecido**, desta forma instanciando a **Concordância com o Tipo de Pagamento**. A fundamentação ontológica na UFO permitiu especificar vários destes relacionamentos de forma mais precisa, utilizando-se o padrão de projeto de «*relator*» [8].

Suponha que Cátia deseja fazer um Pix para comprar uma maçã vendida por Vera por R\$5,00. Neste cenário, a **Emissária** Cátia escolhe o **Tipo de Pagamento Pix**, que é um dos **Tipos de Pagamento** aceitos por Vera. No momento do pagamento, Cátia realiza um **Pix** e ocorre a **Concordância com a Escolha do Tipo de Pagamento** entre Cátia e Vera, e a **Quantidade Monetária** de R\$5,00 é recebida pela **Favorecida** Vera.

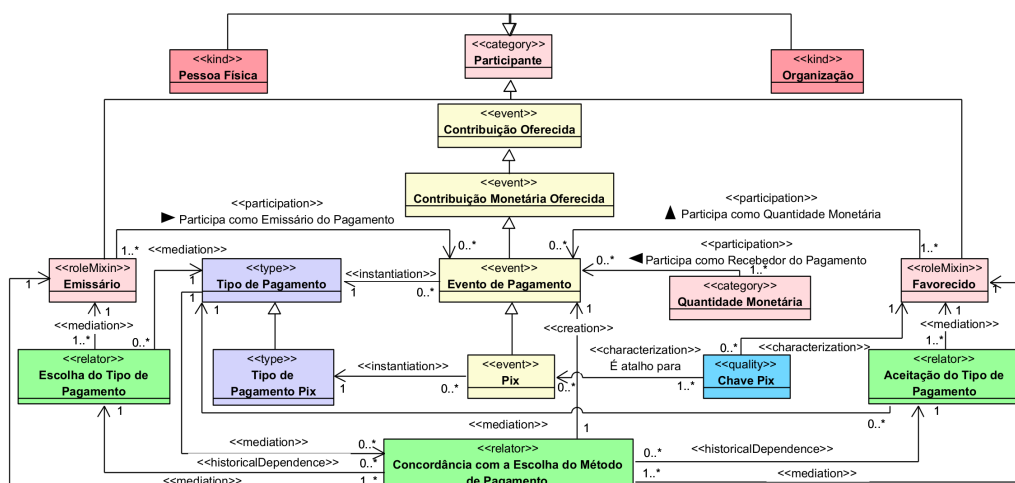


Figura 1: Pix como um Evento de Pagamento ([7]) especializando uma Contribuição Monetária Oferecida ([6]) e instanciando um Tipo de Pagamento Pix

A Figura 2 especifica os conceitos envolvidos na distinção entre **Transferência via Pix** e **Transação via Pix**, ambas subtipos de **Pix** que também especializam **Transferência Monetária** e **Transação Monetária**, respectivamente.

Em todo **Pix** há a participação de um **Objeto Realizador de Pagamento**. Alguns objetos Realizadores de Pagamento são incorporados em artefatos, como é o caso de um **DOC**, o qual é usado para pagar uma **Transferência via DOC**, ou um **Cartão**, que é usado para pagar uma **Transação via Cartão**.

A diferença principal entre uma **Transferência Monetária** e uma **Transação Monetária** consiste

da necessidade de a **Transação Monetária** requerer obrigatoriamente a existência de uma **Solicitação de Transação Monetária** pelo **Favorecido**, através de um **Objeto Solicitador de Pagamento** (como é o caso de um QR Code emitido para uma **Transação via Pix**). Um **Objeto Solicitador de Pagamento** consiste de um objeto informacional que parte do **Favorecido** e contém informações necessárias para a ocorrência de um determinado **Evento de Pagamento**. Um **Objeto Solicitador de Pagamento** também pode ser incorporado por um artefato, como é o caso do **Código de Barras** de um **Boleto** e do **QR Code dinâmico** de uma **Transação via Pix**. Ainda, um **QR Code dinâmico** pode ser incorporado a um **Boleto**, um artefato utilizado para solicitar ao **Emissário** uma **Transação via Boleto** ou uma **Transação via Pix** (no caso de o Emissário optar por pagar o boleto via Pix). Um **QR Code Dinâmico** é caracterizado por uma **Chave Pix** e um valor pré-determinado. Objetos solicitadores de pagamento também podem ser incorporados em uma **Máquina de Cartão**, que é um artefato utilizado para solicitar **Transações via Cartão** ou **Transações via Pix**, neste caso a partir da instanciação de um **QR Code Dinâmico**. É válido também notar que um **Cartão** pode ser utilizado para pagar qualquer **Transação Monetária**. Cada subtipo de **Evento de Pagamento** instancia («*instantiation*») seu respectivo **Tipo de Pagamento** (que não está representado na figura por questões de espaço). Todas essas definições podem ser visualizadas no trecho da OntoPix ilustrado na Figura 2.

Por exemplo, suponha que Maria (no papel de **Favorecida**) emitiu um **Boleto (Objeto Solicitador de Pagamento)** para o pagamento de uma mensalidade de capoeira de Rosa. Neste caso, Rosa (no papel de **Emissária**) pode escolher entre realizar o pagamento pelo **Código de Barras** que compõe o **Boleto**, solicitando então uma **Transação via Boleto**, ou pelo **QR Code Dinâmico** que também compõe o **Boleto**, solicitando uma **Transação via Pix**. Ela opta então pelo **QR Code Dinâmico** finalizando a **Transação via Pix**. Alternativamente, Rosa poderia ter pedido a Maria para realizar o pagamento da mensalidade via **Cartão**, já que Maria aceita o **Tipo de Pagamento via Cartão** (o qual, no momento do pagamento, é instanciado pelo «event» **Transação via Cartão**, que por sua vez é solicitada através de uma **Máquina de Cartão**, que representa um **Objeto Solicitador de Pagamento**). Neste caso, Maria a utilizaria para a **Solicitação de Transação Monetária**, oferecendo à Rosa duas opções de **Transação Monetária**: uma **Transação via Pix** ou uma **Transação via Cartão**, ambas solicitadas usando a **Máquina de Cartão**.

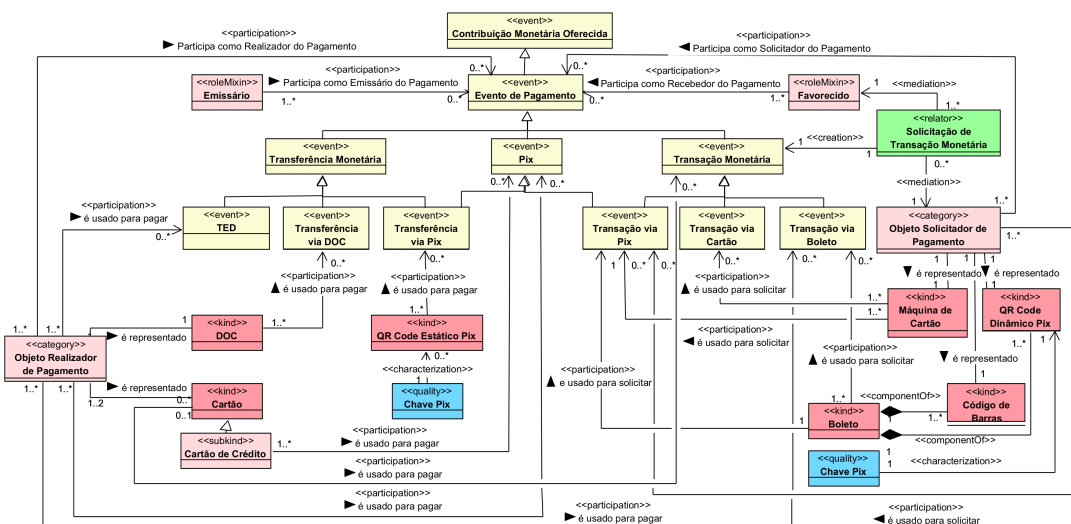


Figura 2: Distinção entre uma Transação Monetária via Pix e uma Transferência Monetária via Pix

Diferente de uma **Transação Monetária**, uma **Transferência Monetária** não necessita de um **Objeto Solicitador de Pagamento** do **Favorecido** para efetivar o **Evento de Pagamento**. Neste caso, é somente necessário que o **Emissário** tenha um **Objeto Realizador de Pagamento** que (assim como um **Objeto Solicitador de Pagamento**) é um objeto informacional que contém as informações necessárias do **Emissário** para a efetivação de um **Evento de Pagamento**.

No cenário brasileiro existem casos específicos de **Transferência Monetária**, como a **Transferência**

via **DOC** (em que um **Objeto Realizador de Pagamento** representado por um **DOC** é utilizado no pagamento) e a **TED** (Transferência Eletrônica Digital, que não necessita de um artefato que incorpore o **Objeto Realizador de Pagamento**). Já a **Transferência via Pix**, de acordo com o Bacen, tem comportamento único, que apesar de não possuir um artefato incorporando o **Objeto Solicitador de Pagamento**, utiliza-se de uma **Chave Pix** que caracteriza um **QR Code Estático**, o qual é usado para realizar a **Transferência via Pix**.

Para exemplificar, considere que Jurema deseja realizar uma **Transferência via Pix** a João e, por se tratar de uma transferência recorrente, João previamente forneceu à Jurema um **QR Code Estático** com sua **Chave Pix**. Jurema então pode usar o **QR Code estático Pix** de João para realizar a **Transferência via Pix**, complementando apenas com o preenchimento das informações reivindicadas pelo **Objeto Realizador de Pagamento** (o valor e a descrição, por exemplo). Note que também seria possível o pagamento desta **Transferência via Pix** através de um **Cartão de Crédito**, uma vez que este pode ser usado para pagar qualquer **Pix**.

5. Avaliação

SABiO propõe em seu processo de avaliação estático a Verificação da Ontologia, que consiste em assegurar que esta foi construída corretamente, com seus artefatos de saída atendendo às especificações propostas. Isso pode ser verificado através das Questões de Competência propostas na Seção 4 e da capacidade da OntoPix de endereçá-las.

QC1: O que é o Pix? A definição de **Pix** esclarece duas perspectivas complementares e frequentemente entrelaçadas to termo. Na visão da realização de um **Pix** (1ª perspectiva) ele é um **Evento de Pagamento** que instancia regras e diretrizes propostas pelo Bacen para o **Tipo de Pagamento Pix** (2ª perspectiva), visando enviar uma determinada **Quantidade Monetária** do **Emissário** para o **Favorecido**.

QC2: Qual a diferença entre uma Transação via Pix e uma Transferência via Pix? Ambas são subtipos específicos do (evento) **Pix**. A diferença reside no fato de que uma **Transferência via Pix** não possui um valor pré-determinado e pode ser disparada pelo **Emissário** para o **Favorecido** identificado pela sua **Chave Pix**, enquanto uma **Transação via Pix** é necessariamente solicitada pelo **Favorecido** por meio de um **Objeto Solicitador de Pagamento**, representado por um **Boleto** ou **Máquina de Cartão** que incorpore ou tenha como componente um **QR Code dinâmico** caracterizado por uma **Chave Pix**.

6. Conclusão

Este artigo desenvolveu os passos de modelagem conceitual da metodologia SABiO para a elaboração preliminar da OntoPix, uma ontologia bem fundamentada sobre o domínio financeiro brasileiro, que auxilia no entendimento semanticamente preciso da vasta gama de dados de operações via Pix. A OntoPix endereça devidamente as questões de competência definidas, permitindo distinguir o Pix de outros tipos pagamento tradicionais brasileiros, esclarecê-lo como evento de pagamento e seu método de pagamento subjacente, e compreender importantes características únicas do Pix, como suas especializações em transferência monetária e transação monetária. A definição formal de outros aspectos do Pix como limites, Pix Troco e Pix Saque já estão em andamento e a implementação dessa ontologia em ferramentas de inteligência artificial para avaliação dos impactos das distinções ontológicas propostas está sendo trabalhada para artefatos futuros.

Acknowledgments

Os autores agradecem o apoio financeiro da Stone e seu laboratório StoneLab. F. Baião agradece apoio da FAPERJ (200.514/2023 e 211.308/2019) e do CNPq (312059/2022-1 and 422810/2021-5)

Referências

- [1] G. Guizzardi, Ontology, Ontologies and the “I” of FAIR, *Data Intelligence* 2 (2019) 181–191. doi:10.1162/dint_a_00040.
- [2] O. Palagin, V. Kaverinskiy, A. Litvin, K. Malakhov, OntoChatGPT Information System: Ontology-Driven Structured Prompts for ChatGPT Meta-Learning, *International Journal of Computing* (2023) 170–183.
- [3] G. Guizzardi, Ontological Foundations for Structural Conceptual Models, Ph.D. thesis, 2005.
- [4] T. R. Gruber, A translation approach to portable ontology specifications, *Knowledge Acquisition* 5 (1993) 199–220. doi:10.1006/knac.1993.1008.
- [5] R. de Almeida Falbo, Sabio: Systematic approach for building ontologies, in: ONTO.COM/ODISE@FOIS, 2014.
- [6] D. Porello, G. Guizzardi, T. P. Sales, G. Amaral, A Core Ontology for Economic Exchanges, in: G. e. a. Dobbie (Ed.), *Conceptual Modeling*, volume 12400, Springer International Publishing, Cham, 2020, pp. 364–374.
- [7] G. Amaral, T. P. Sales, G. Guizzardi, Modeling Payments and Linked Obligation Settlements, in: D. e. a. Aveiro (Ed.), *Advances in Enterprise Engineering XV*, volume 441, Springer International Publishing, Cham, 2022, pp. 21–41.
- [8] N. Guarino, G. Guizzardi, “we need to discuss the relationship”: revisiting relationships as modeling constructs, in: *Advanced Information Systems Engineering: 27th International Conference, CAiSE 2015, Stockholm, Sweden, June 8-12, 2015, Proceedings 27*, Springer, 2015, pp. 279–294.