

Oportunidades de KIPO para Gestão em Sistemas de Informação Federados no Caso do Programa Bolsa Família

Roberto Monteiro Dias¹, Nadja Piedade de Antonio¹, Flavio Horita²
Rodrigo Pereira dos Santos¹

¹Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) - Rio de Janeiro - Brasil

²Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC)
Universidade Federal do ABC (UFABC) - Santo André - Brasil

{roberto.dias,nadja.antonio,rps}@uniriotec.br,
flavio.horita@ufabc.edu.br

Abstract. *The management of several information systems (IS) faces challenges with the number of existing, autonomous, distributed, and heterogeneous databases. Since it requires an integrated access, these arrangements have been explored as federated IS (FIS). IS interfaces affect (and are affected) by implicit knowledge that generate tensions in the FIS management. This paper explores the use of the Knowledge Intensive Process Ontology (KIPO) to map tensions in FIS management from a case study in the Bolsa Família Program. The results show that KIPO decision map and business rules models support the understanding of the existing tensions in FIS management. The developed ontology also allows the description of tacit knowledge for FIS managers.*

Resumo. *A gestão de diversos sistemas de informação (SI) enfrenta desafios com o número de bases de dados preexistentes, autônomas, distribuídas e heterogêneas. Dado que isso requer um acesso integrado, esses arranjos têm sido explorados como SI federados (SIF). As interfaces entre SI envolvidos afetam (e são afetadas) por conhecimentos implícitos que produzem tensões na sua gestão. Este artigo explora o uso da Ontologia de Processo Intensivo em Conhecimento (KIPO) para mapear tensões na gestão de SIF por meio de um estudo de caso no Programa Bolsa Família. Os resultados mostram que mapas de decisão e modelos de regras de negócio da KIPO apoiam a compreensão das tensões existentes na gestão de SIF. Além disto, a ontologia desenvolvida também permite a descrição do conhecimento tácito para os gestores dos SIF.*

1. Introdução

Nos últimos anos, as organizações têm enfrentado dificuldades na gestão de diversos Sistemas de Informação (SI) que utilizam para cumprir seus objetivos. Um dos desafios está no número cada vez maior de bases de dados preexistentes, autônomas, distribuídas e heterogêneas de diferentes organizações que precisam ser consideradas para apoiar os processos de negócio. Isso decorre da complexidade dos SI, bem como de sua gestão e desenvolvimento em um ambiente globalizado e dinâmico [Boscarioli *et al.*, 2017]. Uma vez que lidar com esse cenário requer um acesso integrado, os arranjos de SI entre as organizações têm sido explorados como SI federados (SIF), que pertencem a uma mesma plataforma central onde, em conjunto, alcançam funcionalidades mais complexas que sozinhos não conseguiriam e, por isso, são chamados de federados [Graciano Neto *et al.*,

2014]. Ao passo que estes sistemas oferecem novas oportunidades para as suas organizações, novos desafios surgem por conta das infraestruturas distintas e atuação de SI legados. Neste contexto, a *Knowledge Intensive Process Ontology* (KIPO) visa modelar os processos intensivos em conhecimento (PIC) para permitir a externalização do conhecimento associado ao processo, conectando-o a fatores motivacionais, interações sociais, fluxos de informações e alternativas de ação no processo [França *et al.*, 2015].

Este artigo explora o uso da KIPO para mapear tensões na gestão de SIF por meio de um estudo de caso no Programa Bolsa Família (PBF), um dos maiores programas de transferência condicionada de renda do mundo [Antonio *et al.*, 2020]. A partir do estudo, os diagramas Mapa de Decisão e Regras de Negócio da KIPO foram modelados, além da construção de uma ontologia para permitir o compartilhamento e a reutilização de conhecimento, dado o entendimento do domínio do SIF. Os resultados mostram que os diagramas apoiam a compreensão das tensões existentes na gestão de SIF. A ontologia desenvolvida permite ainda a descrição do conhecimento tácito para os gestores do SIF. Como contribuição para a área de SIF, este trabalho apresenta uma outra abordagem para apoiar a gestão de SI, baseada em modelagem conceitual e decisões em Processos Intensivos em Conhecimento (PIC). Para área de KIPO, este trabalho traz uma aplicação em um domínio específico, que pode contribuir para a evolução da pesquisa no tema.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Sistemas de Informação Federados (SIF)

Os SIF definem uma nova geração de sistemas cuja principal tarefa é operar de maneira global com a capacidade de envolver diversificados SI existentes e atender a propósitos maiores, ou missões [Graciano Neto *et al.*, 2014]. Assim, um SIF permite que os SI preexistentes, autônomos, distribuídos e heterogêneos sejam utilizados por acesso integrado, como se fossem um único sistema. Tal acesso implica que os usuários do SIF possam formular consultas únicas e receber respostas consolidadas [Rodriguez e Saltor, 2002]. Além de fornecer acesso integrado, um requisito importante de um SIF é que a autonomia local dos SI preexistentes (i.e., a existência do SIF) deve ser transparente para os usuários e aplicativos preexistentes.

2.2. Knowledge Intensive Process Ontology (KIPO)

Um dos problemas de abordagens como *Business Process Management* (BPM) é que não são capazes de representar corretamente um fluxo de conhecimento sobre processos e a interação entre pessoas [Bahrs e Müller, 2005]. Também há dificuldades em definir previamente em modelos processos com alto grau de conhecimento, altamente dinâmicos e com múltiplos agentes envolvidos. Esses processos, em sua maioria, permanecem tácitos aos agentes, trazendo dificuldade em sua externalização [Kulkarni e Ipe, 2010]. Neste sentido, França *et al.* (2015) propuseram a KIPO para modelar PIC. Se comparada às abordagens tradicionais, KIPO não destaca apenas os elementos que fazem parte do conhecimento inserido no processo, mas também aqueles que estão relacionados às regras de negócio, tomada de decisão e colaboração [Netto *et al.*, 2019]. Além disso, os autores afirmam que a KIPO pode ser usada em qualquer domínio para representar conceitos e relacionamentos no PIC. Para facilitar a visualização e compreensão, Netto *et al.* (2019) trazem uma notação gráfica para mostrar conceitos relativos ao PIC definidos em uma KIPO, denominada notação KIPN (*Knowledge Intensive Process Notation*).

Embora KIPN defina seis diagramas [Netto *et al.*, 2019], neste trabalho, apenas dois deles foram empregados por estarem de acordo com o escopo de aplicação no estudo de caso em um contexto real: (i) *diagrama de mapa de decisão*: facilita mostrar aspectos explícitos que influenciam um processo de tomada de decisão; e (ii) *diagrama de regras de negócio*: representa regras de negócio documentadas que restringem uma decisão.

2.3. Trabalhos Relacionados

Em um estudo exploratório de um caso real, Fernandes *et al.* (2020) modelaram um domínio de gerenciamento ambiental com decisões de interoperabilidade. Os autores investigaram que decisões nos Sistemas-de-Sistemas de Informação (SoIS) podem ser modeladas com KIPN. Assim, foram modelados novos requisitos decorrentes de comportamentos emergentes, ou potenciais inovações de negócios que surgiram devido aos novos arranjos das capacidades existentes nestes SoIS [Graciano Netto *et al.*, 2017].

Para mapear os problemas e facilitar a identificação de requisitos, Pimenta *et al.* (2017) utilizaram a KIPO para estabelecer um entendimento comum de algumas das principais causas relacionadas a problemas na elicitação de requisitos. A KIPO também foi utilizada para auxiliar o engenheiro de requisitos no entendimento das lacunas da elicitação. Por fim, Tibau *et al.* (2018) propuseram o uso do KIPO na aplicação do modelo de PIC em pesquisas exploratórias na Web para mapear os padrões de pesquisa e o processo de aprendizado nas decisões dos usuários enquanto realizavam buscas *online*. Embora estes trabalhos investiguem questões pertinentes no âmbito do uso e aplicação da KIPO em diversos contextos, a literatura ainda carece de mais estudos que empregam este processo ontológico para o mapeamento das tensões inerentes na gestão de SIF.

3. Metodologia

Esta seção apresenta a metodologia da pesquisa (Figura 1), à luz da pesquisa de SI [Araújo *et al.*, 2017]. Seguindo uma abordagem composta por duas fases, KIPO foi escolhida para documentar o conhecimento tácito envolvido no estudo de caso realizado. A **Fase 1** focou no *planejamento e análise*, i.e., o estudo da KIPO a fim de entender os seus conceitos, terminologia e utilização; as entrevistas com o especialista no domínio da PBF; e o levantamento dos SIF para o estudo de caso. Por sua vez, a **Fase 2** focou na *execução*: com base nos dados coletados, os diagramas de Mapa de Decisão e de Regras de Negócio foram elaborados para o estudo de caso e, por fim, a ontologia do estudo foi construída.

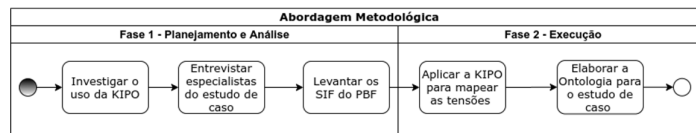


Figura 1. Abordagem metodológica utilizada

4. Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado em um contexto real de uma empresa pública, a CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF ou CAIXA). A partir de entrevista com especialistas do estudo de caso, foi possível realizar o levantamento dos SIF que compõem o processo de gestão e pagamento do PBF. O fluxo de atividades em geral começa pelo cadastro das famílias participantes do PBF no Sistema CadÚnico. A partir disso, uma gestora especialista no SIF do PBF foi entrevistada a fim de realizar a sua caracterização.

5. Aplicando KIPO na Gestão dos SIF do PBF

Para modelar as tensões na gestão dos SIF, o Diagrama de Mapa de Decisão foi criado com o objetivo de entender o processo “Pagamento do Programa Bolsa Família aos seus Beneficiários”, ao passo que o Diagrama de Regras de Negócio foi construído para representar as regras envolvidas no PBF.

5.1. Diagrama de Mapa de Decisão

O Diagrama de Mapa de Decisão tem como objetivo delinear o processo de tomada de decisão em um PIC utilizando elementos como evidências e fatos sobre as questões relacionadas ao domínio retratado, além das alternativas propostas e critérios, vantagens e desvantagens, riscos e restrições que procuram inserir informações à representação de contribuições e à tomada de decisão [Netto *et al.*, 2019]. Na Figura 2, observam-se as tensões na gestão dos SIF na tomada de decisão do processo analisado.

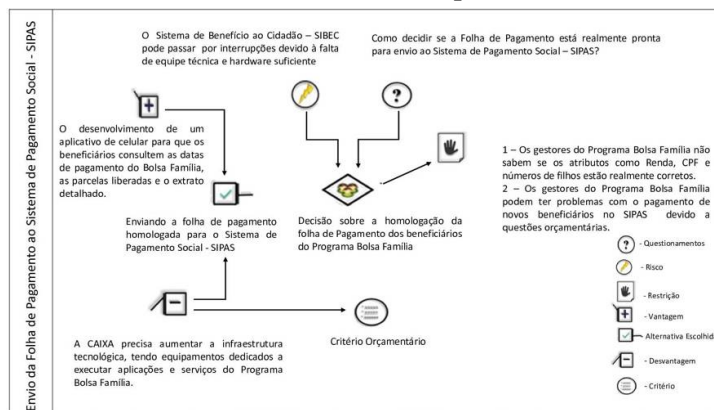


Figura 2. Diagrama de Mapa de Decisão modelado

Na Figura 2, após a folha de pagamento ter sido gerada, o gestor do PBF na CAIXA insere os dados no SIBEC contendo os Números de Identificação Social (NIS) de cada beneficiário. O gestor precisa decidir se a folha de pagamento está pronta para envio ao SIPAS, representado pela notação “Decisão” (centro). Esta decisão segue duas premissas, os Riscos e o Questionamento (acima), com suas respectivas notações. Para este caso, a decisão de homologar a folha de pagamento no PBF deve levar em consideração as interrupções devido à falta de equipe técnica e hardware. Em seguida, no caso de a folha ser enviada ao SIPAS (alternativa escolhida), as vantagens e desvantagens e os riscos e restrições são mapeados no diagrama com o respectivo critério de decisão (à esquerda). Destaca-se, como desvantagem, a procura excessiva ao PBF, devido às condições econômicas do país (critério orçamentário), causando um colapso nos SIF por não ser possível atender a demanda com a estrutura atual. Como vantagem, a CAIXA desenvolveu um aplicativo para que os beneficiários consultem informações no PBF.

A decisão descrita também deve considerar algumas restrições (à direita). Em primeiro lugar, os gestores do PBF não sabem se os atributos como renda, CPF e números de filhos estão realmente corretos, pois dependem de SI externos - Cartório de Registros Civil e Receita Federal - na homologação. Em seguida, os gestores do PBF podem ter problemas com o pagamento de novos beneficiários no SIPAS devido às questões de cortes orçamentários abruptos que podem ser demandados pelo Governo Federal. Dessa forma, o Mapa de Decisão ajudou a detalhar as tensões que são implícitas, combinando o

processo analisado com os resultados. Isso permite que os gestores possam ampliar a visão das possíveis causas de tensões neste processo, enxergando-as de maneira mais sistêmica e abrangente. Por fim, permite ainda identificar as possíveis soluções a serem desenvolvidas para os pontos críticos dessas tensões e gerar melhorias nos processos.

5.2. Diagrama de Regras de Negócio

O Diagrama de Regras de Negócio descreve as regras que delimitam um PIC [Netto *et al.*, 2019]. Possui, como elementos, regras organizacionais, contratos e leis. França *et al.* (2015) definem que regras de negócio da KIPO podem assumir três estados: Integridade (I), Derivação (D) e Reação (R). O Diagrama de Regras de Negócio foi criado para modelar os processos existentes entre os SIF no contexto do PBF (i.e., CadÚnico, SIISO, Sistema do MDS, SIBEC, SICES e SIPAS) e explicitar dependências entre SI. Na Figura 3, o fluxo de atividades começa pela inscrição do Responsável Familiar no CadÚnico para se eleger ao PBF (1). Em seguida, o NIS é atribuído pelo SIISO (2-3) e o fluxo segue em duas direções. A primeira vai em direção ao Sistema do MDS para fazer extração da base municipal no CadÚnico e envio ao respectivo Sistema do MDS (4). A segunda segue para qualificar os dados do CadÚnico no SIBEC (5). Assim, o Sistema do MDS informa o número de vagas disponíveis por município ao SIBEC (6), ao passo que o SIBEC valida a entrada e informa o número de entrantes por município junto ao Sistema do MDS (7). É necessário verificar se a folha de pagamento está pronta para envio (8). É necessário abrir o processamento da informação e enviar a relação do NIS versus Beneficiários através do Sistema Conta Caixa Fácil - SICES para o Sistema de Benefício ao Cidadão - SIBEC (11). É necessário enviar a folha de pagamento do Sistema de Benefício ao Cidadão - SIBEC para o Sistema de Pagamento Social - SIPAS (12). É necessário atestar a Folha de Pagamento do Sistema de Benefício ao Cidadão - SIBEC no Sistema do Ministério do Desenvolvimento Social (9).

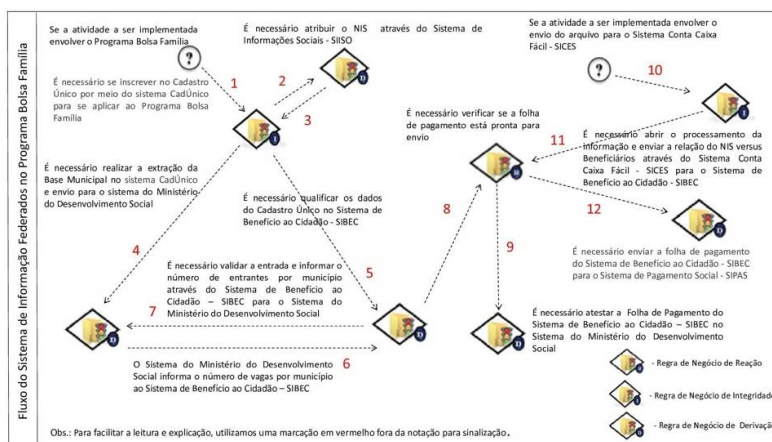


Figura 3. Diagrama de Regras de Negócio modelado

A partir disso, é preciso verificar se a folha de pagamento está pronta para envio (8). Para isso, a Folha de Pagamento do SIBEC é atestada junto ao Sistema do MDS (9). Por fim, o gestor do PBF envia o arquivo resultante para o SICES e então para o SIBEC, a fim de enviar finalmente a folha de pagamento para o SIPAS (10-12). Caso haja tensões na organização durante a definição de interfaces dos SIF, esse diagrama pode auxiliar na identificação das regras que impactam nas interfaces, mitigando possíveis tensões organizacionais na tomada de decisão de melhoria nesse sentido. Sobre o uso deste diagrama, pode-se destacar, como impacto positivo, a explicitação da informação na interação e convergência entre os SI, que é uma característica dos SIF. Dessa forma, o Diagrama de Regras de Negócio permite descrever com objetividade o registro de realização das atividades dos SI e de que maneiras elas estão interligadas em SIF.

6. Proposta de Ontologia para o Domínio dos SIF do PBF

A partir do uso da KIPO para analisar a gestão dos SIF do PBF, partiu-se para especificar

a informação de forma independente de estruturas de dados utilizadas para armazenar a informação, a fim de contribuir para aperfeiçoar a coordenação, comunicação e controle dos gestores de SIF. Nesse sentido, propôs-se uma ontologia para o domínio dos SIF do PBF, pois é fácil de estender com relacionamentos e correspondências de conceitos às ontologias existentes [Gruber, 1995]. Além disso, mesmo que o modelo evolua, isso não afeta os processos e sistemas independentes, o que vai bem ao encontro dos objetivos dos SIF, em que há diferentes SI interconectando e interagindo entre si.

A ontologia construída conta com 44 axiomas declarados, distribuídos em 25 classes, seguindo a conceituação de [Lima e Carvalho, 2005]. A Figura 4 apresenta a taxonomia dos conceitos da ontologia desenvolvida após o refinamento dos termos no PBF. A hierarquia de classes da ontologia também está representada na Figura 4 e tem como objetivo mostrar como as classes e as subclasses estão relacionadas ao SIF do PBF. As classes e subclasses incluem também todos os conceitos dos envolvidos no processo do PBF. Para cada subclasse, é definida uma classe específica. Nas classes, são mostrados os SIF. Eles têm um papel fundamental em cada etapa do processo do PBF. Todos estes elementos definidos na ontologia têm como objetivo unificar o idioma usado por todos os envolvidos na gestão do SIF no PBF.

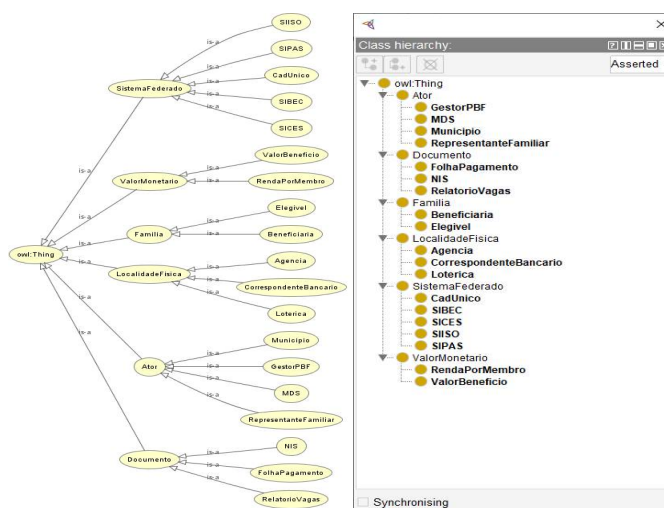


Figura 4. Ontologia (esquerda) e Hierarquia de Classes (direita) dos SIF do PBF usando OWL Viz no Protégé

7. Conclusão

Como contribuição descritiva, o uso da KIPO auxilia a documentar o conhecimento tácito dos gestores. Os resultados deste trabalho mostram que mapas de decisão e modelos de regras de negócio apoiam a compreensão das tensões existentes na gestão de SIF. Além disto, a ontologia desenvolvida também permite a descrição do conhecimento tácito para apoiar os gestores dos SIF do contexto investigado. Os trabalhos futuros podem focar nas principais limitações identificadas neste estudo, como refinar e avaliar a ontologia em um estudo de grupo focal e em outros SIF para ampliar o seu entendimento e aplicabilidade. Outros estudos podem ser feitos para comparar a ontologia com outras relacionadas, e.g., a OntoImpact [França, 2018]. Por fim, uma vez que este trabalho levou em conta a discussão dos pesquisadores e dos especialistas do domínio para construir a ontologia, recomenda-se a reutilização da KIPO para a construção da ontologia do SIF.

Referências

- Antonio, N. P., Fornazin, M., Santos, R. P., Araujo, R. M. (2020) “Information Systems Scalability of the “Bolsa Família” Program: An Interpretative Case Study”. In: XVI Brazilian Symposium on Information Systems (SBSI). New York: ACM.
- Araújo, R., Fornazin, M., Pimentel, M. (2017) “Uma Análise sobre a Produção de Conhecimento Científico nas Pesquisas Publicadas nos Primeiros 10 anos da iSys (2008/2017)”. *iSys: Revista Brasileira de Sistemas de Informação* 10(4):45-65.
- Bahrs, J., Müller, C. (2005) “Modelling and Analysis of Knowledge Intensive Business Processes”. In: Althoff, K., Dengel, A., Bergmann, R., Nick, M., Roth-Berghofer, T. (eds), *Professional Knowledge Management. WM 2005. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3782. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 243-247.
- Bosciarioli, C., Araújo, R. M., Maciel, R. S. I. (2017) “GranDSI-BR: Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026”. Porto Alegre: SBC, 184p.
- Fernandes, J., Baião, F., Santos, R. P. (2020) “KIPO Opportunities for Interoperability Decisions in Systems-of-Information Systems in the Domain of Environmental Management”. In: Santos, R. P., Maciel, C., Viterbo, J. (eds), *Software Ecosystems, Sustainability and Human Values in the Social Web. WAIHCWS 2017, WAIHCWS 2018. Communications in Computer and Information Science*, vol. 1081. Cham: Springer, pp. 21-41.
- França, J. B. S. (2018) “Epidró: Uma abordagem para orientar a projeção colaborativa de impactos de decisões complexas”. Tese. PPGI/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- França, J. B. S., Netto, J. M., Carvalho, J. E. S., Santoro, F. M., Baião, F. A., Pimentel, M. (2015) “KIPO: the knowledge-intensive process ontology”. *Software & Systems Modeling* 14(3):1127-1157.
- Graciano Neto, V. V., Cavalcante, E., El Hachem, J., Santos, D. S. (2017) “On the Interplay of Business Process Modeling and Missions in Systems-of-Information Systems”. In: *IEEE/ACM Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems (JSOS)*, Buenos Aires, Argentina, pp. 72-73.
- Graciano Neto, V. V., Guessi, M., Oliveira, L. B. R., Oquendo, F., Nakagawa, E. Y. (2014) “Investigating the model-driven development for systems-of-systems”. In: *2nd International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems (SESoS)*, Viena, Austria, pp. 22:1-22:8.
- Gruber, T. R. (1995) “Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing?”. *International Journal of Human-Computer Studies* 43(5):907-928.
- Kulkarni, U., Ipe, M. (2010) “Knowledge Intensive Business Processes: A Process-Technology Fit Perspective”. In: Prasad, S. K., Vin, H. M., Sahni S., Jaiswal M. P., Thipakorn B. (eds), *Information Systems, Technology and Management. ICISTM 2010. Communications in Computer and Information Science*, vol. 54. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 32-43.
- Lima, J. C., Carvalho, C. L. (2005) “Ontologias - OWL (Web Ontology Language)”. Technical Report- RT-INF_004-05, UFG, 22p.

- Netto, J., Barboza, T., Baiao, F., F. Santoro (2019) “KiPN: a visual notation for knowledge-intensive processes”. *International Journal of Business Process Integration and Management* 9(3).
- Pimenta, D., Baião, F., Santos, G. (2017) “Usando KIPO para modelar problemas e socialização na elicitação de requisitos”. In: *XX Ibero-American Conference on Software Engineering*, Buenos Aires, Argentina, pp. 455-468.
- Rodriguez, E., Saltor, F. (2002) “On Transactional Issues in Federated Information Systems”. In: Bestougeff, H., Dubois, J. E., Thuraisingham, B. (eds), *Heterogeneous Information Exchange and Organizational Hubs*. Dordrecht: Springer, pp. 17-32.
- Tibau, M., Siqueira, S. W. M., Nunes, B. P. (2018) “Investigating Users’ Decision-Making Process While Searching Online and Their Shortcuts Towards Understanding”. In: Hancke, G., Spaniol, M., Osathanunkul, K., Unankard, S., Klamma, R. (eds), *Advances in Web-Based Learning – ICWL 2018*. ICWL 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol. 11007. Cham: Springer, pp. 54-64.