

Investigando a Evolução da Plataforma Tecnológica em um Ecossistema de Software Federado

Nadja Piedade de Antonio¹, Flávio Horita (Colaborador)²,
Rodrigo Pereira dos Santos (Orientador)¹

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

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

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

Abstract. *Federated Information Systems (FIS) interconnect to obtain features that require several integrations that they would not be able to achieve by themselves. On the other hand, a set of actors that work in an integrated way in a market distributed between software and services is called Software Ecosystem (SECO). Based on these concepts, the FIS arrangement can be called Federated Software Ecosystem (FSECO). In this context, with the advances on the technological evolution, the need for migrating FIS to new technologies is growing faster and such evolution can cause organizational tensions (OT) among stakeholders during such migrations and due to the coexistence of new FIS with legacy systems. This is because there are several challenges involved in this migration: traditional processes, resistance to change, budgetary issues, among others. This work proposes to investigate the evolution of a common technological platform of an FSECO and analyze how OT emerges. As a contribution to the industry, it is intended to find the elements that influence the evolution of the FSECO platform, assisting managers in decision making in the evolution of the FIS involved. As a contribution to the academy, a theorization of the FIS evolution within an FSECO platform will be carried out, providing another way of thinking, theorizing, and understanding systems of this nature.*

Resumo. *Sistemas de Informação Federados (SIF) se interconectam para obter funcionalidades que exigem muitas integrações que, sozinhos, não conseguiriam prover. Por sua vez, um conjunto de atores que funcionam de forma integrada em um mercado distribuído entre software e serviços forma um Ecossistema de Software (ECOS). Partindo destes conceitos, o arranjo de SIF pode ser denominado Ecossistema de Software Federado (ECOSF). Nesse contexto, com o forte avanço da evolução tecnológica, cada vez mais se torna necessário que os SIF migrem para novas tecnologias e esta evolução pode causar tensões organizacionais (TO) entre os stakeholders, seja durante essas migrações ou na convivência de SIF novos e legados. Isto ocorre porque existem diversos desafios envolvidos nesta migração: processos tradicionais, resistência a mudanças, questões orçamentárias, dentre outros. Este trabalho propõe investigar a evolução da plataforma tecnológica comum de um ECOSF e analisar*

como as TO emergem. Como contribuição para a indústria, pretende-se identificar os elementos que influenciam na evolução da plataforma tecnológica comum de um ECOSF, auxiliando gestores na tomada de decisão na evolução dos SIF envolvidos. Como contribuição para a academia, será realizada uma teorização da evolução dos SIF como plataforma de ECOSF, fornecendo outra perspectiva para pensar, teorizar e entender sistemas desta natureza.

1. Introdução

Cada vez mais os sistemas de informação (SI) são pressionados para oferecer funcionalidades mais complexas que buscam melhorar tarefas diárias das comunidades e organizações. A fim de atingir este objetivo, esses SI se interconectam para obter funcionalidades que sozinhos não conseguiriam prover. Ao arranjo de SI mencionado, denomina-se de Sistemas de Informação Federado (SIF) [Graciano Neto et al. 2014]. SIF significam uma nova geração de sistemas, cuja principal tarefa é operar de maneira global com capacidade de envolver as diversificadas fontes de dados existentes para atender propósitos maiores, ou missões [Graciano Neto et al. 2014]. Cada um destes SIF possuem uma missão individual dentro de uma missão maior, como o caso da disponibilização de crédito ao cliente bancário. Neste exemplo, um SIF autoriza a antecipação ao cliente por meio de crédito antecipado de título, outro SIF faz a cobrança deste título e finalmente um último SIF efetiva este crédito na conta corrente do cliente.

SIF são caracterizados por estarem em uma mesma plataforma tecnológica comum como, por exemplo, a plataforma de segurança destes sistemas [Wiederhold 1992]. Assim, SIF permitem que os SI preexistentes, autônomos, distribuídos e heterogêneos sejam utilizados por acesso integrado, vistos como se fossem um único sistema. Tal acesso implica que os usuários dos SIF podem formular consultas únicas e receber respostas consolidadas [Wiederhold 1992]. Além de fornecer acesso integrado, um requisito importante dos SIF é a autonomia local dos SI preexistentes, i.e., a existência dos SIF deve ser transparente para os usuários e aplicativos preexistentes.

Ao conjunto de atores que funcionam de forma integrada em um mercado distribuído entre software e serviços, denomina-se Ecossistema de Software (ECOS) [Bosch 2011]. Sendo assim, neste projeto, o arranjo de SIF pode ser investigado como um Ecossistema de Software Federado (ECOSF). O conceito de ecossistema é oriundo do campo da biologia, que significa uma comunidade de organismos vivos convivendo com outros componentes inanimados [Dhungana et al. 2010]. Os relacionamentos entre eles e com o meio ambiente fazem com que interajam como um sistema.

Nos SIF, esta convivência, compreendida como a interconexão entre SI para obter funcionalidades mais complexas, não é um tópico recente [Carlsson e Stankiewicz 1991] [Wiederhold 1992]. Isto porque SI legados têm migrado para tecnologias mais funcionais, como desenvolvimento por meio de microsserviços e no contexto de arquitetura orientada a serviços ¹ [Francesco et al. 2019]. No entanto, a migração tecnológica desses SIF não

¹SOA, acrônimo de *Service-Oriented Architecture* (em português: Arquitetura Orientada a Serviços), é um padrão de projeto de software, ou padrão de arquitetura de software de baixo acoplamento, na qual as funcionalidades implementadas nas aplicações devem ser disponibilizadas na forma de serviços, acessíveis normalmente via *web services*, baseada nos princípios da computação distribuída e que utiliza o paradigma *request/reply* para estabelecer a comunicação entre os sistemas clientes e os sistemas dos serviços [Francesco et al. 2019].

ocorre sem turbulências. Isso advém do fato de que existem diversos desafios envolvidos nesta migração: processos tradicionais, resistência a mudanças, questões orçamentárias, dentre outros. Os desafios advindos da migração tecnológica dos SIF podem catalisar ou até mesmo gerar tensões organizacionais (TO) [Smith e Lewis 2011]. As TO são definidas como um conjunto de dualidades opostas, mas inter-relacionadas, inerentes ao processo de gestão de uma organização. Desta forma, as TO estão relacionadas à cultura, às práticas e aos processos da organização [Smith e Lewis 2011].

Com relação a TO, foi realizado um estudo que buscou avaliar o impacto das tensões, política de fusões e compartilhamento de conhecimento na gestão da mudança organizacional [Al-Mulla et al. 2019]. O estudo focou em analisar as TO advindas de um processo de fusão de empresas que pode causar desconforto ou necessidade de mudança organizacional. Por outro lado, o presente trabalho busca analisar, de forma mais ampla, o surgimento das TO no contexto dos SIF.

Sendo assim, este trabalho propõe investigar a evolução da plataforma tecnológica comum de um ECOSF e analisar como emergem as TO, analisando-as pelas dimensões de um SI, i.e., pessoas, tecnologias e processos/organizações [Laudon e Laudon 2011]. Para este fim, este trabalho se propõe a responder às seguintes questões de pesquisa (QP): *(QP1) Como acontece a evolução da plataforma tecnológica comum de um ECOSF em meio ao contexto organizacional e seus stakeholders? (QP2) Quais são os elementos no contexto das dimensões de SI (i.e., pessoas, tecnologias, processos/organizações) que influenciam na evolução da plataforma tecnológica comum de um ECOSF? (QP3) Quais TO foram identificadas na evolução da plataforma tecnológica comum de um ECOSF?*

Como contribuição à indústria, pretende-se encontrar e descrever os elementos que influenciam na evolução da plataforma tecnológica comum do ECOSF bem como as TO, auxiliando gestores na tomada de decisão na evolução dos SIF envolvidos. Como contribuição à academia, pretende-se realizar uma teorização da evolução dos SIF, fornecendo mais uma forma de pensar, teorizar e entender sistemas desta natureza. Esta teorização poderá contribuir para o entendimento destes SIF.

Ressaltamos que investigar sobre a interconexão entre os SI e sua complexidade é um dos grandes desafios postos para a comunidade de pesquisa em SI [Boscarioli et al. 2017]. Almejamos que esta teorização contribua para o entendimento destes ECOSF. Para alcançar esta meta, será realizada uma investigação sobre os SIF que compõem o ECOSF no seu contexto de uso em um estudo de casos múltiplos da indústria.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o problema; a Seção 3 descreve o projeto de pesquisa e a metodologia proposta; a Seção 4 apresenta o projeto de avaliação da solução; a Seção 5 traz as atividades realizadas; e, finalmente, a Seção 6 descreve as considerações finais.

2. Apresentação do Problema

Com o advento da evolução tecnológica, trazendo com isso tecnologias mais funcionais, faz-se necessário que estes SIF precisem evoluir para novas tecnologias. Caso não aconteça tal evolução, os SIF envolvidos ficam obsoletos e não são mais utilizados. A evolução ou não dos SIF é determinante para a continuidade desses sistemas. Fazendo uma analogia à Teoria de Darwin, da mesma forma que os organismos mais bem adap-

tados ao meio sobrevivem, os SIF também passam por uma “seleção natural”, permanecendo aqueles mais bem adaptados [Darwin 2018].

Entretanto, esta evolução tecnológica pode gerar TO decorrentes deste processo entre os *stakeholders* e pela coexistência dos SIF novos e legados. Isto ocorre porque existem diversos desafios envolvidos nesta migração [Albukhitan 2020]:

- Processos tradicionais - com os SIF conectados digitalmente, os processos tradicionais e até mesmo manuais precisam ser mitigados para futuramente serem eliminados;
- Resistência a mudanças e modelo de negócio legado confortável - a maioria das pessoas estão tão arraigadas aos processos tradicionais das tarefas diárias que, quando chega a hora de melhorar os processos e incorporar novas tecnologias, elas resistem. Muitas pessoas resistem à mudança em seu ambiente de trabalho, pois isso afeta sua zona de conforto, uma vez que a evolução tecnológica é vista como uma ameaça;
- Restrições de orçamento - são necessários investimentos substanciais para realizar evoluções tecnológicas. Os benefícios são múltiplos, tanto de curto como de longo prazo, mas é importante lembrar que cada organização é diferente, principalmente quando se trata de sistemas de receita e custo;
- Estrutura da organização inflexível - uma organização requer modelos de negócios adequados para viabilizar a evolução tecnológica. A reestruturação da organização para um modelo mais flexível pode levar a resultados positivos, acelerando esta evolução e criando uma oportunidade para melhorar o trabalho nas organizações;
- Ausência de conhecimento - a falta de conhecimento se torna um dificultador para realizar evoluções tecnológicas;
- Segurança - ataques cibernéticos são uma grande preocupação nestas evoluções.

Caso estes desafios não sejam superados e as TO não sejam administradas, podem haver demissões, queda na produtividade das equipes, problemas de invasão dos sistemas e perda de receita e novos negócios nas organizações. Sendo assim, este trabalho propõe investigar a evolução da plataforma tecnológica comum de um ECOSF e analisar como as TO emergem na plataforma.

3. Projeto da Pesquisa

Para responder às QP propostas, este trabalho propõe a adoção de uma metodologia que combina diferentes métodos de pesquisa. Na fase de **Concepção** seguem as seguintes etapas: i) **Caracterização Inicial da Literatura** com pesquisas *ad hoc* sobre o tema proposto; ii) **Estudo Exploratório** que consistiu em um estudo de caso qualitativo a fim de se identificar as TO em um contexto real; iii) **Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL)** que será conduzido para identificar os elementos de evolução de plataformas tecnológicas de SI na literatura existente; iv) **Modelo inicial com as características de ECOSF** que será elaborado com os dados que forem identificados do MSL; v) **Pesquisa de opinião** (survey) que será baseada no modelo inicial - esta pesquisa será realizada com gestores e profissionais da área de TI e terá como objetivo avaliar os elementos do modelo inicial que se caracterizam como geradores ou catalisadores na evolução da plataforma tecnológica comum de um ECOSF no contexto organizacional -; vi) **Teorização à luz da Teoria de Evolução** que irá analisar o modelo inicial e os dados da pesquisa

de opinião a fim de identificar as TO que emergem neste contexto - para esta análise, *Grounded Theory* (GT) será empregada para classificar os dados derivados nas categorias da Teoria de Darwin. A Teoria de Darwin foi escolhida por já ser utilizada em trabalhos de outras áreas com sucesso [Lopes e Vasconcellos 2008] [Pais 2014]. No ano de 2001, foi criado o termo “darwinismo digital”, referindo-se à necessidade constante de adaptação ao meio da TI para sobreviver [Schwartz 2001]. Entende-se que esta teoria é relevante e importante para embasar este trabalho tendo em vista a crescente necessidade de adaptação dos SIF ao meio.

Na fase de **Implementação e Avaliação** seguem as seguintes etapas: vii) **Modelo de avaliação de TO em ECOSF** que será avaliado por meio da metodologia de estudo de caso; vii) **Estudo de casos múltiplos na indústria**; e viii) **Lições Aprendidas e Refinamento do Modelo**. O estudo de caso é uma metodologia utilizada quando se deseja estudar o comportamento de um SI em um contexto e não é possível separá-lo das características específicas deste contexto [Klein e Myers 1999]. A Figura 1 apresenta o projeto da pesquisa completo.

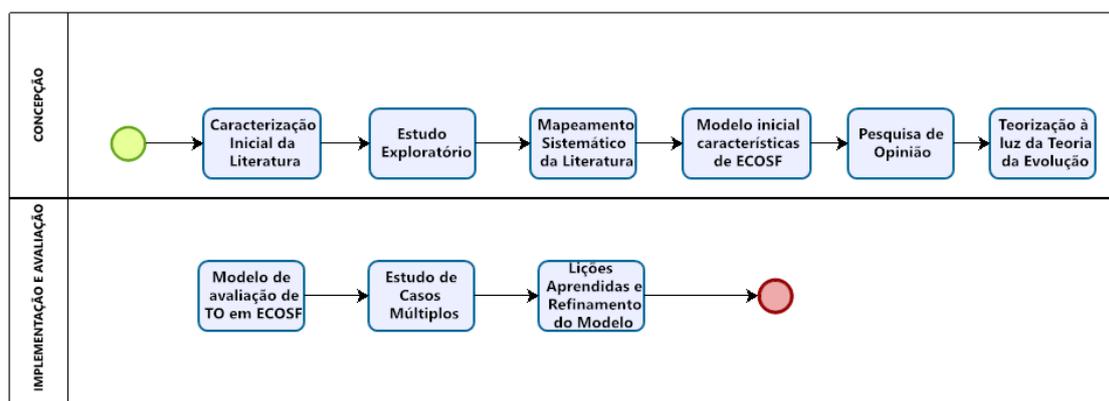


Figura 1. Metodologia adotada nesta pesquisa.

4. Projeto de Avaliação

Para avaliar a solução, serão executados estudo de casos múltiplos. Um primeiro caso será explorado em um banco público nacional, um segundo caso será em uma organização que oferece serviços de meteorologia e, por fim, um terceiro caso ainda a ser confirmado. O objetivo do estudo de casos múltiplos será verificar se o uso do modelo de avaliação de TO em ECOSF apoia os gestores e profissionais de TI nas tomadas de decisões no processo de desenvolvimento de sistemas. Isto será realizado, primeiramente, delineando-se um tempo de uso do modelo de avaliação de TO em ECOSF nas três organizações (três casos). Após isso, por meio de entrevistas estruturadas e semiestruturadas, será verificado se o modelo de avaliação de TO em ECOSF atendeu ao objetivo e o que pode ser melhorado no modelo. Após a etapa de avaliação, uma etapa de refinamento é indicada, com o objetivo de atuar nos ajustes identificados a partir dos resultados parciais obtidos.

5. Atividades Realizadas

Dentre as atividades propostas para o projeto de pesquisa e o projeto de avaliação da solução, já foram realizadas: i) **caracterização inicial da literatura dos SIF** e ii) **estudo**

exploratório. O estudo exploratório teve como objetivo delinear as TO por meio do conhecimento tácito inerentes na gestão dos SIF por meio de um estudo de caso qualitativo no contexto real de um banco público nacional [Antonio et al. 2021]. Foi identificado neste estudo que as TO emergem de determinados comportamentos indesejáveis no processo de desenvolvimento de sistemas entre os *stakeholders* envolvidos.

6. Considerações Finais

Este trabalho apresentou um projeto de pesquisa de doutorado cujas principais contribuições esperadas são:

- Elementos que interferem na evolução de uma plataforma tecnológica comum de um ECOSF. Instanciando a teoria para um caso real, serão identificadas as TO que influenciam o contexto organizacional de um ECOSF, a fim de auxiliar gestores na tomada de decisão na evolução da plataforma tecnológica comum dos SI envolvidos;
- Modelo de avaliação de TO em ECOSF a partir dos elementos identificados a partir do GT. O modelo com os elementos em um caso real contribuirá para a academia fornecendo outra forma de pensar, teorizar e entender ecossistemas desta natureza;
- Lições aprendidas a partir do estudo de casos múltiplos. O estudo de casos múltiplos fornecerá insumos à indústria para diagnosticar o que funciona e o que não funciona na evolução da plataforma tecnológica comum do ECOSF.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UNIRIO, FAPERJ (Proc. 211.583/2019) e CNPq (Proc. 437937/2018-6) pelo apoio à pesquisa.

Referências

- Al-Mulla, A., Ameen, A., Issac, O., Nusari, M., e Al-Shibami, A. H. (2019). The Effect of Organizational Tensions, Merge Policy and Knowledge Sharing on Managing Organizational Change: The Context of Abu Dhabi National Oil Organizations. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14(8):2517–2531.
- Albukhitan, S. (2020). Developing digital transformation strategy for manufacturing. *Procedia Computer Science*, 170:664–671.
- Antonio, N., Dias, R., Malcher, P., Horita, F., e Santos, R. d. (2021). Mapping organizational tensions using kipo in federated information systems: A case study in a brazilian bank. In *XVII Brazilian Symposium on Information Systems, SBSI'21*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Boscarioli, C., Araujo, R., e Maciel, R. (2017). *I GranDSI-BR – Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026. Special Committee on Information Systems (CE-SI). Brazilian Computer Society (SBC). I GranDSI-BR.*
- Bosch, J. (2011). Software ecosystems – implications for strategy, business model and architecture. In *2011 15th International Software Product Line Conference*, Munich, Germany.
- Carlsson, B. e Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2):93–188.

- Darwin, C. (2018). *On the Origin of Species: Or; The Preservation of the Favoured Races in the Struggle for Life*. Read Books Ltd.
- Dhungana, D., Groher, I., Schludermann, E., e Biffi, S. (2010). Software ecosystems vs. natural ecosystems: Learning from the ingenious mind of nature. In *Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume*, ECSA '10, page 96–102, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Francesco, P., Lago, P., e Malavolta, I. (2019). Architecting with microservices: a systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 150.
- Graciano Neto, V. V., Guessi, M., Oliveira, L. B. R., Oquendo, F., e Nakagawa, E. Y. (2014). Investigating the model-driven development systems-of-systems. In *Proceedings of the 2014 European Conference on Software Architecture Workshops*, ECSAW '14, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Klein, H. e Myers, M. (1999). A set of principles for conducting and evaluating interpretive field studies in information systems. *MIS Quarterly*, 23(1).
- Laudon, K. e Laudon, J. (2011). *Sistemas de informação gerenciais*. Pearson Brasil.
- Lopes, R. G. e Vasconcellos, S. (2008). Implicação da teoria da evolução para a psicologia: a perspectiva da psicologia evolucionista. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 25:123–130.
- Pais, M. S. (2014). *Estudo da Influência dos Parâmetros de Algoritmos Paralelos da Computação Evolutiva no seu Desempenho em Plataformas Multicore*. PhD thesis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Schwartz, E. I. (2001). *Digital Darwinism: 7 Breakthrough Business Strategies for Surviving in the Cutthroat Web Economy*. Broadway.
- Smith, W. e Lewis, M. (2011). Toward a Theory of Paradox: A Dynamic Equilibrium Model of Organizing. *Academy of Management Review*, 36(2):381–403.
- Wiederhold, G. (1992). Mediators in the architecture of future information systems. *IEEE Computer Society Press*, (3):38–49.