

## Investigando a Rastreabilidade de Requisitos em Ecosystemas de Software

Rodrigo Gonçalves (Mestrando), Paulo Malcher (Colaborador),  
Rodrigo Pereira dos Santos (Orientador)

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)  
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

{rfeitosa,paulo.malcher}@edu.unirio.br, rps@uniriotec.com

**Abstract.** *Bringing together actors and artifacts to develop products over a common technological platform has been used as a strategy by large software companies, creating software ecosystems (SECO). In SECO, there are actors who are classified as customers, external developers, and technological platform providers (keystone). This set of actors is usually responsible for diversified and emerging streams of requirements that arise from multiple communication channels. For this reason, tracking requirements in SECO is considered a challenge. This work seeks to investigate requirements traceability in SECO in order to develop a conceptual model to support related activities in this context. To do so, a methodological approach consisting of a field study and a longitudinal study is proposed. In addition, a focus group and a feasibility study will be conducted to evaluate the conceptual model. As a contribution, we intend to provide a conceptual model to support requirements traceability in SECO and to help requirements managers in the understanding on how requirements can be traced in this context.*

**Resumo.** *Reunir atores e artefatos para desenvolver produtos em torno de uma plataforma tecnológica comum tem sido utilizada como estratégia pelas grandes empresas de software, criando assim ecossistemas de software (ECOS). Em ECOS, existem atores que são classificados como clientes, desenvolvedores externos e provedores da plataforma tecnológica (organizações centrais). Esse conjunto de atores, no geral, é responsável pelos variados e emergentes fluxos de requisitos que surgem por meio de múltiplos canais de comunicação. Por essa razão, rastrear requisitos em ECOS é considerado um desafio. Este trabalho busca investigar a rastreabilidade de requisitos em ECOS afim de criar um modelo conceitual para apoiar a atividade de rastreabilidade de requisitos nesse contexto. Para isso, é proposta uma abordagem metodológica composta por um estudo de campo e um estudo longitudinal. Além disso, um grupo focal e um estudo de viabilidade serão realizados para avaliar o modelo conceitual. Como contribuição, pretende-se oferecer um modelo conceitual que apoie a rastreabilidade de requisitos em ECOS e que auxilie gerentes de requisitos a entender como os requisitos podem ser rastreados nesse contexto.*

## 1. Introdução

As empresas vêm adotando novas abordagens de desenvolvimento de software em que várias soluções, empresas e desenvolvedores colaboram em torno de uma plataforma tecnológica comum, formando assim os Ecossistemas de Software (ECOS) [Manikas 2016]. Os ECOS são rentáveis para os parceiros envolvidos, pois possibilitam vantagens para as organizações provedoras das plataformas tecnológicas, como o aumento da abrangência de suas plataformas, atingindo um número maior de atores contemplados pelas soluções de software incorporadas. É possível destacar também a redução de custos com pesquisa e desenvolvimento, sendo que diversas soluções de software novas são construídas por desenvolvedores externos que contribuem na plataforma tecnológica comum [Bosch 2009, Jansen et al. 2013].

Apesar das vantagens mencionadas, a transição para ECOS pode ter desafios relacionados às barreiras de comunicação entre os diferentes atores, que podem estar dispersos geograficamente [Linåker et al. 2020]. Além disso, a possibilidade que o ECOS fornece para ter uma plataforma aberta a atores externos aumenta os conflitos de interesse na engenharia de requisitos. Para Valença e Alves (2017), um dos principais problemas nesse contexto é a inconsistência e variabilidade nos requisitos das partes interessadas. Dessa forma, um dos principais fatores para a complexidade é a natureza em constante mudança dos ecossistemas, o que resulta em muitos novos requisitos que são baseados nas tendências do ecossistema e introduzidos no ambiente à medida que requisitos emergentes surgem. Esses requisitos emergentes costumam surgir de usuários finais que são consumidores no ecossistema [Knauss et al. 2018].

Diante disso, a gerência de requisitos é tida como uma grande aliada para estabelecer e manter um acordo com o cliente em relação aos requisitos a serem observados no projeto e desenvolvimento de software [Salo et al. 2015]. Algumas das atividades da gerência de requisitos incluem: rastreabilidade de requisitos, controle de mudança, controle de versão e acompanhamento do estado dos requisitos [Paetsch et al. 2003, Li et al. 2012]. Segundo Vegendla et al. (2018), como os atores do ECOS são distribuídos globalmente, a gerência de requisitos é desafiadora, principalmente nas tarefas de rastreabilidade e variabilidade nos requisitos. Os autores destacam que a gerência de requisitos, em específico a atividade de rastreabilidade de requisitos, não foi explorada na literatura. Assim, surge a necessidade de realizar pesquisas que possam trazer informações de como conduzir e analisar a rastreabilidade de requisitos no contexto de ECOS, pois esta é uma tarefa importante para prover mudanças nos requisitos.

O objetivo deste trabalho é investigar a rastreabilidade de requisitos no contexto de ECOS. A partir disso, pretende-se desenvolver um modelo conceitual para apoiar a atividade de rastreabilidade nesse contexto. Para esse fim, esse trabalho levanta a seguinte questão de pesquisa (QP) que norteia essa pesquisa: “*Como acontece a rastreabilidade de requisitos no contexto de ECOS?*”. Para alcançar o objetivo da pesquisa, é proposta uma metodologia composta de estudo de campo, estudo longitudinal (atualização e extensão de um Mapeamento Sistemático da Literatura - MSL), grupo focal e estudo de viabilidade.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o problema; a Seção 3 descreve o projeto da pesquisa; 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

No cenário de ECOS, a comunicação de requisitos é afetada pela heterogeneidade de atores desconhecidos, que se comunicam por meio de diferentes canais de comunicação abertos, formais ou informais, para articular necessidades que geram novos requisitos ou solicitam alterações. Nesse sentido, todas as solicitações podem ser realizadas dentro e fora do ECOS [Linåker et al. 2020].

A existência de vários canais de comunicação em ECOS foi destacada como um fator negativo para a gerência de requisitos, pois novos requisitos emergem de maneira descentralizada [Soltani e Knauss 2015, Linåker e Wnuk 2016]. Em consequência, isso reflete na rastreabilidade de requisitos, pois as demandas de produtos e serviços surgem de vários atores e a partir de múltiplos canais de comunicação, o que torna a organização dos requisitos uma atividade desafiadora e trabalhosa [Knauss et al. 2018, Vegendla et al. 2018]. Vale destacar que a rastreabilidade de requisitos tem seu início desde a elicitação, avançando na fase de desenvolvimento até a manutenção do software e constitui uma das principais atividades da gerência de requisitos [Mäder e Egyed 2012].

Em ECOS, existe o fluxo de requisitos estratégicos que leva em consideração as metas de negócios e estratégias globais e o fluxo de requisitos emergentes que surge baseado em tendências do ecossistema que muitas das vezes são consideradas como soluções inovadoras [Knauss et al. 2018]. Os requisitos emergentes geralmente são identificados pelos usuários finais. Entretanto, outros atores do ECOS também podem contribuir em sua definição [Knauss et al. 2018]. Nesse sentido, os múltiplos canais de comunicação abertos, a existência de atores heterogêneos distribuídos globalmente e os variados fluxos de requisitos em ECOS dificultam a rastreabilidade de requisitos, o que pode impactar no entendimento de como os diversos requisitos podem trazer valor de negócio para o ECOS. Dessa forma, realizar a rastreabilidade dos requisitos em ECOS é considerado um desafio [Soltani e Knauss 2015, Linåker e Wnuk 2016, Vegendla et al. 2018].

Saarni e Kauppinen (2021) destacam que em ECOS a atividade de rastreabilidade de requisitos pode ser classificada como uma prática da gerência de requisitos muito importante. A rastreabilidade pode ajudar os atores dos ECOS a priorizar as funcionalidades em equipe e definir o escopo do ECOS de forma satisfatória. Portanto, pesquisas devem ser realizadas para investigar a rastreabilidade como um ponto importante para apoiar a gerência de requisitos [Vegendla et al. 2018].

De forma geral, nos últimos anos alguns trabalhos citaram a rastreabilidade como um ponto importante na gerência de requisitos em ECOS. Por exemplo, Fricker 2009 propôs uma ferramenta que apoia a comunicação de requisitos entre diversos atores, sendo uma forma que pode auxiliar na rastreabilidade dos requisitos comunicados. Valença e Alves (2017) e Knauss et al. (2018), por sua vez, utilizaram rastreadores de problemas, que servem como uma forma de apoiar à rastreabilidade de requisitos. Dessa forma, é possível afirmar que essas pesquisas: (i) não fornecem um processo e informações definidas para desenvolver um modelo de rastreabilidade de requisitos para ECOS; e (ii) não fornecem uma classificação das informações que devem ser rastreadas.

## 3. Projeto da Pesquisa

Para responder a QP proposta, este trabalho propõe a adoção de uma metodologia que combina diferentes métodos de pesquisa. Dessa forma, as seguintes etapas foram defini-

das: **(i) Caracterização inicial da pesquisa:** busca reunir conceitos e definições sobre ECOS, gerência e rastreabilidade de requisitos; **(ii) Estudo de campo:** objetiva investigar a gerência de requisitos de forma geral e como a rastreabilidade de requisitos é realizada em um ECOS real; **(iii) Estudo longitudinal:** visa identificar por meio da atualização de um MSL os fatores e elementos que influenciam a rastreabilidade de requisitos no contexto de ECOS; **(iv) Modelo conceitual de rastreabilidade:** objetiva a criação de um modelo conceitual para rastreabilidade de requisitos em ECOS; **(v) Avaliação** visa realizar um grupo focal com especialistas; **(vi) Estudo de viabilidade:** busca aplicar o modelo em um ECOS real. A Figura 1 apresenta o projeto da pesquisa completo.

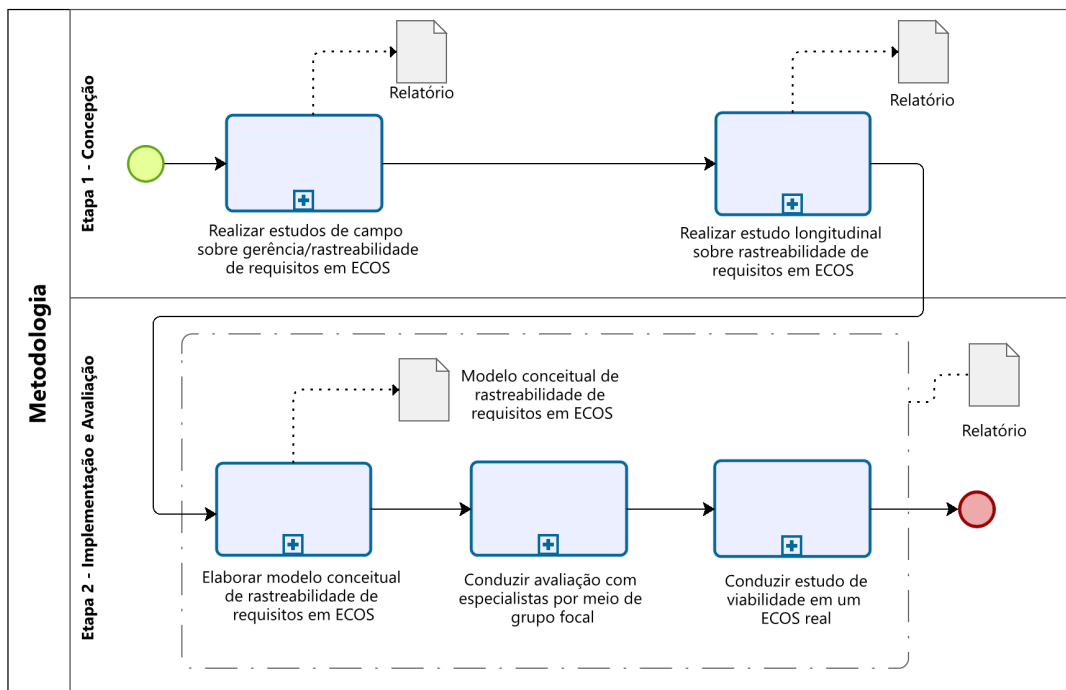


Figura 1. Metodologia adotada nesta pesquisa.

#### 4. Projeto de Avaliação

A avaliação será realizada por meio de um grupo focal com especialistas (pesquisadores e/ou profissionais) da área de engenharia de requisitos, ECOS e Sistemas de Informação. O objetivo da avaliação será apresentar o modelo conceitual e, com os *feedbacks* recebidos, refiná-lo e gerar uma nova versão. Na fase de avaliação, o grupo focal consiste em um conjunto de pessoas que realizam ou já realizaram a atividade de rastreabilidade de requisitos em ECOS, com o objetivo de analisar o modelo proposto.

A partir do refinamento pós-grupo focal, pretende-se realizar um estudo de viabilidade para avaliar o modelo proposto em um ECOS real. Para realizar o estudo de viabilidade serão adotadas três etapas: (i) descrição do caso; (ii) aplicação do modelo conceitual de rastreabilidade; e (iii) avaliação dos *stakeholders*. Caso os resultados produzidos corroborem com a pesquisa, será realizado um refinamento do modelo para incorporar melhorias e sugestões.

## 5. Atividades Realizadas

Dentre as atividades propostas para o projeto de pesquisa e de avaliação da solução, foram realizadas: **(i) caracterização inicial da pesquisa**, a fim de reunir conceitos e definições sobre ECOS, gerência e rastreabilidade de requisitos; e **(ii) um estudo de campo** que teve como objetivo investigar a gerência de requisitos de forma geral e como a rastreabilidade de requisitos e realizada em um ECOS real. O ECOS estudado foi o Sistema Online de Aprendizagem (SOLAR) que possui um conjunto de relacionamentos entre os usuários, fornecedores de tecnologia, desenvolvedores de soluções e relações, o que contribui para a formação de um conjunto heterogêneo de atores [Coutinho et al. 2017]. Neste estudo, foi identificado que o ECOS SOLAR não utiliza uma abordagem específica para a gerência de requisitos e que nenhum método específico é adotado na atividade da rastreabilidade de requisitos. Por meio desses resultados, foi possível identificar a rastreabilidade de requisitos como um ponto importante a ser investigado em ECOS, o que ajudou a definir o objetivo desta pesquisa. Em razão disso, este trabalho busca explorar a rastreabilidade de requisitos de forma mais detalhada em ECOS.

## 6. Considerações Finais

Esta proposta poderá contribuir tanto para a indústria quanto para a comunidade científica de ECOS. Como contribuição para a indústria, o modelo conceitual servirá de apoio para a atividade de rastreabilidade de requisitos, capturando características essenciais de ECOS. Para a comunidade científica, esta pesquisa busca disponibilizar um corpo de conhecimento sobre rastreabilidade de requisitos no contexto de ECOS, considerando a lacuna apontada na literatura. O próximo passo da pesquisa será a realização estudo longitudinal para que seja possível identificar os fatores e elementos que influenciam a rastreabilidade de requisitos em ECOS. Por meio das informações coletadas pelo estudo longitudinal, pretende-se criar a primeira versão do modelo conceitual de rastreabilidade e realizar a avaliação com os especialistas (pesquisadores e/ou profissionais).

Para atingir as contribuições esperadas, é necessário levar em conta os riscos associados à construção de um modelo conceitual que apoie a rastreabilidade de requisitos e que não se limite a um tipo específico de ECOS. Por essa razão, uma outra ameaça a ser superada no desenvolvimento da pesquisa é a realização da avaliação desse modelo conceitual em um cenário real, considerando possíveis variações.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, UNIRIO e FAPERJ (Proc.211.583/2019).

## Referências

- Bosch, J. (2009). From software product lines to software ecosystems. In *13th Software Product Line Conference (SPLC)*, volume 9, pages 111–119.
- Coutinho, E. F., Viana, D., and Dos Santos, R. P. (2017). An exploratory study on the need for modeling software ecosystems: The case of solar seco. In *2017 IEEE/ACM 9th International Workshop on Modelling in Software Engineering (MiSE)*, pages 47–53.

- Fricker, S. (2009). Specification and analysis of requirements negotiation strategy in software ecosystems. In *International Workshop on Software Ecosystems (IWSECO'09)*, pages 19–33.
- Jansen, S., Peeters, S., and Brinkkemper, S. (2013). Software ecosystems: From software product management to software platform management. In *In Proceedings of the International Workshop From Start-ups to SaaS Conglomerate: Life Cycles of Software Products, 4th ICSOB*, pages 5–18.
- Knauss, E., Yussuf, A., Blincoe, K., Damian, D., and Knauss, A. (2018). Continuous clarification and emergent requirements flows in open-commercial software ecosystems. *Requirements Engineering*, 23(1):97–117.
- Li, J., Zhang, H., Zhu, L., Jeffery, R., Wang, Q., and Li, M. (2012). Preliminary results of a systematic review on requirements evolution. In *16th International Conference on Evaluation & Assessment in Software Engineering (EASE 2012)*, pages 12–21.
- Linåker, J., Regnell, B., and Damian, D. (2020). A method for analyzing stakeholders' influence on an open source software ecosystem's requirements engineering process. *Requirements Engineering*, 25(1):115–130.
- Linåker, J. and Wnuk, K. (2016). Requirements analysis and management for benefiting openness. In *2016 IEEE 24th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)*, pages 344–349.
- Mäder, P. and Egyed, A. (2012). Assessing the effect of requirements traceability for software maintenance. In *2012 28th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM)*, pages 171–180.
- Manikas, K. (2016). Revisiting software ecosystems research: A longitudinal literature study. *Journal of Systems and Software*, 117:84–103.
- Paetsch, F., Eberlein, A., and Maurer, F. (2003). Requirements engineering and agile software development. In *12th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises.*, pages 308–313.
- Saarni, K. and Kauppinen, M. (2021). Requirements engineering in the planning phase of a software ecosystem. In *International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*, pages 133–148. Springer.
- Salo, R., Poranen, T., and Zhang, Z. (2015). Requirements management in github with a lean approach. In *14th Symposium on Programming Languages and Software Tools (SPLST)*, pages 164–178.
- Soltani, M. and Knauss, E. (2015). Cross-organizational challenges of requirements engineering in the autosar ecosystem: An exploratory case study. In *2015 IEEE Fifth International Workshop on Empirical Requirements Engineering (EmpiRE)*, pages 41–48.
- Valença, G. and Alves, C. (2017). A theory of power in emerging software ecosystems formed by small-to-medium enterprises. *Journal of Systems and Software*, 134:76–104.
- Vegendla, A., Duc, A. N., Gao, S., and Sindre, G. (2018). A systematic mapping study on requirements engineering in software ecosystems. *Journal of Information Technology Research (JITR)*, 11(1):49–69.