

Redes de Colaboração em Ecossistemas de Software: Uma Análise baseada em uma Revisão Longitudinal de Literatura

**Caio Borges¹, David Barreto², Sabrina Marczak¹,
Cleidson de Souza³, Fernando Figueira Filho⁴**

¹MunDDoS – PPGCC – Faculdade de Informática, PUCRS
Caixa Postal 1.429 – 90619-900 – Porto Alegre – RS

²Pesquisador Independente – Porto Alegre – RS – Brasil

³Faculdade de Computação, UFPA
Rua Augusto Corrêa 01 – CEP 66075-110 – Belém – PA

⁴Coopera – Departamento de Informática e Matemática Aplicada, UFRN
Caixa Postal 1524 – Natal – RN

caio.borges@acad.pucrs.br, david@cgbhome.com, sabrina.marczak@pucrs.br,
cleidson.desouza@acm.org, fernando@dimap.ufrn.br

Abstract. *A Software Ecosystem is the interaction of a set of actors having a technological platform in common and resulting in a number of software solutions or services. The development of this kind of large software system involves business, technical, and social aspects. Manikas (2016)'s literature review revealed that although software ecosystems are gaining importance, the topic is still in development and that some aspects are less discussed than others, such as the social one. In order to highlight the collaborations among authors, including the ones that discuss social aspect, this papers presents the visualization of collaborative networks among authors of software ecosystems papers as listed in Manikas's literature review. Results of such visualizations reveal hidden patterns of collaboration and point out central authors. It also highlights the little attention given to social aspects until now.*

Resumo. *Ecossistema de Software é a interação de um conjunto de atores com base em uma plataforma tecnológica comum que resulta em uma série de soluções ou serviços de software. O desenvolvimento deste tipo de grandes sistemas de software envolve aspectos de negócio, técnicos e sociais. A revisão da literatura de Manikas (2016) revelou que, embora os ecossistemas de software ganhem importância, o tema ainda está em desenvolvimento e alguns aspectos são menos discutidos do que outros, como o social. Para destacar as colaborações entre os autores, incluindo os que discutem o aspecto social, esse trabalho apresenta a visualização de redes colaborativas entre autores de artigos de ecossistemas de software, conforme listado na revisão da literatura de Manikas. Os resultados dessas visualizações revelam padrões ocultos de colaboração e apontam quem são os principais autores. Também destaca a pouca atenção dada aos aspectos sociais até os dias de hoje.*

1. Introdução

Jansen *et al.* (2009) definem que um Ecossistema de Software (do inglês, *Software Ecosystem*) é um conjunto de funcionalidades de negócio que como uma unidade interagem em um mercado de compartilhamento de produtos e serviços. Segundo Manikas *et al.* (2013), é uma interação de um conjunto de atores que estão sobre a mesma plataforma tecnológica, o que resulta em um número de software, soluções e serviços. De acordo com Bosch (2009), um Ecossistema de Software consiste em um conjunto de soluções de software que permite, suporta e automatiza atividades e transações de atores associados em Ecossistemas sociais ou de negócios. A definição que permite um panorama mais realista e geral poderia ser a de Bosch *et al.* (2010), que indica que um Ecossistema de Software consiste em uma plataforma de software, um conjunto interno e externo de desenvolvedores e comunidade de domínio que se dedica em compor soluções que satisfaçam suas necessidades.

Essas definições estão todas corretas acerca do tema, porém as primeiras referem-se a dimensões específicas do que realmente é um Ecossistema de Software (ECOS) e como ele se estrutura. No trabalho apresentado por de Souza *et al.* (2016), os autores se baseiam em uma classificação proposta por Barbosa *et al.* (2013) para discutir ECOS em três dimensões, quais sejam: Técnica (*Technical*), de Negócio (*Business*) e Social (*Social* ou *Relationships*). Campbell *et al.* (2010) também classificam em seu trabalho três dimensões—Arquitetura, de Negócio e Social, e propõem como aprimorar cada aspecto em um ECOS com um conjunto de estratégias.

A dimensão *técnica*, conforme definida por Bosch (2009), diz respeito a um conjunto de soluções de software que suporta e automatiza atividades. Sem dúvidas o aspecto técnico é importante e de acordo com Manikas (2016) já possui um considerável número de publicações. A dimensão *de negócio* está constantemente sendo discutida, pois ela foca na produtividade e valor que se pode gerar a partir de um ECOS. Segundo Jansen *et al.* (2009), esta dimensão diz respeito a discussão de funcionalidades de negócio e a interação das mesmas com o mercado de produtos e serviços. A terceira dimensão é a social, também chamada por alguns autores de relacionamento (*relationship*). Ao definir que um ECOS é um conjunto de autores atuando em uma mesma plataforma e que isso resulta em soluções e serviços, Manikas *et al.* (2013) indicam o quanto o social é importante dentro destes ECOS. São as pessoas que produzem as soluções e interagem nesses meios. Manikas (2016) aponta que esta dimensão é pouco discutida em relação às demais.

Visto que a área é recente e que a literatura ainda está sendo consolidada, este trabalho tem como objetivo *identificar através da visualização gráfica as redes de colaboração dos autores da área, destacando em especial os autores que contribuem para as discussões sobre o aspecto social*. Desta forma, definiu-se as seguintes questões de pesquisa:

QP1: Qual a rede de colaboração entre autores em ECOS?

QP2: Quais são os autores que mais têm contribuído em ECOS?

QP3: Qual a rede de colaboração entre autores em aspectos sociais de ECOS?

QP4: Quais são os autores que mais têm contribuído em aspectos sociais de ECOS?

As duas primeiras questões vem com o objetivo de identificar como está a situação geral da área de ECOS, assim sendo, quais autores mais contribuem com a área e como esses autores têm se articulado com os demais tendo em vista a colaboração em suas publicações. As duas questões seguinte são referentes exclusivamente ao foco social em ECOS, pois o foco de nosso trabalho será investigar um mais de perto essas relações dentro dos aspectos sociais. Isso servirá na identificação dos autores mais produtivos e mais ativos da área.

2. Aspectos Sociais em Ecossistemas de Software

O aspecto social é uma das três dimensões de um ECOS, mas é fundamental entender a sua importância. Manikas *et al.* (2013) relatam que um ECOS não se faz apenas com processos e modelos de negócio, mas sim que necessita do aspecto social. Uma comunidade que utiliza uma plataforma precisa interagir entre si e com a plataforma.

De Souza *et al.* (2016) apontam que sustentabilidade é o principal aspecto de um ECOS e que isso só se torna possível quando se possui um conjunto de desenvolvedores ativos e comprometidos com a plataforma, o que denota a importância dos aspectos sociais nesses ambientes. Mens *et al.* (2011), em sua pesquisa sobre a evolução dos aspectos sociais em ECOS *Open Source*, concluem que os aspectos sociais têm impacto significativo neste tipo de sistema e que se deve estudar a comunidade e suas influências sobre os ECOS em si. Sobre as comunidades em ECOS, de Souza *et al.* (2016) indicam que a obtenção e manutenção de novos membros estão entre os maiores desafios.

Em síntese, os aspectos sociais não são apenas uma dimensão importante mas um pilar fundamental na concepção de um ECOS e sua sustentabilidade e evolução.

3. Metodologia para a Elaboração das Redes de Colaboração dos Autores

Optou-se por utilizar o trabalho de Manikas (2016) como base para este estudo por ser a revisão de literatura mais recente sobre o tema. Neste trabalho, o autor identifica 231 artigos sobre ECOS, publicados em conferências e periódicos entre 2007 e 2014, e os classifica de diversas formas (*e.g.*, por aspecto, por evento) ao longo de seu trabalho. Sendo assim, para identificar as redes de colaborações entre os autores dos artigos citados por Manikas (2016), realizou-se o levantamento e a visualização destes autores usando técnicas de análise de redes sociais (do inglês, *Social Network Analysis – SNA*) conforme detalhado nesta seção.

Uma rede de colaboração identifica um conjunto de atores e algum tipo de interação (*e.g.*, comunicação, confiança, co-autoria) entre eles. Em geral, este tipo de rede é representada por um grafo, onde os atores são representados pelos nodos e a relação entre eles por arcos (ou arestas). No presente trabalho, uma rede de colaboração indica os autores que colaboraram entre si na escrita de artigos sobre o tema de ECOS. Assim, para todos os artigos, sendo cada um composto de n autores, cada autor é representado por um nodo e para cada autor (*e.g.*, A_x , A_y , A_z) tem um arco não direcional deste autor com todos os n autores que colaboraram com ele na produção do referido artigo (ou demais artigos que este autor faça parte).

Essa técnica de produzir uma visualização de redes de colaboração foi utilizada também por demais autores, como por exemplo das Dores *et al.* (2014), como parte da sua revisão de literatura sobre estimativa de esforço em projetos de desenvolvimento de

Tabela 1. Exemplo da Preparação dos Dados dos 231 Artigos Base

Código	Autores	Título	Ano	Local Publicado
1	Aaltonen, T., Mikkonen, T., Peltola, H., Salminen, A.	From mashup applications to open data ecosystems	2014	Proceedings of The International Symposium on Open Collaboration. OpenSym '14. ACM, New York, NY, USA, pp. 15:1–15:8 .
2	Aarnoutse, F., Renes, C., Snijders, R., Jansen, S.	The reality of an associate model: comparing partner activity in the eclipse ecosystem	2014	Proceedings of the 2014 European Conference on Software Architecture Workshops. ECSAW '14. ACM, New York, NY, USA, pp. 8:1–8:6 .
3	Albert, B. , Santos, R. , Werner, C.	Software ecosystems governance to enable it architecture based on software asset management	2013	Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (DEST), 2013, pp. 55–60 .
...
N	Autores	Título N	Ano	Congresso N

Tabela 2. Autores de cada artigo

Código Artigo - Autores							
1	Aaltonen, T.	2	Aarnoutse, F.	3	Albert, B.	N	Autor N
	Mikkonen, T.		Renes, C.		Santos, R.		Autor N
	Peltola, H.		Snijders, R.		Werner, C.		Autor N
	Salminen, A.		Jansen, S.				Autor N

Tabela 3. Classificação dos Autores

Grupo A	ID Artigos	Grupo B	ID Artigo	Grupo C	ID Artigo
Aaltonen, T.	[1,114]	Peltola, H.	[1]	An, H.	[8]
Alspaugh, T.	[4,187]	Aarnoutse, F.	[2]	Andresen, K.	[9]
Alves, A.M.	[5,6,207]	Renes, C.	[2]	Brockmann, C.	[9]
...	[..]	...	[..]	...	[..]
N	N	N	N	N	N

Tabela 4. Tabela de publicações entre dois autores

	Aaltonen, T.	Alspaugh, T.	Alves, A.M.	...	Autor X
Aaltonen, T.	0	0	0	...	X
Alspaugh, T.	0	0	0	...	X
Alves, A.M.	0	0	0	...	X
...	X
Autor Y	X	X	X	X	X

software, trabalho do qual nos inspirou a realizarmos visualizações com a mesma técnica. Outro trabalho que também utilizou essa técnica foi o de Durelli *et al.*(2011), no qual foi realizado um mapeamento sistemático dentro da área de teste de software, utilizando em uma seção de seu artigo uma rede de colaboração para identificar co-autorias e relações entre autores (identificando grupos de autores).

Para a criação e visualização das redes de colaboração dos autores de ECOS segundo os artigos listados no trabalho de Manikas (2016), realizou-se três grandes passos seguindo o procedimento proposto por das Dores *et al.* (2014), sendo eles: 1) preparou-se os dados referentes aos artigos em tabelas Excel (Seção 3.1); 2) adaptou-se o código fonte escrito por das Dores *et al.* (2014) para a geração do *script* de criação das redes usando a ferramenta R (Seção 3.2); e gerou-se as visualizações das redes (Seção 4 – os resultados em si).

3.1. O Processo de Elaboração das Tabelas de Colaboração dos Autores

Quanto a preparação dos dados, realizou-se as seguintes atividades:

- Atividade 1: Baixou-se as referências para cada um dos 231 artigos citados por Manikas (2016).
- Atividade 2: Para cada uma das referências, criou-se uma nova linha em uma tabela Excel denominada “Artigos Extraídos” contendo as seguintes informações: ID do artigo (código), autores, título do artigo, ano de publicação e evento onde foi publicado (local), conforme ilustrado na Tabela 1.
- Atividade 3: Após, foi construída uma nova tabela contendo o ID (1-231) de cada artigo e os seus respectivos autores conforme a Tabela 2. Esta separação foi feita para ser possível visualizar em cada artigo a colaboração existente entre os autores.
- Atividade 4: Na sequência, foi criada uma terceira tabela denominada “Classificação dos Autores” (vide Tabela 3) com o objetivo de identificar quais autores são os mais significativos, buscando a quantidade de publicações de artigos e interligação entre os autores. Essa tabela agrupa autores e o ID dos artigos que publicaram, conforme segue, dividindo-os em três grupos:
 - Grupo A) os autores entre os que publicaram mais de um artigo;
 - Grupo B) os autores que publicaram apenas um artigo, mas em conjunto algum autor do grupo A;
 - Grupo C) os autores que publicaram apenas um artigo, mas não em conjunto algum autor do grupo A ou B.
- Atividade 5: Por fim, gerou-se uma matriz de co-autoria (vide Tabela 4) na qual se representa o volume de co-autoria entre autores. Ou seja, a cada dois autores A_x e A_y , na célula de intersecção entre os mesmos é indicado a quantidade de artigos em comum. Essa tabela serviu como entrada para o software que está descrito na Seção 3.2, o qual gerou a visualização das redes de colaboração.

Com esse procedimento foi possível gerar uma tabela organizada de entrada para o próximo passo que demanda uma matriz para desenhar as relações entre os autores.

3.2. Utilizando a ferramenta R para criação das redes de colaboração

A ferramenta R¹, que tem como propósito ser uma ferramenta de apoio a Computação Estatística, funciona através de um código formulado em sua linguagem pré estruturada que recebe um arquivo “.csv” como a matriz apresentada na Tabela 4 e permite operação sobre esses dados a fim de gerar nossa visualização em rede.

Para gerar uma SNA dos autores e suas colaborações entre si foi utilizado esta ferramenta, que através do código descrito na Figura 1 recebe como entrada um arquivo “.csv”, que no caso foi a matriz expressada na Tabela 4.

Com essa matriz e código gerou-se as visualizações disposta na Seção 4.

4. Resultados

QPI: Qual a rede de colaboração em ECOS?

¹ Disponível no site: <https://www.r-project.org/> - Acessado em: 21/06/2017

```
> install.packages("igraph")
> library(igraph)
> dados<-read.delim ("C:/.../... .csv", row.names = 1, sep = ";")
> dados<-as.matrix(dados)
> g<-graph.adjacency (dados,mode="undirected")
> V(g)$label <- V(g)$name
> tkplot(g, layout = layout.fruchterman.reingold, vertex.color="lightblue")
```

Figura 1. Código usado para gerar SNA (Baseado no código utilizado por das Dores *et al.* (2014))

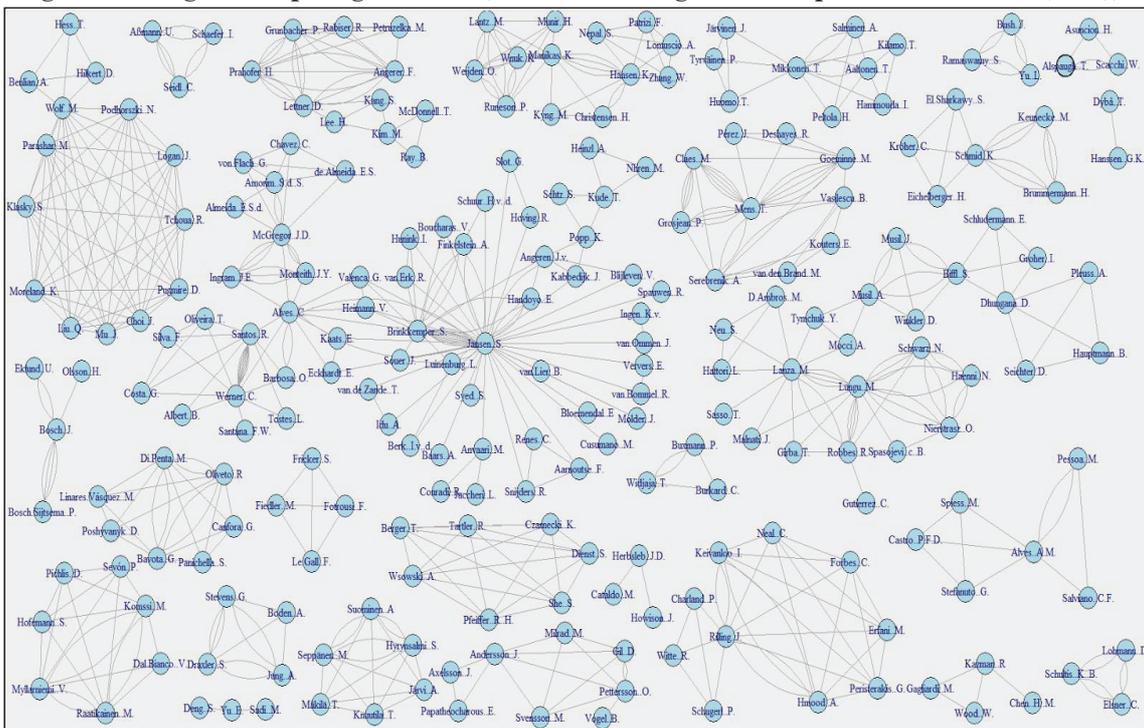


Figura 2. Relação entre os Autores mais Relevantes em Ecossistemas de Software

Pelo processo realizado na Seção 3, a primeira visualização foi realizada para termos um panorama geral da área, mostrando apenas os autores dos grupos A e B explicitados na Seção 3.1 (Figura 2).

QP2: Quais são os autores que mais tem contribuído em ECOS?

Devido a visualização realizada na Figura 2, é possível identificar que, em um panorama geral, o autor Jansen S. é o autor com maior número de publicações sobre o tema de Ecossistemas de Software, possuindo 28 publicações, mais que o dobro do segundo colocado, Bosch J. que possui 11 publicações.

Observando a redes de colaboração gerada é possível identificar alguns padrões em aspecto geral, exemplos são Jansen S. e Brinkkemper S. que possuem 10 publicações entre si. Outros autores extremamente produtivos são Santos R. e Werner C. que possuem 9 publicações entre si. Alguns autores que merecem destaque são Mens T. (9 publicações), Geominne M.(6 publicações), Claes M.(5 publicações) e Grosjean P.(4 publicações) (Figura 3a). Outro autor que merece destaque é Lungu M., que possui 10 publicações (Figura 3b).

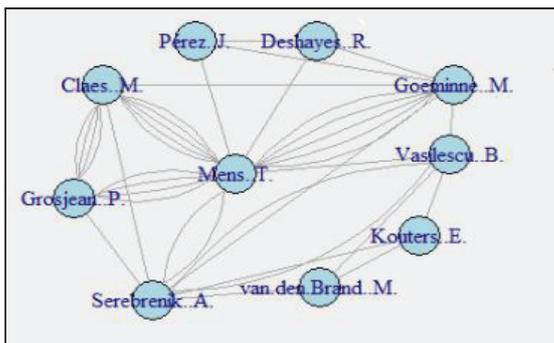


Figura 3a. Mens, T e sua rede de publicações.

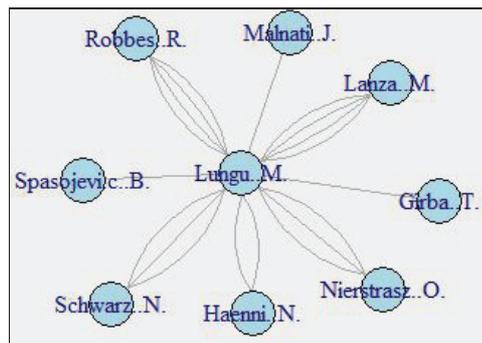


Figura 3b. Lungu M. e autores que colaboraram com o mesmo

Tabela 5. Autores e Número de Publicações (Geral)

Posição - Quantidade de Artigos - Autores				
1º - 28	Jansen, S.			
2º - 11	Bosch, J.			
3º - 10	Brinkkemper, S.	Lungu, M.	Santos, R.	Werner, C.

Na Tabela 5 está disposta uma classificação com os autores mais produtivos em ECOS identificados por Manikas (2016) e a quantidade de suas publicações. Agora que foi realizada as visualizações sobre a situação geral de ECOS, podemos ao invés de utilizar os 231 artigos de ECOS, apenas os 64 que retratam aspectos sociais, com isso, repetir o mesmo processo para responder as próximas questões.

QP3: Qual a rede de Colaboração em aspectos sociais dos ECOS?

Pelo processo realizado na Seção 3, a segunda visualização gerada foi realizada para termos um panorama social, mostrando apenas os autores que tenham contribuído com os aspectos Sociais em ECOS (Figura 4).

QP4: Quais são os autores que mais tem contribuído nos aspectos sociais dos ECOS?

Quanto à classificação de autores que retratam aspectos sociais, a partir da Figura 4 é possível visualizar que: o autor Jansen S. continua sendo o autor com maior número de publicações, possuindo 11 publicações na área, novamente mais que o dobro dos segundos colocados, Brinkkemper S. e Hansen K., que possuem 4 publicações. Na Tabela 6 estão dispostos os primeiros colocados na classificação por publicações em aspectos sociais em Ecossistemas de Software.

Os demais autores foram identificados, porém possuem menos publicações do que os reportados na Tabela 6.

4.1. Resultados Complementares

Nosso trabalho apresenta também dados interessantes para área, que não diretamente vinculados às perguntas de pesquisa mas que melhoram o entendimento do tema. Alguns desses resultados no panorama geral são:

- Comparando a classificação do número de publicações geral com a classificação das publicações em aspectos sociais, pode-se perceber que alguns autores desaparecem no segundo, como por exemplo Bosch J. Isso ocorre porque este autor tem como foco em suas publicações a dimensão de negócio.

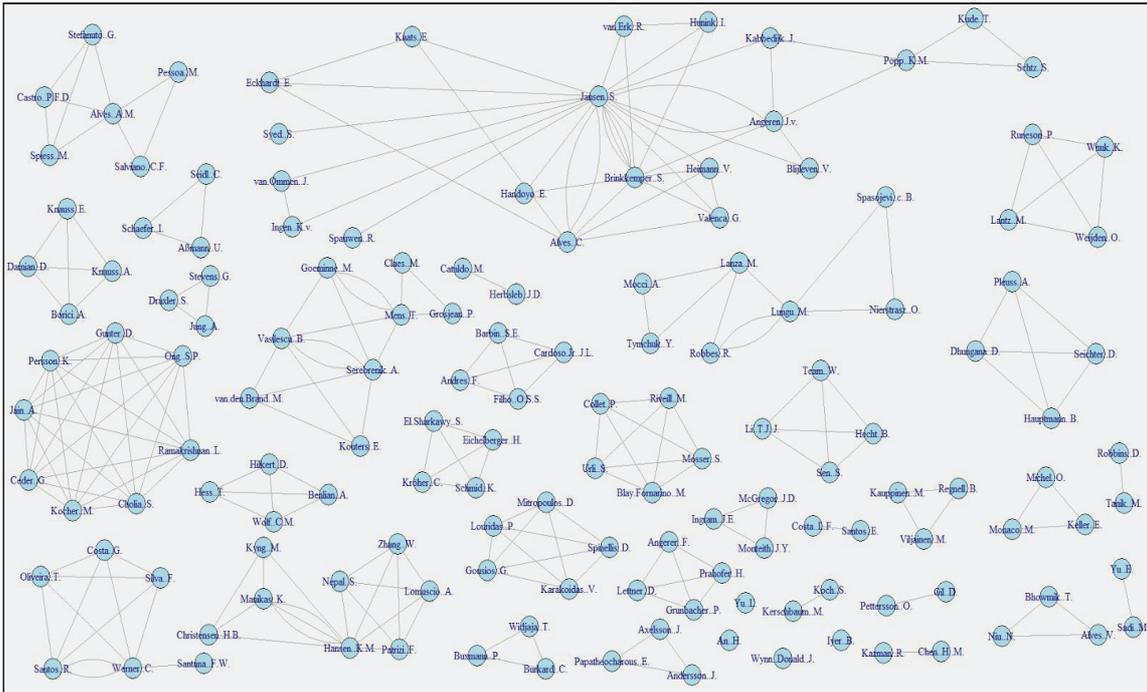


Figura 4. Relação entre os Autores em Aspectos Sociais de Ecossistemas de Software

Tabela 6. Autores e número de Publicações em Aspectos Sociais

Posição - Quantidade de Artigos Sociais - Autores					
1º - 11	Jansen, S.				
2º - 4	Brinkkemper, S.		Hansen, K.		
3º - 3	Angeren, J.v.	Goeminne, M.	Lungu, M.	Manikas, K.	Mens, T.
		Popp, K.		Werner, C.	

- Dos 420 autores das 231 publicações observadas, apenas 26 escreveram sobre os três aspectos de ECOS (Tabela 7).

Alguns resultados complementares em aspectos sociais em ECOS:

- Apesar da área de ECOS ter suas primeiras publicações em 2007, foi apenas em 2009 que houve a primeira publicação voltada a aspectos sociais.
- Jansen, S. continua sendo o pesquisador com maior número de publicações, tendo aproximadamente 39,29% de suas publicações dentro dos aspectos sociais;
- Dos 420 autores das 231 publicações em ECOS, apenas 150 publicaram sobre aspectos sociais (aproximadamente 35,71%), tendo escrito 64 publicações destas 231 (aproximadamente 27,70%).
- Destas 64 publicações de aspectos sociais em ECOS são dos anos de 2009 a 2014, tendo sua maior quantidade em 2014, a quantidade de publicações em aspectos sociais por ano está disposta na Tabela 8.
- Dentro dos aspectos sociais, apenas 20 autores dos 150 escreveram mais de uma publicação sobre aspectos sociais (aproximadamente 13,33%);

Tabela 7. Autores que publicaram nas três dimensões

Autores com mais de uma publicação que possuem contribuições nos três aspectos					
Alves, A.M.	Andersson, J.	Angerer, F.	Brinkkemper, S.	Christensen, H.	Claes, M.
Goeminne, M.	Grosjean, P.	Grunbacher, P.	Hansen, K.	Herbsleb, J.D.	Jansen, S.
Lanza, M.	Lettner, D.	Lungu, M.	Manikas, K.	McGregor, J.D.	Mens, T.
Nierstrasz, O.	Popp, K.	Prahofer, H.	Robbes, R.	Santos, R.	Schmid, K.
Valenca, G.	Werner, C.				

Tabela 8. Publicações Sociais por Ano

Ano	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Qt Publicações	1	10	9	6	15	23

- Dois autores possuem mais de uma publicação e todas sobre os aspectos sociais em ECOS, são eles: Kabbedijk, J. e Vasilescu, B.

5. Discussão e Considerações Finais

Ao longo do tempo o número publicações na área de Ecossistemas de Software tem crescido, o que indica que mais pessoas estão envolvidas. Neste trabalho foram identificado diversos autores que têm contribuído com a área bem como as relações entre eles. Através deste trabalho, visualizou-se as redes de colaboração entre os autores da área visando identificar quais autores colaboram com quais e quem são os autores de destaque, ou seja, os que mais contribuem com a escrita de publicações. Deu-se especial atenção aos autores que contribuem com a discussão de aspectos sociais por ser um aspecto pouco explorado se comparado aos demais.

Nosso estudo revelou que apesar de muitos autores dentro de ECOS, poucos deles possuem mais de uma publicação, e poucos deles publicaram também dentro de áreas sociais (como descrito nos resultados na Seção 4). Também se observou que as redes auxiliaram muito na identificação desses autores, por ser visual, basta observar aos autores com as maiores concentrações de arcos, que com isso é possível identificar quantas publicações tem com os demais.

Em suma, neste trabalho foi possível:

- Identificar a quantidade de artigos sobre o assunto ECOS e seus autores;
- Identificar quantidade de artigos sobre o aspecto social em ECOS e seus autores;
- Identificar os principais autores com publicações, num panorama geral e na dimensão Aspectos Sociais.

Como todo trabalho de pesquisa, este também possui limitações. Optou-se for realizar a análise das redes de colaboração baseados na revisão de literatura de Manikas (2016). Os trabalhos publicados depois desta data não são contemplados. Como trabalho futuro poder-se-ia estender a revisão de Manikas e adicionar eventuais novos artigos publicados. Ainda, no estudo presente apenas visualizou-se as redes de colaboração e destacou-se os autores que mais contribuíram com a escrita de artigos. Ao se aplicar métricas de redes sociais, pode-se então avaliar efetivamente o nível de colaboração entre os autores. Acredita-se que as visualizações apresentadas ao longo deste trabalho são contribuições para melhor visualização do panorama atual da área e com eles é possível responder as perguntas levantadas no início da pesquisa.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (processos 310468/2014-0 e 420801/2016-2) pelo apoio financeiro.

Referências

Barbosa, O., Santos, R. P., Alves, C., Werner, C., & Jansen, S. (2013). Software ecosystems—analyzing and managing business networks in the software industry. Jansen *et al.*[29], Chapter: A Systematic Mapping Study on Software Ecosystems from a Three-Dimensional Perspective, 59-81.

Bosch J. (2009). From software product lines to software ecosystems. In Proceedings of the 13th International Software Product Line Conference (SPLC '09). Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, 111-119.

Bosch, J., & Bosch-Sijtsema, P. (2010). From integration to composition: On the impact of software product lines, global development and ecosystems. *Journal of Systems and Software*, 83(1), 67-76.

Campbell, P. R., & Ahmed, F. (2010, August). A three-dimensional view of software ecosystems. In Proceedings of the European Conference on Software Architecture: Companion Volume (ECSA '10), Carlos E. Cuesta (Ed.). ACM, New York, NY, USA, 81-84

das Dores, S. C. N., Ruiz, D. D. A.(2014). Soluções para realização de estimativa de esforço em projetos de desenvolvimento de software: uma revisão sistemática. 2014. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação, PUCRS, 2014.

Durelli, V. H., Araujo, R. F., Silva, M. A., Oliveira, R. A., & Maldonado, J. C. (2011, September). What a Long, Strange Trip It's Been: Past, Present, and Future Perspectives on Software Testing Research. In *Software Engineering (SBES), 2011 25th Brazilian Symposium on* (pp. 30-39). IEEE.

Jansen, S., Finkelstein, A., & Brinkkemper, S. (2009, May). A sense of community: A research agenda for software ecosystems. In *Software Engineering-Companion Volume, 2009. ICSE-Companion 2009. 31st International Conference on* (pp. 187-190). Vancouver, BC, Canada, 2009. IEEE Computer Society.

Manikas, K., & Hansen, K. M. (2013). Software ecosystems—A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 86(5), 1294-1306.

Manikas, K. (2016). Revisiting software ecosystems research: A longitudinal literature study. *Journal of Systems and Software*, 117, 84-103.

Mens, T., Goeminne, M. (2011). Analysing the evolution of social aspects of open source software ecosystems. In: Proceedings of the Third International Workshop on Software Ecosystems (IWSECO-2011). CEUR-WS, pp. 1–14

de Souza, C. R., Figueira Filho, F., Miranda, M., Ferreira, R. P., Treude, C., & Singer, L. (2016, May). The social side of software platform ecosystems. In Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 3204-3214). ACM.