

# Ecosistemas de Software no Projeto e Desenvolvimento de Plataformas para Jogos e Entretenimento Digital

Rodrigo Santos\*

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

## RESUMO

Um ecossistema de software (ECOS) é um conjunto de atores e artefatos, internos e externos a uma organização ou comunidade, que trocam recursos e informações centrados em uma plataforma tecnológica comum. Este contexto tem afetado decisões de arquitetura, de governança e de colaboração, nos mais variados domínios de aplicação. Torna-se necessário integrar mecanismos e ferramentas para apoiar a troca de informações, recursos e artefatos, bem como assegurar a comunicação e interação entre desenvolvedores e usuários. O objetivo deste capítulo é apresentar como o contexto de ECOS afeta o projeto e desenvolvimento de plataformas para jogos e entretenimento digital. Para isso, os principais conceitos e estratégias de ECOS serão discutidos, seguidos pela organização de mecanismos e ferramentas para modelar/analisar plataformas para jogos e entretenimento digital.

**Palavras-chave:** Ecosistemas de Software, Engenharia de Software, Jogos e Entretenimento Digital.

## 1 INTRODUÇÃO

O projeto e desenvolvimento de plataformas para ecossistemas de software (ECOS) avançam progressivamente em pesquisa teórica e aplicada, trazendo desafios que estão além da questão técnica [1]. Desenvolver um sistema como um produto de software tem sido substituído pelo desenvolvimento de múltiplos produtos, gerados a partir de uma plataforma baseada em uma arquitetura comum e integrados com outros sistemas por meio de redes de atores e artefatos [2]. Esse conjunto de elementos que forma um ECOS tem afetado decisões de arquitetura, de governança e de colaboração, nos mais variados domínios de aplicação [3].

Tal contexto requer a integração de mecanismos e ferramentas para apoiar a troca de informações, recursos e artefatos, bem como para assegurar comunicação/interação dos desenvolvedores (internos e externos) e usuários [4]. Entre os diversos domínios de ECOS está o segmento de jogos e entretenimento digital, que ainda não tem sido muito explorado do ponto de vista da comunidade acadêmica. Projetar e desenvolver plataformas para este domínio, que permitam a desenvolvedores externos contribuir com extensões para integrar novos personagens, cenários, mecânica e outros, surge como um desafio na indústria [5].

O objetivo deste capítulo é apresentar como o contexto de ECOS tem afetado o projeto e desenvolvimento de plataformas para jogos e entretenimento digital. Para isso, os principais conceitos e estratégias de ECOS são discutidos, seguidos pela organização de mecanismos e ferramentas para modelar/analisar plataformas para jogos e entretenimento digital. Alguns exemplos reais são usados para explorar os conceitos apresentados. Este capítulo tem grande relevância para a comunidade de Jogos e Entretenimento Digital por propiciar o contato com um tópico

atual e de caráter prático na indústria (ECOS), sobretudo relacionado aos temas “Processo de Desenvolvimento e Ferramentas” e “Convergência de Áreas no Desenvolvimento de Jogos” no escopo da trilha Computação do SBGames [6].

Essa combinação pode auxiliar no tratamento de desafios gerados pela utilização de ECOS e como lidar com questões de negócio e sociais em conjunto com as questões técnicas. Dessa forma, o projeto e desenvolvimento de plataformas para jogos e entretenimento digital é afetado pelos ECOS e conhecer este assunto é relevante para a comunidade do SBGames. Ademais, desdobramentos de utilização de ECOS podem contribuir para entender, analisar e resolver tais questões pelo fato de que este conceito vem sendo extensamente utilizado no mercado. Adiciona-se que alguns exemplos reais ajudam a repensar o desenvolvimento de jogos do ponto de vista de ECOS [7].

Este capítulo possui, além desta seção introdutória, a seguinte estrutura: a Seção 2 apresenta os conceitos básicos de ECOS, a Seção 3 discorre sobre estratégias de modelagem e análise de ECOS, a Seção 4 traz uma visão geral da utilização de ECOS no domínio de jogos e entretenimento digital e, por fim, a Seção 5 conclui o capítulo com algumas considerações finais.

## 2 CONCEITOS BÁSICOS DE ECOSISTEMAS DE SOFTWARE

Para apoiar a indústria de software, a área de Engenharia de Software (ES) tem feito avanços em pesquisa teórica e aplicada, e.g., criando métodos para desenvolver sistemas de software de grande porte, de longo prazo, interconectados e sujeitos à rápida velocidade de implantação e evolução [8]. Ou seja, o objetivo da ES está em construir produtos, serviços e processos que agregam valor à sociedade [9], de modo que a indústria de software exista para produzir valor e que a sua percepção seja considerada em todos os aspectos [10]. Neste contexto, todos os envolvidos (ou *stakeholders*) contribuem para (e se utilizam de) tais tecnologias como elementos de apoio às suas atividades. Eles tomam decisões e ações que maximizem uma noção simples ou complexa de valor sobre os artefatos resultantes de suas atividades, consciente ou inconscientemente, considerando metas compartilhadas ou satisfazendo objetivos individuais e/ou coletivos [11].

Adicionalmente, esse cenário requer engenheiros de software com a habilidade de abstrair a complexidade do sistema como um todo, entendendo claramente que um sistema é fruto de uma combinação de software, hardware e “*peopleware*”, constituída sobre um ambiente comum, i.e., uma plataforma [12]. Dessa forma, o nascimento, desenvolvimento, amadurecimento e eventual “morte” ou transformação de plataformas levam à desconstrução da visão tradicional da ES, privilegiando assim uma visão que contempla em sua raiz a colaboração e a interoperabilidade [13]. Nos anos 2000, essa visão passou a ser investigada pela comunidade de ES como “Ecosistemas de Software” ou ECOS, do inglês *Software Ecosystems* ou SECO [2] [14]. Grandes empresas de software como Amazon, Apple, Google, Microsoft e SAP lideram o desenvolvimento de ECOS, o

---

\*e-mail: rps@uniriotec.br

que contribuiu para que o assunto alcançasse um *status* de tópico de pesquisa, concebido pela movimentação real da indústria de software e de serviços relacionados [15].

Inspirado nos ecossistemas biológicos, sociais e de negócios, a expressão “ecossistema de software” favorece o uso de analogias e abstrações para lidar com os desafios da indústria de software [16] [17] [18] [19] [20] [21]. Por exemplo, a influência da visão de negócio pode ser observada no fato de que equipes de desenvolvimento de software têm atuado de maneira dispersa (geograficamente), uma vez que a indústria decidiu explorar processos e recursos distribuídos para reduzir tempo e custo, modificando o modo de produção. Isso permitiu a expansão global dessa indústria para novos mercados, embora tal oportunidade requiera um olhar para as questões sociais e culturais [22] [23] [24] [25]. Assim, o desenvolvimento de software se voltou para a composição de partes existentes, construídas internamente pela organização, do tipo *open source*, ou ainda adquiridas no mercado, conhecidas como componentes, serviços e/ou aplicações, nos mais diversos domínios de sistemas, incluído educação e jogos [26] [27] [28] [29].

Na tentativa de repensar o processo de desenvolvimento, a perspectiva de ECOS reforça uma visão multidisciplinar, que envolve Computação, Sociologia, Comunicação, Economia, Administração e Direito [30]. Além disso, dado que as empresas de software não trabalham mais como unidades independentes e que entregam produtos distintos, elas dependem de outros fornecedores de componentes e de infraestruturas vitais como, por exemplo, sistemas operacionais, bibliotecas, lojas de componentes e plataformas [31]. Por fim, a pesquisa em ECOS necessita de uma visão holística, uma vez que as suas características e desafios remontam teorias já consolidadas em outras áreas [32], como a socio-técnica [33] e a da ecologia organizacional [34].

### 2.1.1 Histórico

Nas últimas quatro décadas, conhecimento incompleto e mercado competitivo se mantiveram como desafios para a área de ES, o que requer das empresas de software estratégias para melhorar investimento de recursos em busca da geração de valor [35]. Na década de 1980, alguns esforços da comunidade se consolidaram com a criação do campo de Economia Aplicada à ES, cuja meta está em gerar pesquisa e desenvolvimento com foco na interseção entre a economia aplicada à informação e a engenharia e projeto de software [36]. Apesar dos avanços, percebia-se que o conceito de “valor” era desconsiderado, sobretudo com relação ao contexto de um produto ou serviço de software. Em outras palavras, caso as considerações de valor permaneçam implícitas, o efeito global no projeto e desenvolvimento de software pode ser muito negativo [37], incluindo conflitos entre as proposições de valor dos envolvidos; entre eles, estão profissionais de marketing, analistas de negócio, desenvolvedores, arquitetos de TI, especialistas em qualidade, em processo e em medição, gerentes de projeto e executivos. Quando diferentes perspectivas não são explicadas e reconciliadas, todos os envolvidos perdem no final [38].

Nesse sentido, no final dos anos 1990, a comunidade cunhou o a expressão ES Baseada em Valor (ESBV), para reunir esforços de pesquisa voltados para investigar a noção de valor como ponto de partida para se referir ao desafio da ES de tratar as questões sociais e econômicas e os processos mais gerais de engenharia de sistemas [39]. O objetivo principal está em compreender o valor agregado de qualquer artefato produzido/usado pelos envolvidos ao longo do processo de desenvolvimento de software. Valor, neste contexto, não se restringe aquele econômico ou monetário, mas representa um conjunto de facetas quantificáveis e/ou qualificáveis que se transformam e se transferem a partir das proposições e percepções dos diferentes envolvidos na cadeia de valor da indústria de software [40]. Isso envolve também os

benefícios que uma decisão deva produzir com relação à sua percepção para um indivíduo/grupo e à sua utilidade/importância.

Mais recentemente, no final dos anos 2000, os esforços para compreender o conceito de valor na ES ganhou mais força com um viés social [41] [42] [43] [44]. Confirmou-se a importância de se investigar a interferência de questões que estão além da alçada técnica como fatores-chave para o sucesso de projetos, processos e produtos de software [45] [46] [47] [48]. Desta forma, abriu-se espaço para novas perspectivas na ES voltadas para lidar com o software como um dos muitos elementos de um sistema [49] [50] [51]. As redes socio-técnicas criadas entre os envolvidos no processo de desenvolvimento de software e os vários artefatos produzidos levantou a necessidade de se pensar a abertura das fronteiras organizacionais [52]. A participação de atores externos, sejam eles conhecidos ou não, passou a fazer parte da rotina das empresas de software, gerando uma nova maneira de estruturar modelos de negócio [53] [54] [55]. Os estudos relativos a este contexto de desenvolvimento de software baseado em redes passaram a ser contemplados pela temática de ECOS, cuja meta é explicar novos elementos que estão atrelados ao software [56].

A metáfora “ecossistema”, quando utilizada na área de ES, traz à tona um desafio inerente à indústria de software globalizada e em rede: inovação acontece em qualquer lugar, mas simplesmente existe outro lugar além “daqui”, ou seja, além da organização [57]. Em outras palavras, por mais astuta, criativa e inovadora que uma empresa possa ser, existem atores mais astutos, criativos e inovadores para além de suas fronteiras. Neste caso, ao invés de gerir a variabilidade dos produtos e serviços de software oferecidos aos seus clientes, as empresas de software passam a ter que prover a eles maneiras para customizarem as suas próprias soluções de acordo com a necessidade/contexto. Adicionalmente, desenvolvedores externos se tornam fundamentais para oferecer sugestões ou mesmo criar e evoluir tais produtos e serviços, como tem acontecido no domínio de dispositivos móveis [58].

Vale a pena destacar que a noção de ecossistemas se originou da Ecologia, cuja definição é: uma comunidade de organismos vivos (plantas, animais e microrganismos) em conjunto com componentes não vivos (ar, água e solo mineral), bem como as suas relações entre si e com o ambiente, interagindo como um sistema [59]. Tais componentes bióticos e abióticos se relacionam por meio de ciclos de nutrientes/matéria e fluxos de energia em um ambiente de qualquer tamanho, embora normalmente abranja espaços específicos/limitados. Entretanto, cientistas defendem a tese de que o planeta Terra é um ecossistema como um todo [60]. Apesar de aceitável, essa definição se distancia do contexto de ECOS, em que a noção de ecossistema humano é mais apropriada. Para Bosch [12], um ecossistema humano consiste em um conjunto de atores, incluindo as suas conexões e atividades, e as transações feitas a partir dessas conexões, contemplando fatores físicos e não físicos. Existem dois tipos: ecossistemas comerciais e sociais. No ecossistema comercial, os atores são os negócios, fornecedores e clientes; os fatores são os bens e serviços; e as transações incluem não somente aquelas financeiras, mas também compartilhamento de conhecimento e informação, investigação, contatos pré e pós-vendas etc. [61]. Já os ecossistemas sociais são formados por um conjunto de usuários e suas conexões sociais, juntamente com as diferentes trocas de informação (conhecimento, soluções, ideias, referências, *feedback* etc.) [62].

Na ES, Barbosa e Alves [63] afirmam que o conceito de “ecossistema de software” foi inspirado pelos ecossistemas biológicos e de negócios. Para van den Berk *et al.* [64], um ECOS pode ser visto como um tipo de ecossistema de negócio, termo este criado nos anos 1990 pelas Escolas de Administração para estudar uma nova forma de observar certas redes de negócios [16]. Estes ecossistemas possuem basicamente três elementos [18]: centralizador (*hub*), plataforma (tecnologia ou mercado) e

conjunto de agentes de nicho (*niche players*). Neste contexto, o centralizador é o dono da plataforma e os agentes do nicho são os envolvidos que podem utilizá-la para gerar valor para si e para o ecossistema. No caso do sistema operacional Windows, a Microsoft é o centralizador, o Windows é a plataforma, e as demais empresas são os agentes do nicho, que usam a plataforma para construir as suas aplicações. Um problema que aparece neste contexto é o fato de que são muitas empresas e relacionamentos, que envolvem desenvolvedores, parceiros e clientes e que pode dificultar ações e decisões acerca do desempenho do ECOS como um todo [65]. Uma das razões é o fato de que a literatura de ecossistemas de negócio provê uma base sólida, mas não voltada para o mercado de software, o que impede o seu uso direto [64].

A essência de ECOS requer um conjunto de desenvolvedores externos utilizando uma plataforma de software pertencente a uma empresa ou consórcio, que contribuem para o desenvolvimento de produtos e serviços [66]. Estabelece-se uma comunidade que busca acelerar o compartilhamento de conteúdo, conhecimento, problemas, experiências e habilidades, como consequência das pressões internas e externas para que tais empresas ou consórcios tornem públicas as interfaces de suas plataformas, o que afeta fornecedores, organizações responsáveis por padrões, clientes e parceiros. Isso tem forte relação com o fato de que a visão de ECOS emerge como uma abordagem para melhorar a reutilização intra e interorganizacional no contexto da ES globalizada [51]. Ou seja, promove-se a reutilizabilidade ao envolver desenvolvedores e demais atores externos ao processo de desenvolvimento para entender o software como um elemento de um sistema e compreender como ele se conecta aos demais envolvidos [67].

Em suma, as organizações querem se reposicionar para agirem como atores em rede e reduzir a sua força de trabalho, o que levou a comunidade de ES a explorar o conceito de ECOS. Os agentes do nicho ganham um papel importante, por realizarem direta ou indiretamente o desenvolvimento de uma plataforma. Abordagens do tipo *app store* representam um dos modelos mais bem sucedidos de plataformas de ECOS por fomentarem novas funcionalidades para clientes e apoiarem desenvolvedores externos [68]. Por outro lado, o potencial de ECOS é proporcional à quantidade de barreiras técnicas e organizacionais e os benefícios desta abordagem advêm (e dependem) de dois princípios básicos: transparência e projeto modular de sistema [69]. Transparência se refere à disponibilidade de todo tipo de informação referente ao processo de desenvolvimento (documentos de projeto a código fonte), tarefas de desenvolvimento, defeitos e interações entre os envolvidos no ECOS. Por sua vez, projeto modular é a aplicação do princípio tradicional de engenharia de que todo sistema pode ser decomposto em partes gerenciáveis a fim de minimizar o acoplamento entre os seus elementos constituintes.

### 2.1.2 Definição

A pesquisa sobre ECOS tem crescido muito nos últimos cinco anos, ainda que de forma divergente (natural em novos temas). Assim, surge o desafio de construir uma base teórica comum para que os pesquisadores possam despendar esforços e fundamentar experimentalmente os conhecimentos produzidos [70]. O tema é um campo de pesquisa ativo, motivado na área de ES pelo aparecimento de novos modelos de negócio abertos, que levam à redefinição dos papéis e padrões de colaboração, inovação e proposição de valor. Isso contribui para a criação de comunidades interconectadas, ou seja, redes complexas formadas por atores interessados em uma tecnologia de software central, também chamada de plataforma, que oferece oportunidades para criação de valor [71]. Nesse sentido, a abordagem de ECOS representa um salto radical em como a ES está sendo realizada, dado que o

desenvolvimento de software está se tornando cada vez mais aberto e distribuído [72].

Do ponto de vista da academia, verifica-se a existência de diversas definições para ECOS na literatura, além da existência de mais de uma dezena de estudos secundários sobre o assunto [73]. As seguintes definições foram identificadas, embora a de Jansen *et al.* [20] e a de Bosch [12] sejam as mais citadas pelos estudos publicados desde 2009:

- Messerschmitt e Szyperski [14]: Um ECOS consiste em uma coleção de produtos de software que têm algum grau de relacionamento simbiótico.
- Jansen *et al.* [20]: Um ECOS consiste em um conjunto de atores funcionando como uma unidade que interage com um mercado distribuído entre software e serviços, juntamente com as suas relações frequentemente apoiadas por uma plataforma tecnológica ou por um mercado comum e realizadas pela troca de informação, recursos e artefatos.
- Bosch [12]: Um ECOS consiste em um conjunto de soluções de software que possibilitam, apoiam e automatizam as atividades e transações feitas por atores em um ecossistema social/de negócios e por organizações que provêm soluções.
- Kittlaus e Clough [74]: Um ECOS consiste em uma rede informal de unidades legalmente independentes, que possuem uma influência positiva sobre o sucesso de um produto de software.
- Bosch e Bosch-Sijtsema [51]: Um ECOS consiste em uma plataforma de software, um conjunto de desenvolvedores internos e externos e uma comunidade de especialistas a serviço de uma comunidade de usuários, que compõem elementos de solução para satisfazer as suas necessidades.
- Lungu *et al.* [43]: Um ECOS é uma coleção de projetos de software que são desenvolvidos e evoluem juntos em um mesmo ambiente.
- Hanssen e Dyba [32]: Um ECOS consiste em uma comunidade de atores e organizações em rede, que apoia as suas relações sobre um interesse comum no desenvolvimento e uso de uma tecnologia de software central.
- Manikas e Hansen [70]: Um ECOS consiste em um conjunto de atores interagindo sobre uma plataforma tecnológica comum, que resulta em um número de soluções ou serviços de software. Cada ator é motivado por seus interesses ou modelos de negócio e está conectado aos demais atores e ao ECOS por meio de relacionamentos simbióticos. Por sua vez, a plataforma tecnológica está estruturada para permitir o envolvimento e a contribuição dos diferentes atores.

Alguns exemplos são o ECOS MySQL/PHP, o ECOS Eclipse, o ECOS Microsoft e o ECOS iPhone. Estes exemplos podem ser usados para explorar as características comumente observadas nos ECOS. Por exemplo, um ECOS pode estar contido em outro ECOS, como acontece no ECOS Microsoft CRM, que faz parte do ECOS Microsoft; o ECOS iPhone é fechado e controlado, já o ECOS MySQL/PHP e o ECOS Eclipse são abertos, considerando que as empresas têm acesso ao código fonte e às suas bases de conhecimento, trazendo maior flexibilidade ao desenvolvimento. Ressalta-se que um ECOS constituído sobre uma plataforma proprietária não precisa ser fechado, ou seja, esses exemplos ilustram de maneira simplista o conceito e negligenciam as diferentes configurações (ou variações) de um ECOS [75]. Apesar disso, dois conceitos fundamentais são intrínsecos à definição de ECOS: um interesse comum em uma tecnologia de software central (plataforma) e uma rede de organizações com algum tipo de relacionamento comercial ou técnico. Outros papéis ainda aparecem em um ECOS, como organizações de padronização, revendedores e operadores de sistemas [46].

Cinco tipos básicos de relacionamentos podem ser identificados em um ECOS [70]: dois atores podem se beneficiar mutuamente (mutualismo); competirem diretamente (competição ou antagonismo); não serem afetados um pelo outro (neutralismo); ou ainda um não ser afetado enquanto o outro é beneficiado (amensalismo) ou prejudicado (parasitismo) pelo relacionamento. Dessa forma, complementando o conjunto plataforma mais rede de relacionamentos, um terceiro elemento fundamental em um ECOS é a transação, cujo senso inclui modelos de lucro ou recompensa, mas também possíveis benefícios além daqueles financeiros como, por exemplo, algo que o ator obterá ao se envolver em um projeto *open source* [76].

### 2.1.3 Benefícios, Dificuldades e Desafios

Um dos benefícios para uma empresa ou desenvolvedor se tornar um membro de um ECOS está na oportunidade de explorar a inovação aberta, para que atores colaborem a fim de alcançar benefícios regionais e globais. O esforço dos atores externos em desenvolver para uma plataforma de ECOS pode transformar a inovação em algo positivo para si e seus clientes, contribuindo também para o centralizador por estender/melhorar a plataforma e aumentar o número de envolvidos [71]. A proximidade entre o centralizador e os atores externos é fundamental para o sucesso de um empreendimento de software em ECOS. Outros benefícios trazidos pelo contexto de ECOS são [63]:

- acelerar o sucesso do software como uma aplicação ou plataforma de ECOS, explorando a “co-inovação” com parceiros e clientes;
- reduzir custos de desenvolvimento e distribuição de software, além de manutenção de aplicações distribuídas;
- melhorar análises arquiteturas e projeto arquitetural de produtos com o objetivo de escolher que plataforma participar e utilizar;
- apoiar a cooperação e o compartilhamento de conhecimento, além da comunicação de requisitos entre os envolvidos; e
- favorecer tarefas de identificação do negócio, identificação de riscos e gestão de dependências de software.

Por outro lado, entre as dificuldades enfrentadas pelo contexto de ECOS, estão [63]:

- estabelecer e modelar relacionamentos entre os atores de um ECOS, uma vez que este conjunto forma uma rede complexa;
- tratar questões arquiteturas e de negócio como, por exemplo, apoio a estratégias de negócio, seleção de arquiteturas adequadas para o processo de desenvolvimento e medição de abertura e flexibilidade da plataforma;
- lidar com a heterogeneidade de licenças de software e a sua evolução no ECOS, dado que as organizações querem reduzir riscos de dependência de tecnologia e fornecedores;
- engajar no ECOS e diferenciar produtos e serviços, rompendo obstáculos relativos à comunicação de requisitos em projetos distribuídos geograficamente; e
- construir ferramentas para acelerar a interação social, tomada de decisão e desenvolvimento inter-organizacional para os mais diferentes tipos de ECOS.

Partindo da análise de 72 publicações sobre o assunto, Hanssen e Dyba [32] identificaram teorias para desenvolver uma base para ECOS. Por teorias, foram encontradas referências explícitas à teoria socio-técnica (tópico bem estabelecido) e a conceitos mais gerais como ecologia organizacional e inovação aberta. Os autores então elaboraram uma lista de grandes temas para as teorias e conceitos identificados, conforme sumarizado na Figura 1. Um estudo mais recente confirma ainda que a maior parte das publicações sobre o assunto consiste de relatos que documentam o conhecimento e a experiência obtidos, regras básicas, listas de

verificação ou observações interessantes, mas não de maneira sistemática para descrever um modelo [3]. Isso significa que muitos estudos realizados não são pesquisas com potencial de generalização de resultados o suficiente para serem aplicados em diferentes domínios, ou são abstratos demais para prover uma contribuição concreta para o tema.

CATEGORIAS	TEORIAS E CONCEITOS	FOCO TEÓRICO
funções e características de ECOS	<i>abertura/transparência</i>	Entender um ECOS como sistema aberto.
	<i>inovação</i>	Explorar inovação em ECOS.
	<i>controle e o papel da organização chave</i>	Explicar como um ECOS é controlado de modo central.
	<i>desempenho e questões econômicas</i>	Explicar o desempenho de um ECOS como recompensa.
	<i>teoria da atividade</i>	Explicar interação de consciência e atividade humana no ambiente.
estrutura e forma de ECOS	<i>teoria de custo de transação</i>	Explicar a coordenação de atividades de criação de valor distribuídas.
	<i>papéis e relacionamentos</i>	Explicar papéis e relacionamentos identificados em um ECOS.
	<i>teoria de sistemas (regras de projeto)</i>	Entender um sistema por meio da interdependência de componentes.
	<i>teoria socio-técnica</i>	Ver um ECOS como sobreposição de sistemas sociais e técnicos.
	<i>teoria de intermediação</i>	Explicar a necessidade e função de intermediários em prover serviços.
descrição e modelagem de ECOS	<i>evolução dos ECOS</i>	Descrever como um ECOS evolui.
	<i>visualização de redes</i>	Descrever e visualizar um ECOS com uma rede complexa.
	<i>inspiração da Ecologia</i>	Compreender ECOS como uma variação de ecossistema biológico.
	<i>modelagem e taxonomia</i>	Descrever um ECOS por meio de modelos e seus componentes.

Figura 1: Fontes de teoria em ECOS. Fonte: [32]

Destaca-se ainda um conjunto de pesquisas sobre ferramentas e notações voltadas para ECOS, procedimentos e técnicas para resolução de tarefas específicas e modelos qualitativos ou descritivos. Juntamente com os relatos, esses estudos compreendem mais de 80% das publicações em ECOS até 2013 [70]. Até 2017, são pelo menos dez estudos secundários, entre mapeamentos e revisões sistemáticas [73]. Apesar de quase uma década de investigação e interesse crescente em ECOS, pela natureza do assunto, as pesquisas ainda têm caráter exploratório, sobretudo por estarem vinculadas diretamente com a indústria de software e por terem sido tratadas na prática [1].

### 3 MODELAGEM E ANÁLISE DE ECOSISTEMAS DE SOFTWARE

Algumas classificações foram desenvolvidas pela comunidade acadêmica visando facilitar a compreensão do conceito de ECOS a partir da modelagem e análise de seus elementos constituintes [77]. De acordo com Bosch [12], existem dois espaços dimensionais para classificar um ECOS, conforme mostra a Figura 2. A primeira dimensão se refere ao nível de abstração ou categoria em que o ECOS existe e se divide em três níveis: (1) *sistema operacional* é a primeira categoria onde os ECOS foram explicitamente identificados e gerenciados, com forte ligação com os dispositivos de hardware, base para diversas aplicações *stand-alone* e para o desenvolvimento de ferramentas computacionais; (2) *aplicação de software* é a categoria para aplicações específicas de domínio, que obtêm sucesso no mercado sem o apoio inicial de um ecossistema, mas evolui para uma comunidade de clientes, desenvolvedores terceirizados e financiadores; e (3) *programação de usuário* é categoria de menor importância, representa a meta das plataformas para um ambiente de configuração e composição para usuários finais. A segunda dimensão analisa a evolução da indústria da plataforma dominante: *Desktop*, *Web* e *Mobile*.

plataforma categoria	DESKTOP	WEB	MOBILE
SISTEMA OPERACIONAL	MS Windows, Linux, iOS	Google AppEngine, Yahoo Developer, Coghead, Bungee Labs	Nokia S60, Palm, Android, iPhone
APLICAÇÃO DE SOFTWARE	MS Office	SalesForce, eBay, Amazon, Ning	Nenhum
PROGRAMAÇÃO DE USUÁRIO	MS Excel, VHDL, Mathematica	Google's mashup editor MS PopFly, Yahoo! Pipes	Nenhum

Figura 2: Taxonomia de ECOS (até 2009). Fonte: [12]

De maneira semelhante, Jansen *et al.* [31] enriqueceram a classificação técnica feita por Bosch [12] ao entender que as empresas necessitam de uma percepção do ECOS em que atuam, que precisam perceber as estratégias de sobrevivência dos seus participantes e que almejam uma visão de caminhos para abertura de suas plataformas sem perder de vista a propriedade intelectual. Dessa forma, Jansen *et al.* [31] modelaram um ECOS a partir de em três níveis, cujos objetos de estudo possuem as propriedades de saúde, interação, desempenho, entradas, saídas, competição, compartilhamento de valor e métodos de cooedação. Apesar dessa classificação, ressalta-se que as fronteiras de um ECOS podem estar sobrepostas quando sua análise é realizada, isto é, um ator pode participar de diferentes ECOS, com diferentes papéis, considerando restrições geográficas, especificações de componentes, disponibilidade de licenças, sua idade e história.

Para ilustrar os níveis de ECOS, um exemplo fornecido por Jansen *et al.* [31] é estendido e apresentado na Figura 3. A *Organização de Software* é provida com componentes do *Desenvolvedor Externo A*, cuja metodologia é baseada em código aberto, e do *Fornecedor de Software X*. A partir destes insumos, a organização entrega um produto (P.1) e um serviço (S.1) para o *Cliente 1* e o *Cliente 2*, respectivamente. É comum haver competição de mercado pela participação de empresas que entregam produtos e serviços para outros clientes, e que são providas por outros fornecedores, como a *Organização de Software I* [78]. Dessa forma, (1) o nível da organização de software (OS), ou *independent software vendor level* (ISV), envolve todos os produtos e serviços relacionados à empresa, bem como ela mesma, (2) o nível da rede de produção de software (RPS), ou *software supply network level* (SSN), considera todos os clientes e fornecedores, sejam produtores ou consumidores de componentes e serviços de software, que têm contato direto com a empresa, e (3) o nível do ECOS, ou *SECO level*, reúne todas as empresas de software relacionadas.

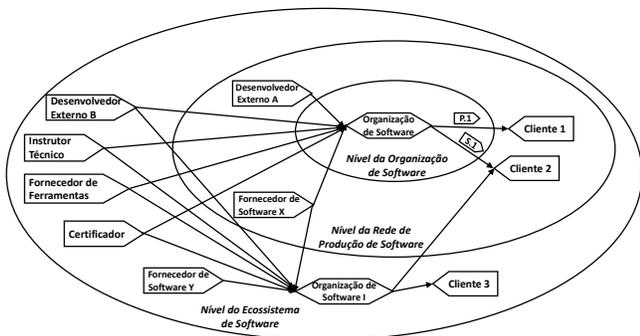


Figura 3: Perspectivas de ECOS. Fonte: [31]

Uma terceira estratégia para se modelar e analisar ECOS foi introduzida por Campbell e Ahmed [13] e posteriormente explorada mais profundamente por Santos e Werner [53] [76] [79] [80]. Para esses autores, o conceito de ECOS tem raiz nas teorias

do desenvolvimento de plataformas similares e das redes sociais, o que pode representar um caminho para a transição, evolução e inovação na indústria de software. Nesse sentido, os autores apresentam uma visão de ECOS em três dimensões que visam entender as funções assumidas por cada um dos pilares de um ECOS, conforme ilustra a Figura 4:

- *Arquitetura* (ou dimensão técnica): envolve a plataforma (tecnologia ou infraestrutura) na qual o ecossistema vai estar inserido, e explora questões da arquitetura de software, linha de produto e processos de ES;
- *Negócio* (ou dimensão transacional): envolve conhecimento do mercado, de decisões que os atores devem tomar sobre modelos de negócio, de definição do portfólio de produtos do ECOS, de estratégias de licenças e de vendas;
- *Social*: envolve explorar como a rede de atores irá se relacionar dentro do ECOS para atingir os seus objetivos, bem como fomentar o crescimento do ECOS por meio de proposições de valor em que todos possam ser beneficiados.

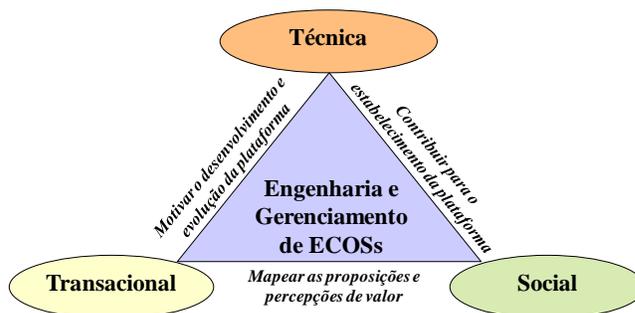


Figura 4: Visão do ECOS em três dimensões. Fonte: [53]

Nesse modelo de dimensões, dado que a dimensão de arquitetura envolve uma plataforma central, o ciclo de vida social de um ECOS pode ser analisado em quatro fases [31]: (1) o estabelecimento de um relacionamento de mercado com um centralizador; (2) o surgimento de uma rede preliminar; (3) a diminuição do poder do centralizador e o estímulo das comunidades; e (4) a manutenção de uma comunidade de criação do ECOS sem centralizadores e com poder distribuído.

Complementando o ciclo de vida social, o ciclo de vida de negócio de um ECOS pode ser definido em quatro fases [81]. Tal definição considera que as relações sociais entre atores podem ser tanto cooperativas como competitivas, como acontece nos ecossistemas biológicos [82]. Dessa forma, alguns elementos podem ser observados a fim de entender como os atores interagem e garantem a sua sobrevivência e a de todo o ecossistema:

- *Nascimento*: representa a criação do ecossistema a partir do início das interações entre as espécies. Consiste em identificar as necessidades do cliente e definir o que agrega valor para eles e para a empresa de software. Novos atores vão aderir ao ECOS e contribuir com produtos ou serviços de software. Essa fase é um processo confuso, dado que a forma como as espécies interagem não é muito clara;
- *Expansão*: envolve a conquista de novos clientes e o crescimento do ECOS em novos mercados. Competição entre ecossistemas rivais é muito comum nessa fase. Participantes passam a formar estruturas mais complexas e precisam atuar em redes sociais para aumentar a cooperação com parceiros visando minimizar os efeitos da competição;
- *Liderança*: os participantes usufruem da estabilidade obtida pelo sucesso individual e coletivo no ECOS. Oportunidades de colaboração (interna e externa) são identificadas, mas também pode haver disputa entre os participantes para obter mais poder e liderança no ECOS;

- *Autorrenovação*: o ECOS pode se transformar a partir de acontecimentos externos, como mudanças climáticas, forte competição entre rivais ou a própria morte de participantes. Para garantir um ciclo de renovação, os participantes devem aumentar a sua capacidade de adaptação às mudanças e à inovação, caso contrário, existe o risco de morte do ECOS.

Por exemplo, um dos ecossistemas mais ativos é o ECOS Apple [83]. Este ECOS é formado por três ecossistemas específicos: ECOS iPhone, ECOS iPad e ECOS Mac. Uma vez que a Apple não fabrica hardware, a empresa tem um relacionamento de mutualismo com os fornecedores de seus dispositivos. Neste caso, tanto a Apple como seus parceiros podem obter benefícios mútuos pelo crescimento do ecossistema. De modo similar, empresas de software e desenvolvedores externos constroem aplicações e disponibilizam na *app store* da Apple. Por outro lado, entre os competidores responsáveis por retirar valor do ECOS Apple, está o Google, com o ECOS Android. Apesar da Google não dominar totalmente o nicho de dispositivos móveis, empresas parceiras como Samsung, Motorola Mobility e HTC fabricam dispositivos que utilizam Android, o que expande o número de empresas competidoras. Por fim, destaca-se que o ECOS Mac já passou pela fase de autorrenovação, pois o dispositivo está no mercado há quase 30 anos e se reinventou várias vezes. Quando comparado ao sucesso de vendas de 55 milhões equipamentos do ECOS iPad em um ano após o seu lançamento, foram necessários dois anos no ECOS iPhone e 22 anos no ECOS Mac para atingir o mesmo objetivo, o que mostra uma nítida redução do ciclo de criação de produtos e do intervalo para se atingir a liderança [84].

Apesar do exemplo utilizado, vale ressaltar que há um número significativo de estudos que investigam ECOS centrados em plataformas do tipo *free open source software* (FOSS), seja pela disponibilidade de dados ou pela importância da colaboração entre os atores como elemento fortalecedor da plataforma [85]. Além disso, existem ECOS centrados em uma plataforma de ativos de software, representando uma linha de produtos de software [86], ou ainda voltados para um mercado de software e serviços de TI, formando um ecossistema de negócio para processos de inovação (aberta ou fechada) [87]. Nesse sentido, alguns elementos comumente modelados e analisados em um ECOS são [63]: (1) *arquitetura da plataforma*: estabilidade de interface, gerência de evolução, extensibilidade, segurança e confiabilidade [88]; (2) *processos de negociação de requisitos*: alinhar necessidades reais com soluções, componentes e portfólios [89]; (3) *desenvolvimento colaborativo*: um cenário emergente é o governo eletrônico como ecossistema digital [90]; (4) *redes complexas*: modelos e métricas para redes de produção de software [91]; e (5) *modelos de negócio*: um cenário emergente é o de ECOS formado por organizações de pequeno e médio porte [92].

Dado que o contexto de ECOS reúne um conjunto de problemas em aberto para a área de ES e para os diferentes domínios de sistemas, modelos e análises de casos reais têm utilizado recursos comuns de ES, como UML, *i\** e grafos [55]. Modelar elementos de arquitetura de software é fundamental, de modo que esta deva ser estendida para tratar gerenciamento, regras de negócio e restrições, integração e existência de múltiplas funcionalidades, seja para a plataforma central ou para as aplicações construídas sobre ela [93]. Segurança e confiabilidade são atributos de qualidade críticos para equilibrar modularidade e flexibilidade na especificação da arquitetura da plataforma, focando em interoperabilidade e manutenção de interfaces de programação [94]. Além disso, inconsistências geradas por evoluções devem ser verificadas e validadas por meio das dependências de componentes e serviços da plataforma, o que requer mecanismos de coordenação [95]. A constante evolução no contexto de um ECOS demanda processos adaptáveis para que o desenvolvimento

visse interoperabilidade, implantação e liberação de versões estáveis da plataforma.

Como consequência, a análise e o projeto arquitetural passam a enfatizar estratégias para identificação de metas de negócio e de requisitos emergentes, além de táticas para avaliação arquitetural. O processo de elicitação de requisitos se torna um desafio, dado que novos atores se juntam aqueles comumente envolvidos no processo de desenvolvimento de software, criando um corpo numeroso e distribuído no ECOS [96]. Cadeias de valor e cadeias de resultados passam a apoiar a engenharia de requisitos [97], além da modelagem, análise e visualização de redes sociais, técnicas e socio-técnicas para identificar redes de influência e de interoperabilidade [98]. Bosch [12] acrescenta mais duas questões: tratamento da agilidade inerente ao desenvolvimento de software no contexto de ECOS e composição de produtos e serviços em ECOS por meio de gerenciamento de produtos.

Por fim, diversos ECOS têm sido modelados e analisados pela comunidade de pesquisa no assunto. Manikas e Hansen [70] listam os 43 ecossistemas que têm sido investigados, dos quais 30 são discutidos cada um em uma publicação, 12 estão presentes em mais de uma publicação e um não foi nomeado, embora esteja em três publicações. O ECOS Eclipse/Eclipse Foundation é o que tem sido mais estudado, com sete publicações, seguido por GNOME e Open Design Alliance (quatro); Software Público Brasileiro e Linux/Linux Kernel (três); Android, GX Software, Evince, FOSS, FreeBSD, iPhone/iPad App Store e SAP (dois); Apache Web Server, Artop, Brasero, CAS Software AG, CSoft, CubicEyes, Debian, Google Chrome, Google, Gurux, Firefox, HIS GmbH, HISinOne, Mac App Store, Microsoft, Nokia Siemens Networks, Nautilus, Pharo, Ruby, S. Chand Edutech, SOOPS BV, Squeak, Symbian, TFN 200, UniImprove, Unity, US Department of Defense, WattDepot, WinMob e World of Warcraft (um). Destes ECOS, apenas dois são fechados (GX Software e SAP), o que pode se dever ao desafio de obtenção de dados desse tipo de ecossistema, ao contrário dos ECOS FOSS, que possuem repositórios públicos disponíveis [99].

#### 4 ECOSISTEMAS & JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL

Estudos sobre ECOS voltados para o domínio de jogos e entretenimento digital ainda não têm sido desenvolvidos extensivamente, conforme discutido em alguns trabalhos recentes [1] [5] [7]. Isso requer mecanismos e ferramentas para modelar e analisar o desenvolvimento de plataformas de ECOS, mais especificamente no contexto de jogos e entretenimento digital. Entre esses mecanismos, pode-se destacar estratégias de governança e socialização da comunidade de desenvolvedores e usuários, internos e externos, que contribuem com informações, recursos e artefatos, e que mantêm ativos ciclos de desenvolvimento de funcionalidades de plataformas para jogos e suas extensões. Tais estratégias devem ser exploradas ao longo das diferentes gerações de plataformas de jogos, incluindo os principais atores e tendências e catalizadores do desenvolvimento e expansão. Alguns elementos do processo de desenvolvimento de jogos sob o ponto de vista da ES podem ser destacados e evoluídos para o contexto de ECOS [6]: grau de ligação com desenvolvedores externos, grau de sobreposição entre diferentes plataformas de jogos, variedade de relacionamentos entre os principais atores e relações com organizações dominantes no mercado. Por fim, riscos e oportunidades devem ser analisados.

Entre as empresas e/ou plataformas que tem explorado ECOS no domínio de jogos e entretenimento digital, estão Blizzard Entertainment, Bethesda Games Studios, iOS/Android e Facebook. Esses ECOS têm como desafio avaliar situações enfrentadas no projeto e desenvolvimento de suas plataformas, para que compreendam como as decisões tomadas pelo centralizador podem afetar a plataforma (dimensão de

arquitetura), a organização/comunidade (dimensão social) e o modelo de negócio (dimensão de negócio). Entre as questões identificadas para esses ecossistemas, estão: Como viabilizar a participação de desenvolvedores externos? Quais os impactos sobre a arquitetura e a interface entre a plataforma e suas extensões? Como divulgar informações sobre os artefatos para os atores pelas redes sociais criadas e expandir o ecossistema? Como gerir a evolução de uma plataforma para jogos e entretenimento digital? Como alterar responsabilidades no ecossistema? Como lidar com as dependências entre os artefatos produzidos? Entre outras.

Ao analisar o caso do ECOS Apple, mais especificamente o ECOS iPhone, percebe-se a estratégia de atrair e criar um ecossistema de desenvolvedores externos e um ecossistema de clientes, ambos mantidos por ações geradas pelo escritório de negócios da empresa. A partir de uma base de clientes criada a partir do iTunes, a Apple avançou no modelo de desenvolvimento e distribuição de aplicações com base em um canal de distribuição (*app store*) e em um kit de desenvolvimento de aplicações para desenvolvedores externos a partir do sistema operacional iOS. Nos primeiros cinco anos (2007-2012), a empresa conseguiu com o ECOS iPhone um faturamento superior a todos os produtos da Microsoft (competidor), ainda que divida o mercado de dispositivos móveis com outro centralizador de grande destaque (Google). Entre os fatores de sucesso desse ECOS, estão a verticalização do modelo de negócio e de integração de soluções, diferenciação na experiência de desenvolvedores e clientes com a plataforma, kit de desenvolvimento em constante evolução e simplificação e marca forte na indústria de software.

Esse cenário atraiu diversos desenvolvedores externos, muitos deles interessados no desenvolvimento de jogos para o ECOS Apple. Uma vez que o ECOS iOS divide mercado com o ECOS Android, Apple e Google passaram a fornecer ferramentas que permitem aos desenvolvedores construir jogos que funcionem nas duas plataformas, explorando o conceito de *multi-homing* [100]. Em outras palavras, os jogos possuem um núcleo de código comum (“negócio” do jogo propriamente dito), podendo ser desenvolvido a partir de tecnologias e linguagens diferentes daquelas específicas da plataforma de software (iOS e Android, no caso), de modo que haja uma camada de integração para permitir que a aplicação execute em diferentes plataformas, sem prejuízo para o cliente. Além deste fator que afeta o projeto e desenvolvimento de plataformas para jogos e entretenimento digital, destacam-se [5]:

- Para melhor classificar os atores que participam desse tipo de ECOS, um entendimento básico sobre os produtos de software (jogos) sobre a plataforma da empresa é necessário. Em última análise, o negócio do ECOS é voltado para jogos que os clientes adquirem e jogam. Diferentemente da atenção dada às tecnologias específicas para jogos, à indústria de jogos e aos efeitos psicológicos, a ideia do jogo como produto de software tem sido pouco explorada;
- O número de competidores nesse ECOS é muito maior que nos demais tipos de ECOS, como aqueles voltados para educação, saúde, governo, dispositivos móveis etc. Isso traz uma segregação muito grande a respeito do que é um jogo e o que são módulos, componentes, serviços e extensões. Muitas vezes, os jogos deixam de ser compatíveis com algumas plataformas pelo fato de haver muitas restrições impostas por *frameworks* específicos de plataformas técnicas. Tal realidade afeta o projeto de jogos em ECOS;
- Existem alguns papéis particulares envolvidos nesse tipo de ECOS, como desenvolvedor do middleware, desenvolvedor do jogo, fabricante do console, publicador do jogo, distribuidor, provedor de serviços ao cliente e consumidor. Cada um deles possui uma rede de produção de software

própria, que merece ser explorada de forma cuidadosa. Os artefatos de software construídos pelos desenvolvedores, por exemplo, não estão relacionados apenas a código, mas a ideias e elementos do jogo, como fases, personagens, cenários etc.

- Por questões de publicidade, as empresas mantêm a sua plataforma de jogos aberta como uma estratégia de negócio comumente utilizada para informar aos envolvidos no ECOS sobre suas metas. No entanto, um resumo informativo sobre esse modelo de negócio não é normalmente compartilhado com a comunidade do ECOS. Por exemplo, o modelo de recompensa dos desenvolvedores às vezes não fica claro (receber pagamento de uma vez ou ao longo do tempo?);
- Diferentemente da entrada casual de desenvolvedores externos nesse tipo de ECOS no final da década de 2000, o mercado de dispositivos móveis e de plataformas de redes sociais abriu novas oportunidades para desenvolvedores de jogos. Pequenas e médias empresas conseguem atingir um leque amplo de consumidores e parceiros com plataformas mais simples de integrar contribuições externas e opções fáceis de publicação das soluções. Isso tem representado uma tendência no segmento de jogos e entretenimento digital.

De modo similar, outras empresas ou consórcios como Facebook, Blizzard Entertainment e Bethesda Games Studios começaram a explorar o conceito de ecossistemas para o domínio de jogos. Por exemplo, a Blizzard Entertainment voltou esforços para não somente envolver os usuários no enredo do jogo, mas permitir a criação de diversos caminhos, de modo a buscar experiências diferentes em cada execução de um jogo. Um dos efeitos críticos dessa iniciativa foi a evasão de desenvolvedores do ECOS para criarem empresas competidoras com o centralizador, o que afetou a saúde do seu ecossistema. A partir desse cenário, em 2017, a Bethesda Games Studios anunciou um sistema integrado de conteúdos adicionais para jogos, a fim de criar um nicho de mercado gerido pela própria empresa visando acompanhar a produção de conteúdos de forma controlada e de qualidade (*Creation Club*). A empresa ainda anunciou um modelo de participação financeira para ajudar a manter a sua marca. Esses casos mostram a importância de se investigar como o contexto de ECOS pode afetar o projeto e desenvolvimento de plataformas para jogos e entretenimento digital.

Por fim, frente à discussão apresentada, vale sumarizar alguns desafios e fatores de sucesso apontados em pesquisas no assunto [12] [15] [20], que também se aplicam ao domínio de jogos, conforme resume a Figura 5: (1) *caracterizar e modelar ECOS*, considerando diferentes perspectivas como, por exemplo, no Brasil, como a organização e evolução desses ecossistemas podem depender diretamente da atuação do Estado, ou seja, de questões políticas; (2) *estabelecer os relacionamentos* entre as redes de produção de software, considerando os atores envolvidos nesse tipo de ECOS; (3) *gerenciar a qualidade* em ECOS, incluindo a plataformas e as suas aplicações e extensões; (4) *planejar portfólios e linhas de produtos* em ECOS, visando explorar interoperabilidade e escalabilidade; (5) *prover métodos, técnicas e ferramentas para desenvolver arquiteturas de sistemas* que atendam à extensibilidade, à portabilidade e à variabilidade; e (6) *tratar implicações gerais em ES*, incluindo mecanismos de comunicação, agilidade na concepção e desenvolvimento de soluções e composição de produtos e serviços no domínio de jogos. Vale ainda destacar que a aplicação de ECOS nesse domínio carece de pesquisa e discussão pela comunidade acadêmica e da indústria, sobretudo devido a questões como segurança, confiabilidade, estabilidade arquitetural, propriedade intelectual, coordenação e comunicação, modelos de colaboração e competição, garantia de qualidade e gestão de conhecimento.

NÍVEIS	DESAFIOS	DESCRIÇÃO
Organizacional	#1: <i>Gestão do portfólio e planejamento da linha de produção de jogos</i>	Gerenciar configurações e reutilização para criação de funcionalidades na plataforma.
	#2: <i>Gestão do conhecimento da rede</i>	Aplicar mineração para extrair e visualizar <i>feedback</i> dos envolvidos no ECOS.
	#3: <i>Arquitetura extensível, portátil e com variabilidade na plataforma</i>	Explorar interfaces, requisitos e comunicação sobre diferente plataformas de jogos.
	#4: <i>Integração de sistema de software na organização</i>	Desenvolver <i>frameworks</i> para gerência do jogo (plataforma e extensões) e seus ciclos.
Rede de Produção de Software	#1: <i>Estabelecimento das relações entre atores</i>	Identificar papéis específicos e relacionamentos no ECOS.
	#2: <i>Tempo de liberações</i>	Gerenciar versões e seus impactos no ECOS.
	#3: <i>Gestão de qualidade</i>	Gerar diretrizes para certificação das extensões.
Ecossistema	#1: <i>Caracterização e modelagem de ECOS</i>	Identificar propriedades como tamanho, vizinhança, padrões e papéis no ECOS de jogos.
	#2: <i>Políticas e estratégias no ECOS</i>	Determinar instrumentos para permitir orquestração dos diferentes ECOS de jogos.
	#3: <i>Determinação da estratégia para vencer e lucrar na rede</i>	Integrar e estender modelos de negócio para apoiar o desenvolvimento de jogos.

Figura 5: Desafios para ECOS no domínio de jogos e entretenimento digital. Estendido de [12], [15] e [20].

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo papel relevante que a indústria de jogos e entretenimento digital tem desempenhando no mercado global, é fundamental que o projeto e desenvolvimento de plataformas e aplicações para este domínio sejam alvos de pesquisa e prática. Nesse sentido, a área de ES tem abordado diversos desafios relativos a arquitetura, governança e socialização, mais especificamente tratados pela comunidade interessada no conceito de ECOS. É importante considerar que a inovação é um aspecto constante no contexto de ECOS e que outras tecnologias podem se unir para fortalecer as redes de produção de software centradas em uma plataforma e nos envolvidos, como tem acontecido na indústria de jogos. A integração de tecnologias e serviços nas plataformas web e mobile já é uma realidade, mas novas possibilidades precisam ser exploradas. Por exemplo, o gerenciamento de informações evoluiu rumo à convergência digital para integrar diferentes mídias em um único ambiente, com a construção de novas funcionalidades como contribuições de desenvolvedores externos.

Por sua vez, a colaboração entre atores nas redes de produção de software para jogos e entretenimento digital pode ser mais estimulada pela adoção de software social, que permite interação e compartilhamento de conhecimento, realçando o potencial humano de criação em vez de privilegiar apenas a transmissão “um para muitos”. Neste capítulo, foi apresentado como o contexto de ECOS tem afetado o projeto e desenvolvimento de plataformas para jogos e entretenimento digital. Para isso, os principais conceitos e estratégias de ECOS foram discutidos, seguidos pela organização de mecanismos e ferramentas para modelar e analisar plataformas para jogos e entretenimento digital. Alguns exemplos reais foram utilizados para explorar os conceitos apresentados. Espera-se que este material abra oportunidades para que a comunidade de Jogos e Entretenimento Digital explore um tópico atual e de caráter prático na indústria, sobretudo relacionado aos temas “Processo de Desenvolvimento e Ferramentas” e “Convergência de Áreas no Desenvolvimento de Jogos” no escopo da trilha Computação do SBGames.

Como sumarização dos desafios do contexto de ECOS no projeto e desenvolvimento de plataformas para jogos e

entretenimento digital, pode-se destacar dois pontos de vista [63]. Da perspectiva de gestão, tem-se três desafios: (1) como lidar com ecossistemas de plataformas de jogos abertas e as redes constituídas em torno delas; (2) como implementar a governança de ecossistemas de jogos com estratégias de sobrevivência e atração de novos desenvolvedores frente à grande massa de competidores e/ou colaboradores; e (3) como realizar a análise de ecossistemas de jogos visando identificar, coletar, relacionar e extrair informação a partir das redes formadas. Da perspectiva de engenharia, tem-se outros três desafios: (1) como abrir a plataforma para permitir que atores externos contribuam para a evolução da plataforma e de suas extensões; (2) como manter a qualidade da plataforma segundo as necessidades da comunidade, considerando suas funcionalidades e componentes; e (3) como modelar a arquitetura da plataforma para jogos incluindo planejar o processo de construção e evolução da plataforma considerando questões técnicas, modelos transacionais e redes sociais.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao DPq/PROPGPI/UNIRIO pelo apoio parcial concedido para realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- [1] R. P. Santos. *Managing and Monitoring Software Ecosystem do Support Demand and Solution Analysis*. PhD Thesis, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2016.
- [2] S. Jansen, S. Brinkkemper, M. A. Cusumano. *Software Ecosystems: Analyzing and Managing Business Networks in the Software Industry*. Edward Elgar Publishing, 2013.
- [3] K. Manikas. Revisiting Software Ecosystems Research: A Longitudinal Literature Study. *The Journal of Systems and Software* 117(2016):84-103, 2016.
- [4] A. Fontão, F. Lima, B. Ábia, R. P. Santos, A. C. Dias-Neto. Hearing the Voice of Developers in Mobile Software Ecosystems. In *Proceedings of the 31st Brazilian Symposium on Software Engineering*, Fortaleza, Brasil, ACM, pp. 4-13, 2017.
- [5] N. van den Berg. *Business Model Evolution in the Game Software Ecosystem*. Master thesis, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands, 2015.
- [6] T. Lima, B. Pacheco, R. P. Santos, C. Werner, F. Limoeiro. Desenvolvimento de Jogos Educacionais para o Ensino de Engenharia de Software. In *Proceedings of Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment 2011 - Computing Track*, Salvador, Brasil, SBC, pp. 1-4.
- [7] G. de Prato, S. Lindmark, J. P. Simon. The Evolving European Video Game Software Ecosystem. In P. Zackariasson, T. Wilson (Eds.), *The video game industry: Formation, present state and future*, pp. 221-243, Routledge, 2012.
- [8] R. P. Santos, C. M. L. Werner, C. F. Alves, M. J. Pinto, H. L. Cukierman, F. M. Oliveira, T. T. C. Egler. Ecossistemas de Software: Um Novo Espaço para a Construção de Redes e Territórios envolvendo Governo, Sociedade e a Web. In C. M. L. Werner, F. J. G. Oliveira, P. T. Ribeiro (Org.), *Políticas Públicas: Interações e Urbanidades*, pp. 337-366, Letra Capital, 2013.
- [9] B. Boehm. A View of 20th and 21st Century Software Engineering. In *Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering*, Shanghai, China, ACM/IEEE, pp. 12-29, 2006.
- [10] B. Boehm, A. Jain. Developing a Process Framework using Principles of Value-Based Software Engineering: Research Sections. *Software Process: Improvement and Practice* 12(5):377-385, 2007.
- [11] R. P. Santos, A. M. Magdaleno, C. S. C. Rodrigues, C. M. L. Werner. Tecnologia da Informação para Rede de Pesquisa. In T. T. C. Egler, H. M. Tavares (org.), *Política Pública, Rede Social e Território*, pp. 259-288, Letra Capital, 2012.

- [12] J. Bosch. From Software Product Lines to Software Ecosystem. In *Proceedings of 13th International Software Product Line Conference*, San Francisco, USA, ACM, pp. 1-10, 2009.
- [13] P. R. J. Campbell, F. Ahmed. A Three-dimensional View of Software Ecosystems. In *Proceedings of the 4th European Conference on Software Architecture, 2nd International Workshop on Software Ecosystems*, Copenhagen, Denmark, ACM, pp. 81-84, 2010.
- [14] D. G. Messerschmitt, C. Szyperski. *Software Ecosystem: Understanding an Indispensable Technology and Industry*. The MIT Press, 2003.
- [15] R. P. Santos, C. M. L. Werner, O. A. L. P. Barbosa, C. F. Alves. Software Ecosystems: Trends and Impacts on Software Engineering. In *Proceedings of the 26th Brazilian Symposium on Software Engineering*, Natal, Brasil, IEEE, pp. 206-210, 2012.
- [16] J. F. Moore. Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review* 71(3):75-86, 1993.
- [17] J. F. Moore. *The Death of Competition: Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems*. Harper Business, 1996.
- [18] M. Iansiti, R. Levien. Strategy as Ecology. *Harvard Business Review* 82(3):68-78, 2004.
- [19] M. Iansiti, R. Levien. *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*. Harvard Business Review Press, 2004.
- [20] S. Jansen, A. Finkelstein, S. Brinkkemper. A Sense of Community: A Research Agenda for Software Ecosystems. In *Proceedings of the 31st International Conference on Software Engineering*, Vancouver, Canada, ACM/IEEE, pp. 187-190, 2009.
- [21] S. Jansen, M. Cusumano. Defining Software Ecosystems: A Survey of Software Ecosystems and Ecosystem. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Software Ecosystems*, Boston, USA, CEUR-WS, pp. 41-58, 2012.
- [22] A. Pinto, A. C. M. Almeida, E. Morais. Collaborative Software Development Process for Geographically Distributed Teams. In *Anais do III Workshop de Desenvolvimento Distribuído de Software*, evento integrante do XXIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Fortaleza, Brasil, SBC, pp. 89-97, 2009.
- [23] H. L. Cukierman, C. Teixeira, R. Prikladnicki. Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software. *Revista de Informática Teórica e Aplicada* 14(2):207-227, 2007.
- [24] R. P. Santos, C. M. L. Werner. Revisiting the Concept of Components in Software Engineering from a Software Ecosystem Perspective. In *Proceedings of the 4th European Conference on Software Architecture, 2nd International Workshop on Software Ecosystems*, Copenhagen, Denmark, ACM, pp. 135-142, 2010.
- [25] A. Fontão, O. M. Ekwoje, R. P. Santos, A. C. Dias-Neto. Facing up the Primary Emotions in Mobile Software Ecosystems from Developer Experience. In *Proceedings of the 2nd Workshop on Social, Human, and Economic Aspects of Software*, Salvador, Brasil, ACM, pp. 5-11, 2017.
- [26] S. Overhage, P. Thomas. A Business Perspective on Component Trading: Criteria, Immaturities, and Critical Success Factors. In *Proceedings of the 30th Euromicro Conference*, Rennes, France, IEEE, pp. 108-117, 2004.
- [27] S. Hotho, N. McGregor. *Changing the Rules of the Game: Economic, Management and Emerging Issues in the Computer Game Industry*. Palgrave Macmillan, 2013.
- [28] A. Fung. *Global Game Industries and Cultural Policy*. Palgrave Macmillan, 2016.
- [29] N. Terry, J. Babb. Comparing Video Game Sales by Gaming Platform. *Southwestern Economic Review* 40(2013):25-46.
- [30] R. P. Santos, G. A. Valença, D. Viana, B. J. S. Estácio, A. L. Fontão, S. Marczak, C. M. L. Werner, C. F. Alves, T. U. Conte, R. Prikladnicki. Qualidade em Ecossistemas de Software: Desafios e Oportunidades de Pesquisa. In *Proceedings of the V Brazilian Congress on Software: Theory and Practice, VIII Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems*, Maceio, Brasil, SBC, v. 2, pp. 41-44, 2014.
- [31] S. Jansen, S. Brinkkemper, A. Finkelstein. Business Network Management as a Survival Strategy: A Tale of Two Software Ecosystems. In *Proceedings of the First International Workshop on Software Ecosystems*, Falls Church, USA, CEUR-WS, pp. 34-48, 2009.
- [32] G. K. Hanssen, T. Dyba. Theoretical Foundations of Software Ecosystems. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Software Ecosystems*, Boston, USA, CEUR-WS, pp. 6-17, 2012.
- [33] E. L. Trist. The Evolution of Socio-technical Systems. Occasional Paper No. 2 (June). Associate of the Ontario Quality of Working Life Centre, Toronto, Canada, 67p, 1981.
- [34] E. L. Trist. A Concept of Organizational Ecology. *Australian Journal of Management* 2(2):161-175, 1977.
- [35] R. P. Santos. *Brechó-VCM: Uma Abordagem Baseada em Valor para Mercados de Componentes*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2010.
- [36] B. Boehm. *Software Engineering Economics*. Prentice Hall, 1981.
- [37] S. Biffl, A. Aurum, B. Boehm, H. Erdogmus, P. Grünbacher. *Value-Based Software Engineering*. Springer-Verlag, 2006.
- [38] B. Boehm, L. G. Huang. Value-Based Software Engineering: A Case Study. *IEEE Computer* 36(3):33-41, 2003.
- [39] R. P. Santos, C. M. L. Werner, M. A. Silva. Brechó-VCM: A Value-Based Approach for Component Markets. *International Transactions on Systems Science and Applications* 6(2/3):179-199, 2010.
- [40] R. P. Santos, C. M. L. Werner. Analyzing the Concept of Components in the Brechó-VCM Approach through a Sociotechnical and Software Reuse Management Perspective. In *Proceedings of the Fourth Brazilian Symposium on Software Components, Architectures and Reuse*, Salvador, Brasil, IEEE, pp. 21-30, 2010.
- [41] G. Stefanuto, A. M. Alves, M. Spiess, P. F. D. Castro. Quality in Software Digital Ecosystems: The User Perceptions. In *Proceedings of the 3rd ACM/IFIP International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems*, San Francisco, USA, pp. 85-88, 2011.
- [42] T. Mens, M. Goeminne. Analysing the Evolution of Social Aspects of Open Source Software Ecosystems. In *Proceedings of the 3rd International Workshop on Software Ecosystems*, Brussels, Belgium, CEUR-WS, pp. 77-88, 2011.
- [43] M. Lungu, M. Lanza, T. Girba, R. Robbes. The Small Project Observatory: Visualizing Software Ecosystems. *Science of Computer Programming* 75(4):264-275, 2010.
- [44] B. Iyer. EcoSysNetworks: A Method for Visualizing Software Ecosystems. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Software Ecosystems*, Boston, USA, CEUR-WS, pp. 1-5, 2012.
- [45] T. M. P. Lima, R. P. Santos, J. Oliveira, C. M. L. Werner. On the Importance of Socio-Technical Resources for Software Ecosystems Management. *Journal of Innovation in Digital Ecosystems* 3(2):98-113, 2016.
- [46] T. M. P. Lima, G. S. Barbosa, R. P. Santos, C. M. L. Werner. Uma Abordagem Socio-técnica para Apoiar Ecossistemas de Software. *iSys: Revista Brasileira de Sistemas de Informação* 7(3):19-37, 2014.
- [47] A. L. Fontão, B. Bonifacio, A. C. Dias Neto, A. Bezerra, R. P. Santos. MSECO Skill: Construção de Competências de Desenvolvedores em Ecossistemas de Software Móvel. In *Proceedings of the XVII Iberoamerican Conference on Software Engineering*, Pucon, Chile, SBC, pp. 81-94, 2014.
- [48] S. Jansen. Measuring the Health of Open Source Software Ecosystems: Beyond the Scope of Project Health. *Information and Software Technology* 56(11):1508-1519, 2014.
- [49] E. Mendes, B. Turhan, P. Rodriguez, V. Freitas. Estimating the Value of Decisions Relating to Managing and Developing Software-intensive Products and Projects. In *Proceedings of the 11th International Conference on Predictive Models and Data Analytics in Software Engineering*, Beijing, China, ACM, Article No. 7, 2015.

- [50] A. L. Fontão, R. P. Santos, A. C. Dias Neto. SECO-SUP: Support Process in Mobile Software Ecosystems. In *Proceedings of the 29th Brazilian Symposium on Software Engineering*, Belo Horizonte, Brasil, IEEE, pp. 31-40, 2015.
- [51] J. Bosch, P. Bosch-Sijtsema. From Integration to Composition: On the Impact of Software Product Lines, Global Development and Ecosystems. *The Journal of Systems and Software* 83(1):67-76, 2010.
- [52] V. Boucharas, S. Jansen, S. Brinkkemper. Formalizing Software Ecosystem Modeling. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Open Component Ecosystems*, Amsterdam, The Netherlands, ACM, pp. 41-50, 2009.
- [53] R. P. Santos, C. M. L. Werner. ReuseECOS: An Approach to Support Global Software Development through Software Ecosystems. In *Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Global Software Engineering, VI Workshop on Distributed Software Development*, Porto Alegre, Brasil, IEEE, pp. 60-65, 2012.
- [54] R. P. Santos, M. G. P. Esteves, G. Freitas, J. M. Souza. Using Social Networks to Support Software Ecosystems Comprehension and Evolution. *Social Networking* 3(2):108-118, 2014.
- [55] E. F. Coutinho, D. Viana, R. P. Santos. An Exploratory Study on the Need for Modeling Software Ecosystems: The Case of SOLAR SECO. In *Proceedings of the 9th IEEE/ACM International Workshop on Modelling in Software Engineering*, Buenos Aires, Argentina, ACM/IEEE, pp. 47-53, 2017.
- [56] R. P. Santos, D. Viana. Software Ecosystems in the Development of Web, Social Networks and Multimedia Platforms. In *Proceedings of the 22nd Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, Teresina, Brasil, ACM, pp. 21-22, 2016.
- [57] R. Goldman, R. P. Gabriel. *Innovation Happens Elsewhere*. Morgan Kaufmann, 2005.
- [58] A. L. Fontão, R. P. Santos, A. C. Dias Neto. Mobile Software Ecosystem (MSECO): A Systematic Mapping Study. In *Proceedings of the IEEE 39th Annual Computer Software and Applications Conference*, Taichung, Taiwan, IEEE, pp. 653-658, 2015.
- [59] T. M. Smith, R. L. Smith. *Elements of Ecology*. 7. ed., Benjamin Cummings, 2008.
- [60] C. J. Krebs. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 6. ed., Benjamin Cummings, 2008.
- [61] J. D. McGregor. A Method for Analyzing Software Product Line Ecosystems. In *Proceedings of the 4th European Conference on Software Architecture, 2nd International Workshop on Software Ecosystems*, Copenhagen, Denmark, ACM, pp. 73-80, 2010.
- [62] T. M. P. Lima, R. P. Santos, C. M. L. Werner. A Survey on Socio-Technical Resources for Software Ecosystems. In *Proceedings of the 7th International Conference on Management of computational and collective intelligence in Digital EcoSystems (MEDES)*, Caraguatatuba, Brasil, ACM, pp. 72-79, 2015.
- [63] O. Barbosa, R. P. Santos, C. Alves, C. Werner, S. Jansen. A Systematic Mapping Study on Software Ecosystems through a Three-dimensional Perspective. In S. Jansen, M. Cusumano, S. Brinkkemper (Eds.), *Software Ecosystems: Analyzing and Managing Business Networks in the Software Industry*, pp. 59-81, Edward Elgar Publishing, 2013.
- [64] I. van den Berk, S. Jansen, L. Luinenburg. Software Ecosystems: A Software Ecosystem Strategy Assessment Model. In *Proceedings of the 4th European Conference on Software Architecture, 2nd International Workshop on Software Ecosystems*, Copenhagen, Denmark, ACM, pp. 135-142, 2010.
- [65] O. Barbosa, R. P. Santos, D. Viana. Preliminary Findings of Expert and Systematic Reviews on the Software Ecosystems Research. In *Anais do I Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software*, Maceió, Brasil, SBC, pp. 81-85, 2016.
- [66] A. Serebrenik, T. Mens. Challenges in Software Ecosystems Research. In *Proceedings of the 9th European Conference on Software Architecture, 7th International Workshop on Software Ecosystems*, Dubrovnik/Cavtat, Croatia, ACM, pp. 1-6, 2015.
- [67] O. Pettersson, M. Svensson, D. Gil, J. Andersson, M. Milrad. On the Role of Software Process Modeling in Software Ecosystem Design. In *Proceedings of the 4th European Conference on Software Architecture, 2nd International Workshop on Software Ecosystems*, Copenhagen, Denmark, ACM, pp. 103-110, 2010.
- [68] A. Fontão, R. P. Santos, J. Feijó Filho, A. C. Dias-Neto. MSECO-DEV: Application Development Process in Mobile Software Ecosystems. In *Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*, Redwood City, USA, pp. 317-322, 2016.
- [69] M. Cataldo, J. D. Herbsleb. Architecting in Software Ecosystems: Interface Translucence as an Enabler for Scalable Collaboration. In *Proceedings of the 4th European Conference on Software Architecture, 2nd International Workshop on Software Ecosystems*, Copenhagen, Denmark, pp. 65-72, 2010.
- [70] K. Manikas, K. M. Hansen. Software Ecosystems – A Systematic Literature Review. *The Journal of Systems and Software* 86(5):1294-1306, 2013.
- [71] G. K. Hanssen. A Longitudinal Case Study of an Emerging Software Ecosystem: Implications for Practice and Theory. *The Journal of Systems and Software* 85(7):1455-1466, 2012.
- [72] M. França, R. P. Santos, C. M. L. Werner. A Roadmap for Cloud SECO: EcoData and the New Actors in IoT Era. In *Proceedings of the 2015 International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems*, Fortaleza, Brasil, IEEE, pp. 218-223, 2015.
- [73] O. Barbosa, R. Santos, D. Viana. EvidenceSET: A Tool for Supporting Analysis of Evidence and Synthesis of Primary and Secondary Studies. In *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática, Sessão de Ferramentas*, Fortaleza, Brasil, SBC, pp. 73-80, 2017.
- [74] H. B. Kittlaus, P. N. Clough. *Software Product Management and Pricing: Key Success Factors for Software Organizations*. Springer Publishing Company, 2009.
- [75] M. Anvaari, S. Jansen. Evaluating Architectural Openness in Mobile Software Platforms. In *Proceedings of the 4th European Conference on Software Architecture, 2nd International Workshop on Software Ecosystems*, Copenhagen, Denmark, ACM, pp. 85-92, 2010.
- [76] R. P. Santos, C. M. L. Werner. A Proposal for Software Ecosystems Engineering. In *Proceedings of the 3rd International Workshop on Software Ecosystems*, Brussels, Belgium, CEUR-WS, pp. 40-51, 2011.
- [77] R. P. Santos. ReuseSEEM: An Approach to Support the Definition, Modeling, and Analysis of Software Ecosystems. In *Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering, Doctoral Symposium*, Hyderabad, India, ACM/IEEE, pp. 650-653, 2014.
- [78] S. R. L. Jansen. *Customer Configuration Updating in a Software Supply Network*. PhD Thesis, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands, 2007.
- [79] R. P. Santos, C. M. L. Werner. Treating Business Dimension in Software Ecosystems. In *Proceedings of the 3rd ACM/IFIP International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems*, San Francisco, USA, ACM, pp. 197-201, 2011.
- [80] R. P. Santos, C. M. L. Werner. Treating Social Dimension in Software Ecosystems through ReuseECOS Approach. In *Proceedings of the IEEE 6th International Conference on Digital Ecosystem Technologies – Complex Environment Engineering*, Campione d'Italia, Italy, IEEE, pp. 1-6, 2012.
- [81] R. V. C. L. de Andrade, C. F. Alves, G. Valença. An Analysis of Dynamic Strategies during the Lifecycle of Software Ecosystems: The DS-SECO Model. In *Proceedings of the VI Brazilian Congress on Software: Theory and Practice, IX Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems*, Belo Horizonte, Brasil, SBC, v. 1, pp. 57-64, 2015.

- [82] D. Dhungana, I. Groher, E. Schludermann, S. Biffl. Software Ecosystems vs. Natural Ecosystems: Learning from the Ingenious Mind of Nature. In *Proceedings of the 4th European Conference on Software Architecture, 2nd International Workshop on Software Ecosystems*, Copenhagen, Denmark, ACM, pp. 96-102, 2010.
- [83] R. V. C. L. de Andrade. *Understanding Strategies During the Software Ecosystems Lifecycle*. Dissertação de M.Sc., CIn/UFPE, Recife, Brasil, 2012.
- [84] H. W. Chesbrough. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Publishing Corporation, 2003.
- [85] O. Franco-Bedoya, D. Ameller, D. Costal, X. Franch. Open Source Software Ecosystems: A Systematic Mapping. *Information and Software Technology* 91(2017):160-185, 2017.
- [86] J. D. McGregor. Ecosystem Modeling and Analysis. In *Proceedings of 16th International Software Product Line Conference*, Salvador, Brasil, ACM, p. 268, 2012.
- [87] R. P. Santos, C. M. L. Werner. On the Impact of Software Ecosystems in Requirements Communication and Management. In *Proceedings of the Requirements Engineering @Brazil 2013 (ER@BR)*, Rio de Janeiro, Brasil, CEUR-WS, pp. 190-195, 2013.
- [88] S. S. Amorim, J. D. McGregor, E. S. de Almeida, C. F. G. Chavez. Software Ecosystems' Architectural Health: Another View. In *Proceedings of the Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems*, Buenos Aires, Argentina, ACM/IEEE, pp. 66-69, 2017.
- [89] F. Fotrousi, S. A. Fricker, M. Fiedler, F. Le Gall. KPIs for Software Ecosystems: A Systematic Mapping Study. In *Proceedings of the 5th International Conference Software Business*, Paphos, Cyprus, Springer, pp. 194-211, 2014.
- [90] J. van der Maas. *Evolution of Collaboration in Open Source Software Ecosystems*. Master thesis, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands, 2016.
- [91] R. P. Santos, J. Oliveira. Análise e Aplicações de Redes Sociais em Ecosystemas de Software. In *Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, João Pessoa, Brasil, SBC, pp. 19-24, 2013.
- [92] G. Valença, C. Alves. A Theory of Power in Emerging Software Ecosystems formed by Small-to-Medium Enterprises. *The Journal of Systems and Software* 134(2017):76-104, 2017.
- [93] J. Bosch. Architecture Challenges for Software Ecosystems. In *Proceedings of the 4th European Conference on Software Architecture, 2nd International Workshop on Software Ecosystems*, Copenhagen, Denmark, ACM, pp. 93-95, 2010.
- [94] R. C. Motta, K. M. de Oliveira, G. H. Travassos. Rethinking interoperability in contemporary software systems. In *Proceedings of the Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems*, Buenos Aires, Argentina, ACM/IEEE, pp. 9-15, 2017.
- [95] V. V. Graciano Neto, E. Cavalcante, J. El Hachem, D. S. Santos. On the interplay of business process modeling and missions in systems-of-information systems. In *Proceedings of the Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems*, Buenos Aires, Argentina, ACM/IEEE, pp. 72-73, 2017.
- [96] R. T. da Silva, L. G. F. Aguiar, E. D. Audacio, E. C. Genvigir. Identifying actors to support software ecosystem health. In *Proceedings of the Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems*, Buenos Aires, Argentina, ACM/IEEE, pp. 76-77, 2017.
- [97] E. Yu, S. Deng. Understanding Software Ecosystems: A Strategic Modeling Approach. In *Proceedings of the 3rd International Workshop on Software Ecosystems*, Brussels, Belgium, CEUR-WS, pp. 65-76, 2011.
- [98] A. Fontão, A. Dias-Neto, D. Viana. Investigating factors that influence developers' experience in mobile software ecosystems. In *Proceedings of the Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems*, Buenos Aires, Argentina, ACM/IEEE, pp. 55-58, 2017.
- [99] F. Santana, C. Werner. Towards the Analysis of Software Projects Dependencies: An Exploratory Visual Study of Software Ecosystems. In *Proceedings of the 5th International Workshop on Software Ecosystems*, Potsdam, Germany, CEUR-WS, pp. 9-16, 2013.
- [100] S. Hyrynsalmi, T. Mäkilä, A. Järvi, A. Suominen, M. Seppänen, T. Knuutila. App Store, Marketplace, Play! An Analysis of Multi-Homing in Mobile Software Ecosystems. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Software Ecosystems*, Cambridge, USA, CEUR-WS, pp. 59-72, 2012.