

# ARIEL: Um Repositório para Gerenciar Modelos de Ecosystemas de Software

Igor R. Alencar<sup>1</sup>, Emanuel F. Coutinho<sup>2</sup>, Leonardo O. Moreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Universidade Virtual (UFC Virtual)  
Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza, CE – Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará (UFC) – Quixadá, CE – Brasil

igorrodrigues@alu.ufc.br, emanuel.coutinho@ufc.br,  
leomoreira@virtual.ufc.br

**Abstract.** *Software Engineering is a discipline that focuses on the aspects of software production. Due to the issues of economic and social complexity involved in software development, the idea came to break down the software into smaller and reusable units. Thus, came the concept of a Software Ecosystem (ECOS) which is an interaction between a set of actors on a common platform. This article presents ARIEL as the purpose of grouping together all community-made ECOS models and meeting this need so that the community collaborates to disseminate and drive growth in the ECOS area.*

**Resumo.** *Engenharia de Software é uma disciplina que tem como objetivo os aspectos de produção de software. Devido às questões de complexidade econômica e social envolvida no desenvolvimento de um software, surgiu a ideia de decompor o software em unidades menores e reutilizáveis. A partir disso, surgiu o conceito de um Ecosystema de Software (ECOS) que é uma interação entre um conjunto de atores sobre uma plataforma comum. Este artigo apresenta o ARIEL como o intuito de agrupar todos os modelos de ECOS feitos pela comunidade e suprir esta necessidade de forma que a comunidade colabore para disseminar e impulsionar o crescimento da área de ECOS.*

## 1. Introdução

A Engenharia de Software (ES) é uma disciplina de engenharia cujo foco está em todos os aspectos da produção de *software*, desde os estágios iniciais da especificação do sistema até sua manutenção, quando o sistema já está sendo usado [Sommerville 2011]. O *software* e a forma na qual ele é produzido podem mudar a perspectiva dos seus usuários em relação a diversos aspectos de usabilidade, e.g., facilidade de aprendizagem, eficiência, segurança, satisfação. Como consequência, empresas começam a investir nas áreas de conhecimento da Engenharia de Software, i.e., qualidade de *software*, processos de *software*, projeto de *software*.

De Souza Gimenes e Huzita (2005) dizem que a complexidade econômica e social envolvida no desenvolvimento de *software* foram fatores que levaram ao surgimento de ideias para decompor os sistemas de *software* em unidades menores que seriam reutilizáveis, denominadas “componentes”. No final da década de 1980, surge uma vertente da ES como uma área de pesquisa denominada Reutilização de *Software*, i.e., o uso de

qualquer informação já disponível que um desenvolvedor pode necessitar no processo de criação de *software* [Freeman 1983]. Com o desenvolvimento deste conceito surge a definição de um Ecossistema de *Software* (ECOS).

Segundo Manikas e Hansen (2013) um ECOS é uma interação entre um conjunto de atores sobre uma plataforma tecnológica comum, esta interação resulta em soluções ou serviços de *software*. Cada ator é motivado por um conjunto de interesses ou modelos de negócio e está conectado aos demais atores e ao ECOS como um todo por meio de relacionamentos simbióticos. A plataforma tecnológica permite o envolvimento e a contribuição dos diferentes atores. A partir desse contexto surge o ARIEL (*A Repository of software ecosystem models*), uma aplicação *web* que funciona como um repositório de modelos de ECOSs. O ARIEL preenche uma lacuna na literatura da área de ECOS, a falta de modelos analíticos [Coutinho et al. 2019].

Os modelos são importantes para fornecer uma melhor compreensão de sistemas ou ambientes, fornecer ideias a partir de representações, além de possibilitar a análise e comparação de ecossistemas “estáticos”, porém nenhum modelo único é suficiente e pode ser analisado sob diversas visões. Quando um modelo é criado e adequado a um ECOS, problemas e oportunidades podem ser facilmente encontrados [Coutinho et al. 2019]. Por este motivo o ARIEL surgiu com o intuito de agrupar todos os modelos feitos pela comunidade e suprir esta necessidade de forma que a comunidade colabore para disseminar e impulsionar o crescimento da área de ECOS. O ARIEL é pioneiro como um repositório de ECOS e com a colaboração de todos pode se tornar uma grande ferramenta para a comunidade.

O ARIEL tem como objetivo ser usado para o ensino com atividades práticas onde os alunos serão motivados a criarem modelos e interagirem com a plataforma para fazer o *upload* dos resultados das práticas. Os resultados estarão disponíveis para outros alunos que podem sentir-se motivados a produzirem modelos com uma qualidade melhor usando as boas práticas aprendidas em aula. O ARIEL também pode ser usado como objeto de estudo, onde os estudantes podem usar seus conhecimentos para analisar os modelos, consultar modelos e perceberem a importância de se construir uma boa modelagem.

Além da participação na sala de aula, o ARIEL poderá atuar em diversos âmbitos, tanto acadêmico tanto industrial por pessoas que buscam inspirações em modelos de ECOS e auxílio na tomada de decisões. Este artigo está dividido nas seguintes seções, além desta introdução: a seção 2 apresenta um referencial teórico sobre conceitos de ECOS e ES; a seção 3 expõe uma revisão sistemática visando a busca de trabalhos relacionados; a seção 4 exibe uma descrição detalhada sobre o ARIEL; a seção 5 apresenta as avaliações feitas com o ARIEL e seus resultados; e por fim, a seção 6 exibe as conclusões do trabalho.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Engenharia de Software

Um *software* de computador é um produto que profissionais de *software* desenvolvem e dão suporte a longo prazo, podem ser programas executáveis em computadores ou programas online e o seu objetivo é apresentar conteúdo e informações descritivas tanto na forma impressa quanto virtual [Pressman 2009]. A ES é uma disciplina de engenharia

que está presente em todas as fases da produção de um *software*, desde o seu projeto até sua manutenção quando o sistema já está pronto [Sommerville 2011]. A ES é importante por dois motivos: as pessoas dependem dos *softwares* avançados e é mais barato, a longo prazo, usar os conceitos de ES para sistemas de *software* [Sommerville 2011].

No processo desenvolvimento de um *software* existem 4 atividades fundamentais comuns: especificação do *software* em que os engenheiros definem o que será produzido, desenvolvimento do *software* onde ele é projetado e programado, validação do *software* em que ele é verificado para garantir que está conforme o planejado e a evolução do *software* em que ele é modificado para refletir possíveis mudanças [Sommerville 2011]. A academia usualmente ensina conceitos e fundamentos de ES através de disciplinas teóricas, com aulas expositivas e leituras complementares, que contemplam a competência prática mediante o desenvolvimento de um pequeno projeto em um curto espaço de tempo [Huang e Distant 2006]. A disciplina abrange conteúdos relacionados a modelos processos de *software*, desenvolvimento ágil, engenharia de requisitos, modelagem de sistemas. Esses conteúdos serão importantes para que o aluno consiga iniciar, desenvolver e finalizar um projeto usando as normas e bons costumes disseminados pelos conceitos de ES.

## 2.2. Ecossistemas de Software

A ES também abrange um assunto que surgiu através da área de Reutilização de *Software* e se desenvolveu ao longo de 4 gerações de sistemas, Os Ecossistemas de *Software*. O conceito de Ecossistema de *Software* está ganhando popularidade entre as grandes organizações e, inerentemente, depende da adoção de um desenvolvimento arquitetural comum para o desenvolvimento de múltiplos produtos [Campbell e Ahmed 2010]. Ecossistemas de *Software* é uma nova metáfora na Engenharia de *Software* que foi amplamente aplicada para entender a dinâmica da rede de fornecimento de *software* centralizada por plataformas de *software* na última década [Coutinho et al. 2017].

Um ECOS pode ser definido como um conjunto de atores funcionando como uma unidade que interage com um mercado distribuído entre *software* e serviços onde estas relações são apoiadas por uma plataforma tecnológica ou por um mercado comum e realizadas pela troca de informações, artefatos e recursos [Jansen et al. 2009]. Ou também como uma comunidade de atores e de organizações em rede, que apoia as relações entre eles sobre um interesse comum no desenvolvimento e no uso de uma tecnologia de *software* central [Hanssen e Dybå 2012].

Segundo Campbell e Ahmed (2010), os ECOS podem ser vistos em 3 dimensões:

- arquitetura: envolve a plataforma (i.e., tecnologia ou infraestrutura) em que o ECOS vai estar inserido, assim como questões da arquitetura de *software*, LPS e processos de ES;
- negócio: envolve o conhecimento sobre o mercado, decisões que os atores devem tomar sobre modelos de negócio, definição do portfólio de produtos do ECOS, estratégias de licenças e de vendas
- social: define a forma como a rede de atores irá se relacionar dentro do ECOS para atingir seus objetivos e fomentar o crescimento do ECOS através de uma proposição de valor onde todos possam obter ganhos.

Além das dimensões, os ECOS possuem papéis chaves que são obrigatórios e essenciais para um ECOS. A Figura 1 mostra cada um dos papéis e suas descrições dentro de um ECOS. Alguns exemplos de ECOSs são o ECOS MySQL/PHP, o ECOS Eclipse, o ECOS Microsoft e o ECOS iPhone [Jansen et al. 2009, dos Santos et al. 2013]. Estes ECOS podem ser fechados ou abertos, isto implica no nível de liberdade que as organizações externas e a comunidade tem no ECOS.

PAPEL	DESCRIÇÃO
<b>Organização Chave ou Proprietário da Plataforma (Keystone)</b>	Uma organização, ou um pequeno grupo, que de alguma forma conduz o desenvolvimento da tecnologia de software central.
<b>Usuários Finais (End-users)</b>	Papel chave para a tecnologia de software central, pois representa quem precisa dela para realizar seu negócio, seja de qual tipo for.
<b>Organizações Externas (Third Party Organizations)</b>	Utilizam a tecnologia de software central como base para produzir soluções ou serviços relacionados (incluem desenvolvedores externos).

Figura 1. Papéis de um ECOS [Hanssen 2012]

### 2.3. Modelagem SSN

Um dos problemas enfrentados na modelagem de ECOS é a falta de padronização, para isso, [Boucharas et al. 2009] propôs uma maneira de padronizar a modelagem de ECOS usando a estratégia da *Software Supply Network* (SSN - Rede de Suprimento de *Software*). Como uma das notações de modelagem ECOS mais famosas, o SSN é uma série de *software*, *hardware* e organizações de serviços ligados, que cooperam para atender às demandas do mercado [Costa et al. 2013]. Usando elementos chave, o SSN representa os principais atores e sua interação dentro de um ECOS, a Figura 2 exhibe os elementos utilizados na notação SSN para modelagem de um ECOS.

Um exemplo de ECOS com modelo baseado na notação SSN é o caso do Sistema de Aprendizado Online (SOLAR)<sup>1</sup>, desenvolvido pelo Instituto Universidade Virtual (IUVI), da Universidade Federal do Ceará (UFC), é uma aplicação *web* de três camadas cujo modelo de participação é orientado para o professor e para o aluno, possibilitando a publicação de cursos e interação com eles [Coutinho et al. 2017]. A Figura 3 mostra um exemplo de um modelo de ECOS usando a modelagem SSN.

## 3. Trabalhos Relacionados

O ARIEL é uma ferramenta que pretende preencher uma lacuna na área de ECOS, pois não há um local para reunir os modelos de ECOS que resulta na escassez de exemplos. Para certificar que este problema ainda não foi solucionado foi realizada uma revisão sistemática. Uma revisão sistemática é uma abordagem abrangente de revisão e síntese de estudos com foco em um tópico de pesquisa ou questões chave relacionadas [Russell et al. 2009]. Será usada uma forma mais simples da revisão sistemática proposta por [Coutinho et al. 2015] baseado nas orientações de Kitchenham [Kitchenham 2004]. A Figura 4 mostra um resumo da revisão sistemática proposta para este estudo.

<sup>1</sup>Disponível em: <http://solar.virtual.ufc.br/>. Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

	Empresa de Interesse: Distribui o produto no modelo comercial definido para o ambiente. Pode ser o produto em si.
	Fornecedor: Fornece um ou mais produtos ou serviços necessários.
	Cliente: Elemento que direta ou indiretamente, adquire ou utiliza o produto.
	Intermediário: Atores que atuam como intermediários entre dois elementos. Ex: distribuidores, revendedores, etc.
	Cliente do Cliente: Um cliente pode ter seus próprios clientes com um produto ou serviço direto ou indiretamente da empresa de interesse. Ex: suporte ao produto, atualizações, etc.
	Agregador: Empresas, produtos ou serviços que operam entre dois agentes para agregar valor a um produto ou serviço. Também pode distribuí-lo ou revendê-lo.
	Relacionamento Comercial: Representa um artefato ou fluxo de serviço de um ator para outro. Pode ser um dado, um software, dinheiro, serviços, etc.
	Fluxo: Conecta dois atores. Um relacionamento pode ser complexo, constituindo muitos fluxos de direções arbitrárias.

Figura 2. Notação SSN [Boucharas et al. 2009] com a extensão de [Costa et al. 2013]

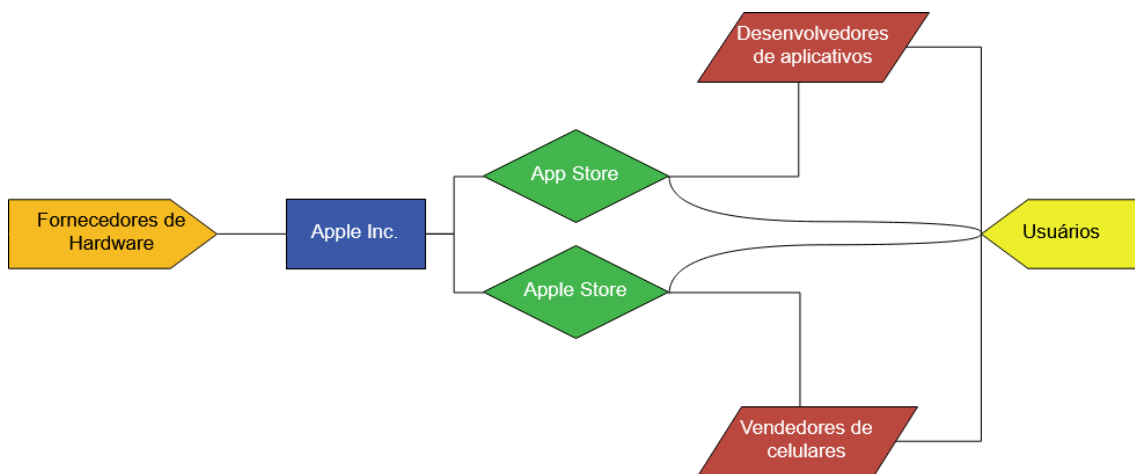


Figura 3. Modelo de ECOS da Apple Inc. usando a Notação SSN

ECOS é um assunto que vem ganhando notoriedade, mas faltam exemplos de modelos de ECOS para fins de estudo ou pesquisa. Com isso surgiu uma questão principal: Existem outras ferramentas que atuam como repositórios de modelos de ECOS? Neste propósito, a revisão sistemática foi realizada através das palavras-chave: *software ecosystem*, *tool* e *model*.

Nesta revisão os documentos científicos foram buscados em ACM Digital Library<sup>2</sup> e IEEE Xplore Digital Library<sup>3</sup>, todas as palavras chave foram usadas nas duas fontes de

<sup>2</sup>Disponível em: <https://dl.acm.org/>. Acesso em: 01 de outubro de 2019.

<sup>3</sup>Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>. Acesso em: 01 de outubro de 2019.

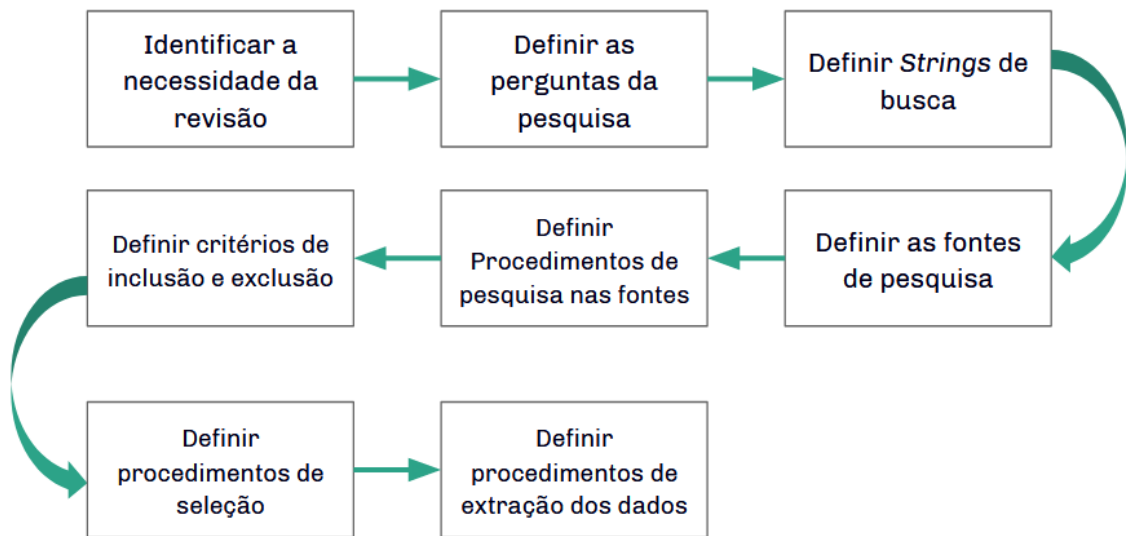


Figura 4. Resumo do fluxo de revisão sistemática baseado em [Coutinho et al. 2015]

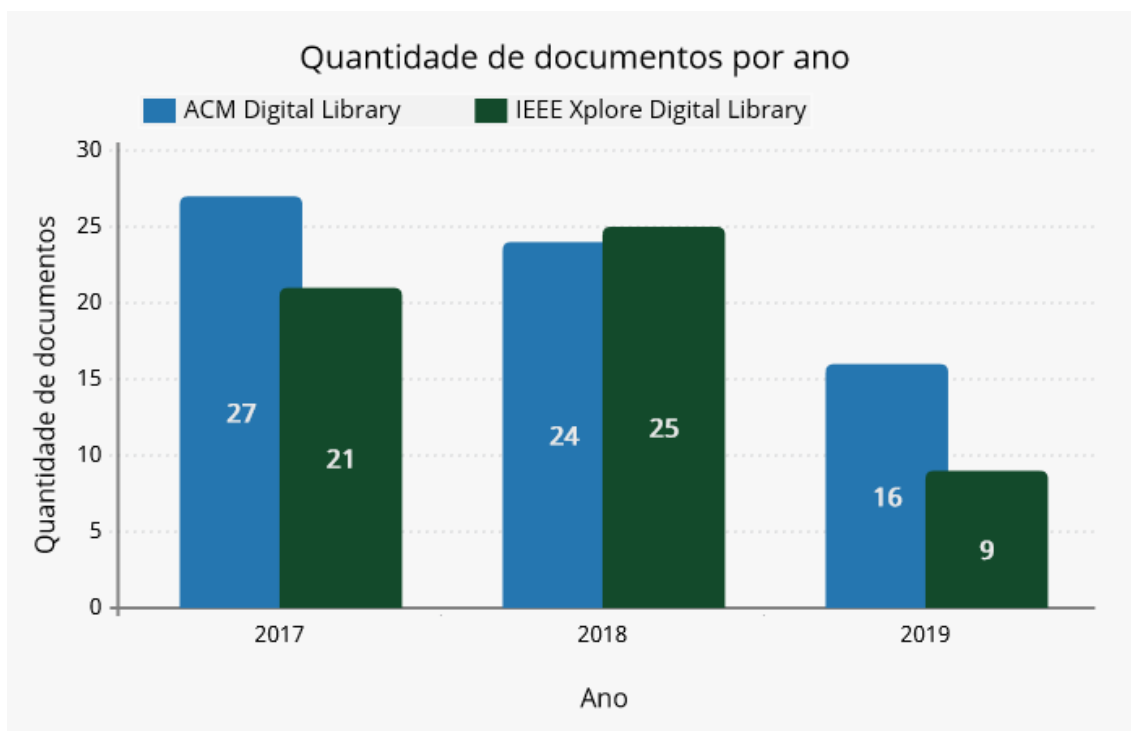
pesquisa através de suas respectivas funcionalidades de busca avançada. Como critérios de inclusão e exclusão, apenas documentos científicos foram buscados e estes documentos tiveram de ser publicados entre 2017 e 2019, as palavras *software ecosystem*, *tool* e *model* devem estar presentes no documento. Além disso, o documento deve relatar uma ferramenta que deve ser aberta e sido avaliada de alguma forma. O processo de seleção seguiu os seguintes passos:

1. As palavras-chaves são usadas na busca avançada das fontes de pesquisa;
2. Para selecionar os estudos iniciais são lidos o resumo, o título e são aplicados os critérios de inclusão e exclusão;
3. Os documentos inclusos são lidos por completo e aplica-se novamente os critérios de inclusão ou exclusão.

O processo de extração de extração ocorreu em outubro de 2019. Foram encontrados 67 e 55 na ACM Digital Library e IEEE Xplore Digital Library respectivamente, totalizando 122 documentos. A avaliação dos documentos iniciais foram realizadas de uma forma simples, apenas buscando a presença de alguma ferramenta que atue de forma igual ou semelhante ao ARIEL.

A Figura 5 ilustra a quantidade de documentos encontrados por ano em cada fonte de busca. A busca filtrou diversos documentos que usavam a palavra *ecosystem* e conseqüentemente englobaram diversas áreas que estão em alta nos dias de hoje como: *Internet of Things* (IoT), ferramentas 3D para área de saúde e *Big Data*. Por este motivo, apenas 3 documentos entraram nos critérios de inclusão e exclusão, pois haviam indícios no seu resumo de uma ferramenta envolvida com ECOS.

Os documentos incluídos foram lidos por completo e o primeiro deles [Schmid e Eichelberger 2017] fala sobre o *EASy-Producer* um conjunto de ferramentas de pesquisa de código aberto para engenharia de linhas de produtos. O segundo [Ambrosio et al. 2019] foi o documento que mais se aproximou do âmbito de ECOS, onde é proposto o



**Figura 5. Quantidade de documentos por ano**

*E-Science Software ECOsystem (E-SECO)*, uma *software* que propõe uma colaboração entre pesquisadores do mundo todo, o E-SECO tem o intuito de integrar com plataformas científicas externas que suportam diferentes atividades de ciclo de vida de um experimento científico. Por fim, temos o [Axelsson et al. 2017] que fala a respeito do COACH um sistema de suporte à decisão para seleção de componentes, que se torna a base de um ECOS onde os usuários compartilham conhecimento de casos de decisão anteriores.

Diversos mapeamentos sistemáticos e revisões já foram publicados pela comunidade de ECOS e também não foram encontrados documentos que tratassem de ferramentas como o ARIEL [Coutinho et al. 2019]. Portanto, conclui-se que não há ferramentas que atuam como repositório de modelos de ECOS como o ARIEL.

#### 4. ARIEL

O ARIEL é uma aplicação *web* desenvolvida para que os usuários façam o *upload* de modelos de ECOS e visualizem tanto os seus como os modelos de outros usuários que já usaram a aplicação. O tipo de modelagem é livre, mas é recomendado que os usuários usem a notação SSN para criar seus modelos. Cada usuário é livre para se cadastrar e ao fazer o *log in* as funcionalidades de cadastro, edição e exclusão dos seus próprios modelos são habilitadas. A ferramenta tem como público-alvo pessoas do âmbito acadêmico que buscam exemplos ou conhecimento de ECOS, mas também pode ser livremente usada por outras pessoas fora deste âmbito. O ARIEL<sup>4</sup> foi remodelado e se encontra agora em uma versão estável, seu ambiente de desenvolvimento foi escolhido de modo que não fossem usados recursos extras por parte dos desenvolvedores. A ferramenta foi desenvolvida usando ferramentas com planos gratuitos e que se tornaram a base do ARIEL.

<sup>4</sup>Disponível em: <http://ariel-develop.herokuapp.com>. Acesso em: 01 de novembro de 2019.

The image shows a mobile-optimized sign-up form for ARIEL. At the top, there is a dark navigation bar with a hamburger menu icon, the ARIEL logo, a search bar with the placeholder text 'Type something to se', and a magnifying glass icon. Below the navigation bar, the main content area has a light gray background. The title 'Sign up for ARIEL' is centered at the top of this section. The form consists of several white input fields with gray borders, each preceded by a label: 'Name', 'Username', 'Email', 'Institution', 'Password', and 'Confirm password'. Below the input fields is a prominent green button with the text 'SIGN UP' in white. Underneath the button is a link that reads 'Already have a registration? Log in here!'. The bottom portion of the screen is a solid light gray area.

**Figura 6. Funcionalidade de cadastro em um *Tablet***

As Figuras 6, 7 e 8 mostram funcionalidades do ARIEL nas visões de *Tablet*, *Smartphone* e Computador respectivamente, isso é possível pelo fato da ferramenta ser responsiva e possuir a capacidade de se adaptar ao contexto que o usuário se encontra, garantindo uma melhor disponibilidade e organização dos elementos. O ARIEL também conta com funcionalidades visando a acessibilidade, as funcionalidades foram baseadas nas orientações da *Web Content Aecessibility Guidelines* (WCAG) 2.0<sup>5</sup>. Um exemplo de umas dessas funcionalidades pode ser observada na Figura 9.

Como ilustrado na Figura 10 o ARIEL possui uma estrutura cliente-servidor onde o servidor em que o ARIEL está hospedado recebe requisições por recursos dos seus clientes. Cada elemento da figura tem um papel que é desempenhado por um *framework*

<sup>5</sup>Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>. Acesso em: 01 de novembro de 2019.



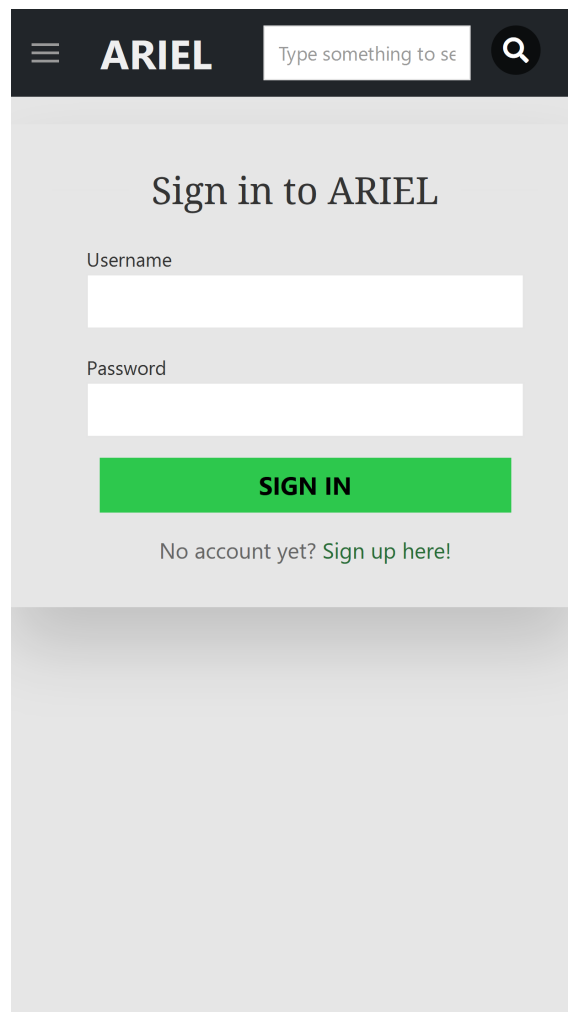


Figura 7. Funcionalidade de login em um *Smartphone*

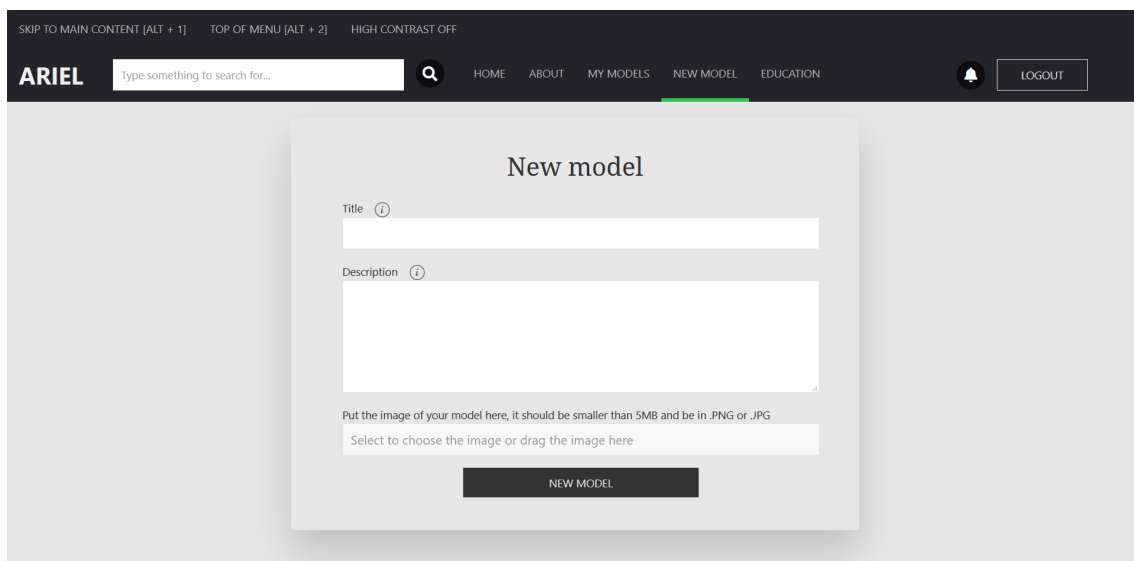


Figura 8. Cadastro de modelos em um computador

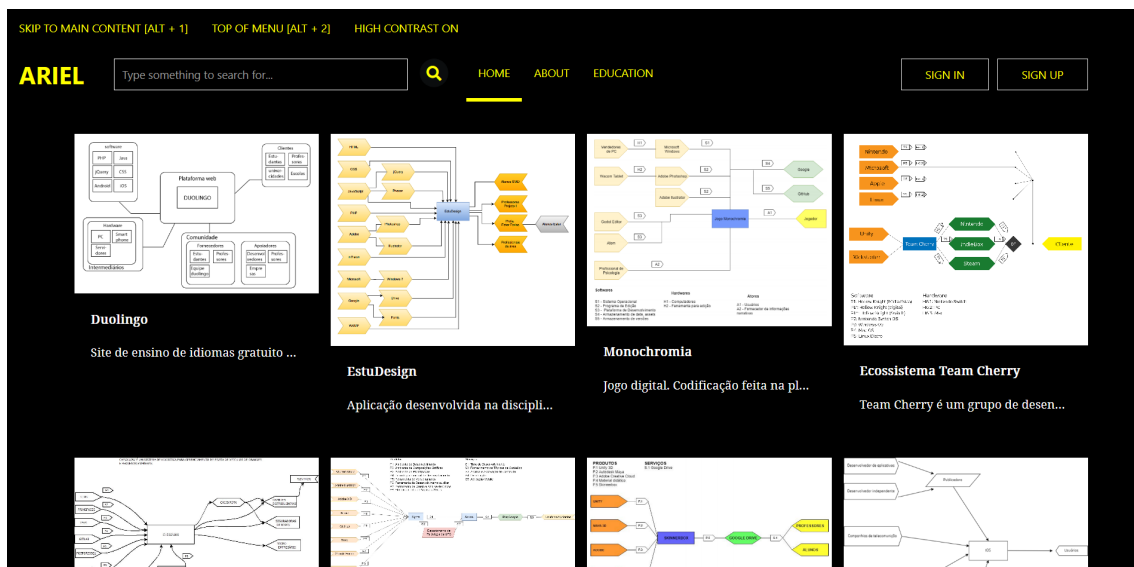


Figura 9. Funcionalidade de Alto Contraste em um Computador

e eles são responsáveis pelo bom funcionamento e disponibilidade da ferramenta.

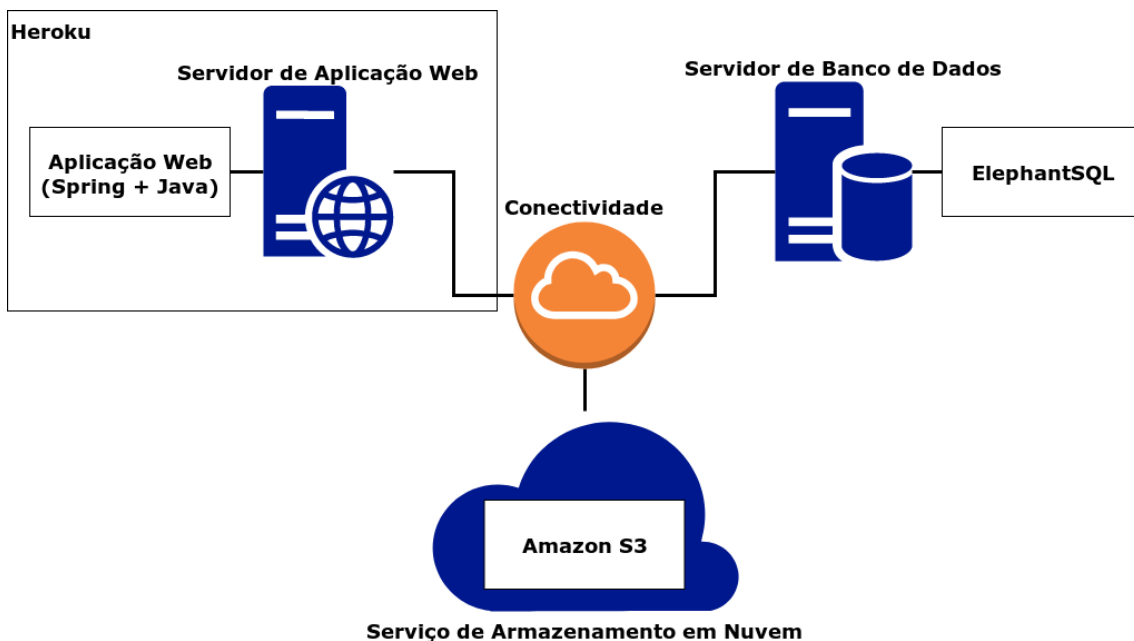


Figura 10. Arquitetura do ARIEL

O primeiro *framework* é o *Heroku*<sup>6</sup>, que é uma plataforma como serviço em nuvem escalável com suporte a diversas tecnologias e permite que os usuários hospedem suas aplicações. Para o armazenamento dados foi usado o *ElephantSQL*<sup>7</sup>, uma ferramenta de banco de dados na nuvem que disponibiliza diversos planos de consumo e é responsável pelo gerenciamento completo dos dados.

<sup>6</sup>Disponível em: <https://www.heroku.com/>. Acesso em: 01 de novembro de 2019.

<sup>7</sup>Disponível em: <https://www.elephantsql.com/>. Acesso em: 01 de novembro de 2019.

Para o armazenamento de modelos, o serviço *Simple Storage Service* (S3) da *Amazon Web Services* (AWS)<sup>8</sup> foi usado. Ele funciona como um armazenador de objetos e também é responsável por diversos fatores importantes como segurança, disponibilidade dos dados e performance. Os serviços da AWS também possuem uma versão gratuita o que possibilitou o uso por parte do ARIEL. Além desses *frameworks* que foram responsáveis por pontos-chaves da ferramenta como: hospedagem, armazenamento de dados e armazenamento de objetos, outros *frameworks* também participaram no desenvolvimento da ferramenta.

Com o surgimento de *stacks* de desenvolvimento *web* como MongoDB, ExpressJS, AngularJS e NodeJS (MEAN), Linux, Apache, MySQL, PHP (LAMP) ou *Spring + Java* o desenvolvimento se tornou mais rápido e simples. Devido às limitações de tempo e experiência com outras *stacks* a *stack Spring + Java* pareceu a mais promissora, pois permitiu um desenvolvimento mais rápido e garantiu que o código se mantivesse conectado e organizado ao mesmo tempo usando seu sistema de injeção de dependências.

O sistema de notações do *Spring Framework*<sup>9</sup> também facilitou a distribuição das classes sobre módulos que indicam seus papéis no sistema. Para acelerar ainda mais o processo, o *Spring Security*<sup>10</sup> foi usado e promoveu facilidade no controle de acesso às funções do sistema e na sua autenticação. O *Spring Security* também forneceu um grande controle sobre para a área de segurança através de rotas e requisitos para serem acessadas. O *Hibernate*<sup>11</sup> e o *PostgreSQL*<sup>12</sup> foram as ferramentas escolhidas para auxiliar no controle dos dados e em consultas feitas pelo sistema. Outro fator que colaborou para suas escolhas foram a gratuidade e por serem bem consolidadas no mercado. Além disso, o *Hibernate* possui uma ferramenta nativa chamada *Java Persistence API* (JPA) que fornece diversas implementações básicas de consultas, acelerando o processo de desenvolvimento.

O *Apache Maven*<sup>13</sup> foi uma escolha que funciona muito bem com o *Spring*, pois ele trabalha com um documento chamado *Project Object Model* (POM), com ele foi possível gerenciar as dependências do projeto, os perfis de desenvolvimento, controle de versão, controle de módulos trazendo uma organização ainda maior para o projeto. A ideia do ARIEL é que a comunidade possa contribuir para o seu desenvolvimento, para isso, foi usado o *GitHub*<sup>14</sup> para o controle de versionamento onde os desenvolvedores de todo o mundo podem estar desenvolvendo melhorias e novas funcionalidades que serão analisadas e após isso adicionadas ao ARIEL.

## 5. Avaliação

### 5.1. Avaliação da Experiência do Usuário

Para avaliar a Experiência do Usuário em diversos níveis foram realizadas duas pesquisas, uma através de um questionário e outra através de três instrumentos de avaliação. Antes de

---

<sup>8</sup>Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/>. Acesso em: 01 de novembro de 2019.

<sup>9</sup>Disponível em: <https://spring.io/>. Versão: 2.1.1, Acesso em: 01 de novembro de 2019.

<sup>10</sup>Disponível em: <https://spring.io/>. Versão: 5.1.2, Acesso em: 01 de novembro de 2019.

<sup>11</sup>Disponível em: <https://hibernate.org/>. Versão: 5.4.2, Acesso em: 01 de novembro de 2019.

<sup>12</sup>Disponível em: <https://www.postgresql.org/>. Versão: 10, Acesso em: 01 de novembro de 2019.

<sup>13</sup>Disponível em: <http://maven.apache.org/>. Versão: 3.2.2, Acesso em: 01 de novembro de 2019.

<sup>14</sup>Disponível em: <https://www.github.com/>. Acesso em: 01 de novembro de 2019.

discutirmos sobre as avaliações vale destacar que consideramos a Experiência do Usuário como consequência do estado interno do usuário, as características do sistema projetado e o contexto dentro do qual a interação ocorre [Hassenzahl e Tractinsky 2006].

### 5.1.1. Projeto da Avaliação de Experiência do Usuário

O objetivo da avaliação era responder 7 perguntas que foram desenvolvidas através do *framework* DECIDE [Rogers et al. 2013], o DECIDE é um *framework* para orientar avaliações, baseado em 6 etapas onde em cada uma delas se realiza uma parcela da avaliação. As perguntas a serem respondidas podem ser visualizadas na Tabela I.

**Tabela 1. Perguntas do DECIDE**

1. O usuário teve dificuldades em usar a ferramenta?
2. Usuário ficou satisfeito com a experiência que teve com a ferramenta?
3. O usuário usaria novamente e recomendaria a ferramenta?
4. O visual da interface da ferramenta é agradável?
5. O nível de esforço mental para realizar atividades é baixo?
6. A ferramenta é útil para o usuário?
7. A ferramenta é consistente?

Para esta avaliação foram usados 3 instrumentos, o primeiro deles é o MAX Cards V5.0 [Cavalcante et al. 2015], ele consiste em um tabuleiro com 5 perguntas e os participantes tiveram de respondê-las usando cartas de acordo com a experiência com a ferramenta ARIEL. Cada pergunta representa uma categoria que é uma subqualidade da Experiência do Usuário, as categorias são: Emoção, Facilidade de uso, Utilidade, Atratividade e Intenção. Cada carta possui uma frase e uma imagem que representa o sentimento do participante, a Figura II ilustra o instrumento.

O segundo instrumento utilizado foi o *Rating Scale Mental Effort* (RSME) [De Waard 1996], este instrumento é usado para medir o nível de esforço mental em relação a algo, no nosso caso, em relação as atividades que foram realizadas na ferramenta. Ele consiste em uma linha de 150mm onde os participantes deveriam marcar em algum local dela de acordo com o nível de esforço mental usado para realizar as atividades, para guiar o participante são disponibilizadas referências de esforço mental ao longo da linha. O instrumento é ilustrado na Figura I2.

Por fim, o terceiro instrumento usado foi o *Net Promoter Score* (NPS) <sup>15</sup>, o NPS é usado como uma pontuação de percepção geral para a sua marca, ele funciona como um indicador de crescimento onde quanto maior sua pontuação mais chances da sua empresa crescer e ser disseminada entre seu público. Basicamente foi perguntado aos participantes: *How likely is it that you would recommend ARIEL to a friend or colleague?*, e eles responderam usando uma escala de 0 a 10. Neste cálculo existem 3 perfis de usuários: os detratores, os neutros e os promotores, cada usuário participa de um cálculo que gera a pontuação de sua marca ou produto.

<sup>15</sup>Disponível em: <https://www.netpromoter.com/know/>. Acesso em: 01 de novembro de 2019.



Figura 11. Método MAX Cards [Cavalcante et al. 2015]

Os detratores são os usuários que não recomendariam e poderiam estar depreciando ela para seus amigos ou colegas, os neutros são os usuários que não recomendam nem depreciam a ferramenta, já os promotores são os usuários que recomendariam a ferramenta para os amigos e estimulariam eles a usarem também. A pontuação é importante para o ARIEL, pois como ele funciona como uma ferramenta colaborativa, se há o crescimento por parte da comunidade há mais modelos e mais interações produtivas entre os membros. Uma ilustração do instrumento pode ser visualizada na Figura 13.

A avaliação foi realizada com 10 alunos do curso de Sistemas e Mídias Digitais da Universidade Federal do Ceará, distribuídos entre todos os semestres do curso, o público-alvo desta avaliação eram pessoas que haviam realizado ou não alguma disciplina relacionada com ES. Através desse público, foram encontrados 3 perfis de participantes que podem ser observados na Figura 14, nela observamos que 50% dos usuários não tinham conhecimento sobre ES nem ECOS, 40% tinham conhecimento de ES e ECOS e apenas 10% tinham conhecimento de ES e não tinham de ECOS.

Também foi investigado o nível de inglês para saber se este fator influenciava em algum aspecto da avaliação. As informações obtidas podem ser visualizadas nas Figuras 15.

Nesta avaliação o processo de coleta de dados seguiu 4 etapas:

#### 1. Introdução

- (a) Apresentação dos objetivos da pesquisa;
- (b) Explicação e distribuição do termo de consentimento;



Figura 12. Instrumento *Rating Scale Mental Effort* [De Waard 1996]

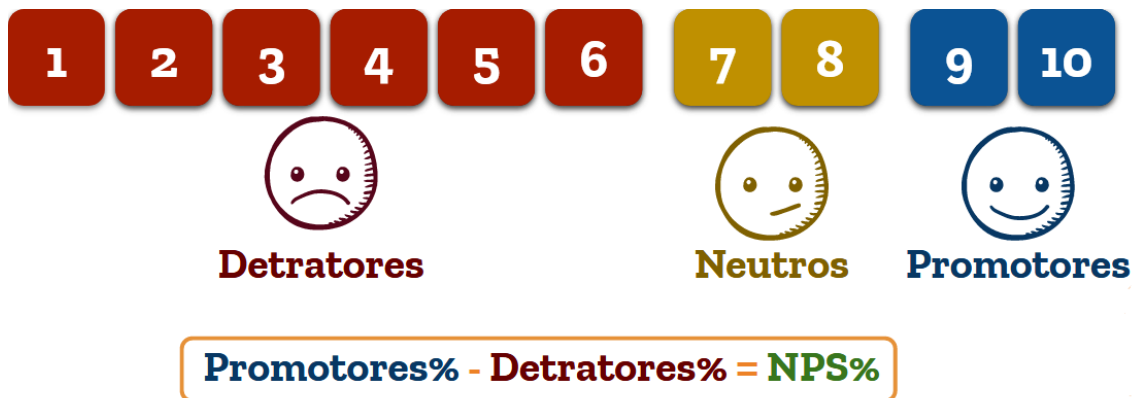
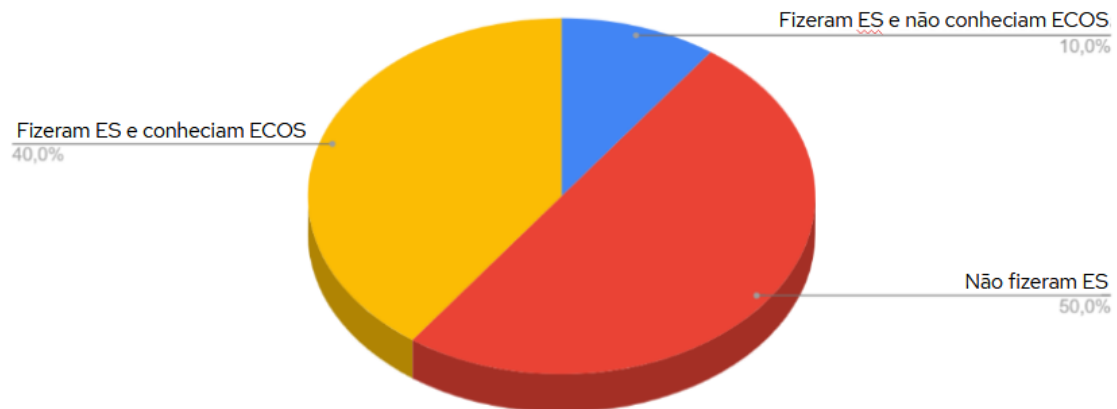
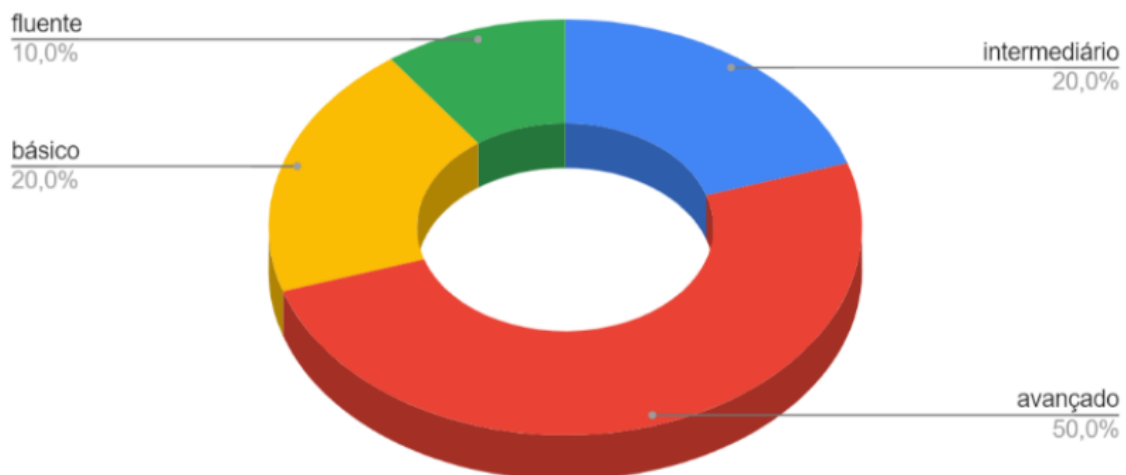


Figura 13. Instrumento *Net Promoter Score (NPS)*



**Figura 14. Quantidade de alunos por perfil**

### Nível de Inglês



**Figura 15. Nível de inglês dos participantes**

- (c) Breve introdução sobre ECOS;
- (d) Breve introdução sobre a ferramenta ARIEL;
- 2. Atividades
  - (a) Introdução de como responder aos instrumentos NPS e RSME;
  - (b) Eram aplicadas as atividades:
    - i. Fazer o cadastro na ferramenta;
    - ii. Fazer o *login* na ferramenta;
    - iii. Cadastrar um modelo de ECOS na ferramenta;
    - iv. Pesquisar pelo modelo cadastrado;
    - v. Deletar o modelo cadastrado;
  - (c) Para cada atividade o participante respondia ao RSME;
  - (d) Ao final da última atividade o participante respondia ao NPS;
- 3. MAX Cards

- (a) Introdução de como responder ao instrumento MAX Cards;
- (b) Escolha de cartas e auto relato por parte do participante explicando a escolha de cada carta. Os dados eram registrados através de anotações.

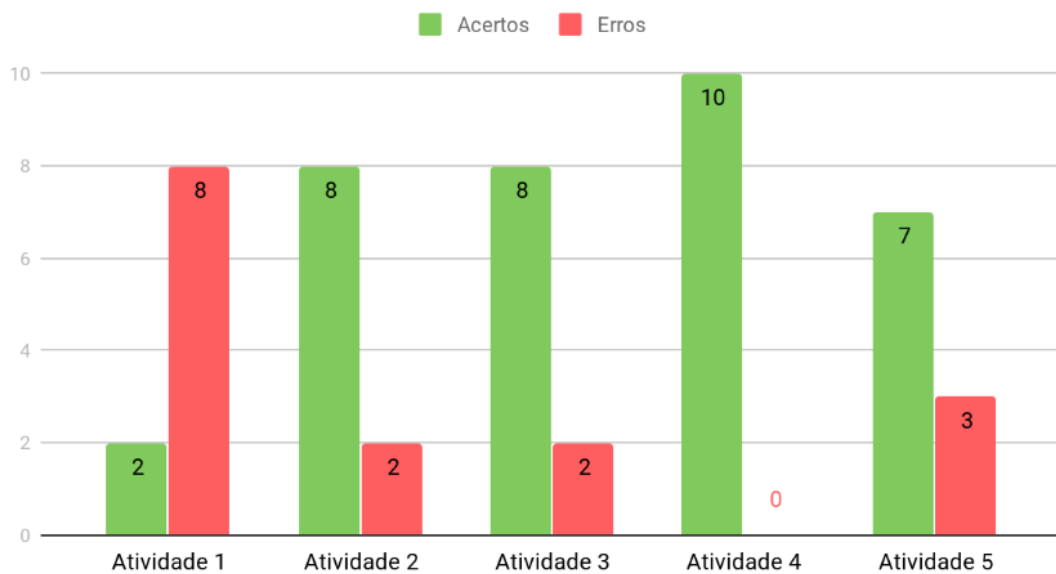
#### 4. Entrevista

- (a) Na última etapa, o participante respondia 4 questões: idade, se já realizou/realiza alguma cadeira de Engenharia de Software, se já tinha conhecimento prévio do que são ECOS e qual era seu nível de inglês. Seu sexo também era registrado.

### 5.1.2. Análise da Avaliação de Experiência do Usuário

Para o início da análise a Figura 16 mostra um balanço geral dos erros e acertos das atividades. Foi considerado como erro todas as atividades que os participantes tiveram dúvidas, dificuldades ou cometeram erros.

#### Balanço geral das atividades



**Figura 16. Balanço geral das atividades**

A atividade 1, fazer o cadastro na ferramenta, boa parte dos erros foram ocasionados devido a falta de *feedback* nos campos de *username* e *password*, onde os precisaram errar para saber que esses campos precisavam de 7 ou mais caracteres para serem cadastrados. Também foram encontrados problemas em saber se os campos eram obrigatórios.

Na atividade 2, fazer o login na ferramenta, os erros foram ocasionados devido a um problema na ferramenta onde ela não fornece nenhum *feedback* caso o participante erre suas credenciais.

A atividade 3, cadastrar um modelo, teve seus erros provenientes da falta de *feedback* se os campos eram obrigatórios ou não, os participantes também perceberam que após errarem na ferramenta com um modelo já selecionado ele desaparecia.



A atividade 4, pesquisar pelo modelo que foi cadastrado, todos os participantes conseguiram completá-la sem problemas.

A atividade 5, deletar o modelo que foi cadastrado, boa parte dos erros foram ocasionados devido aos participantes acharem que existia uma funcionalidade de excluir o modelo através da tela de pesquisa caso ele fosse um de seus modelos, os outros erros surgiram devido a dificuldade em achar o local para executar a atividade.

Em relação ao RSME, a Figura 17 mostra as estatísticas da avaliação, nela percebemos que a atividade que mais demandou esforço mental dos participantes foi a Atividade 3, tendo a maior Média e o maior Máximo. Em contrapartida a atividade que menos exigiu esforço mental foi a atividade 4, com a menor média. A atividade 3 possui a maior variância, mostrando níveis de esforço mental mais dispersos entre os participantes. A atividade 2 é a que possui a menor variância, sugerindo um nível de esforço mental mais aproximado entre os participantes ao realizarem a atividade.

Todas as atividades continham médias entre 10mm e 20mm, estando bem próximas da categoria *ALMOST NO EFFORT*. Não foram encontradas relações entre idade e respostas do RSME, não foram encontradas relações entre nível de inglês e as respostas do RSME. Nenhuma resposta ultrapassou a categoria *CONSIDERABLE EFFORT*.

	A1	A2	A3	A4	A5	Total
Média	11.5	14.3	19.2	10.7	13.1	13.7
Máximo	34	47	68	55	41	68 (A3)
Mínimo	0	0	0	0	0	0 (todos)
Variância	226	60	754	498	238	N/A

**Figura 17. Estatísticas RSME**

Sobre o instrumento MAX Cards, a Figura 18 mostra a quantidade e quais cartas foram escolhidas. Na categoria de emoção 80% dos participantes se sentiram satisfeitos com a experiência com a ferramenta e 50% interessados, poucos participantes usaram cartas negativas o que pode ser associado ao perfil de participantes que não fizeram ES e não tem tanto interesse sobre a área. Na categoria de facilidade de uso, todos os participantes acharam a ferramenta fácil de usar e 80% entenderam como funciona, poucos participantes cometeram erros ou se perderam na ferramenta. Vale destacar que mesmo os participantes que não tinham nenhum conhecimento sobre ES ou ECOS não tiveram dificuldades em usar a ferramenta.

Na categoria de utilidade os participantes estavam divididos na questão da ferramenta ser útil ou não, isto pode ser explicado em relação ao perfil, quando o participante não tem nenhum contato com a área a ferramenta de fato não interessa tanto a ele, em contrapartida se ele entende um pouco sobre ES e ECOS ele adquire uma outra visão sobre a ferramenta. Na categoria de atratividade, boa parte dos participantes gostaram das cores, mas em relação ao visual no geral ficaram bem divididos o que mostra uma neutralidade em relação a este aspecto. Na categoria de intenção metade dos participantes deixaram

explícito que gostaram de usar a ferramenta e 90% deles usariam se necessário o que mostra que a experiência foi agradável ao ponto deles usarem novamente caso necessário.

Emoção	Facilidade de uso	Utilidade	Atratividade	Intenção
O que você sentiu ao usar?	Foi fácil usar?	É útil usar?	O sistema é atrativo?	Você deseja usar?
8: Satisfeito	10: Foi fácil usar	6: Talvez pudesse ser útil	4: Gostei do visual	9: Eu usaria, se necessário
5: Interessado	3: Foi fácil aprender a usar	2: Isso me ajudaria	6: Gostei das cores	5: Eu gostei de usar
2: Desinteressado	8: Eu entendi como funciona	4: Não é útil para mim	4: Não gostei do visual	2: Eu usaria novamente
1: Decepcionado	2: Eu cometi erros	2: É útil para mim	1: Não gostei das cores	1: Eu usaria isso
1: Entediado	1: Eu me perdi	1: Não entendi a utilidade do sistema		
1: Animado		1: Perdi tempo ao usar		
1: Perdido				

Figura 18. MAX Cards cartas selecionadas

Agora observando de outro ponto, a Figura 19 mostra a quantidade de cartas positivas e negativas por categoria, nela podemos perceber a grande diferença entre os dois polos. O que chama mais atenção é a categoria de intenção que não recebeu nenhuma carta negativa o que mostra uma boa intenção dos participantes com a ferramenta.

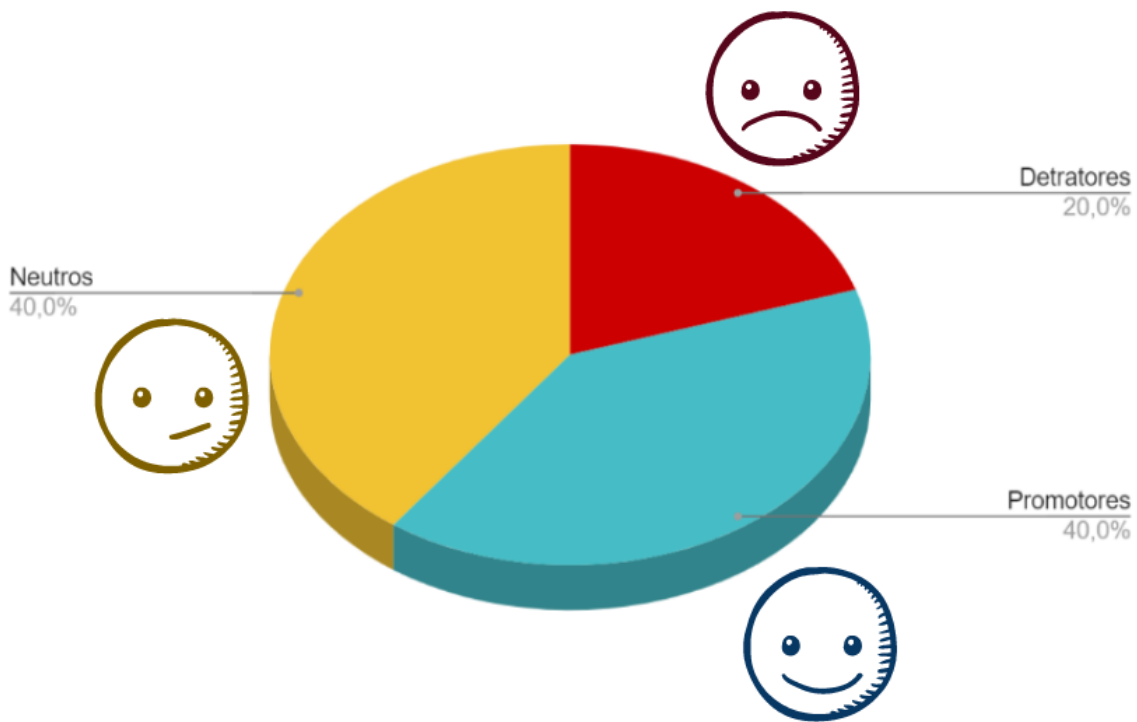


Figura 19. MAX Cards quantidade de cartas positivas e negativas

O NPS da ferramenta ARIEL, baseado nos dados dos perfil da Figura 20 revelou uma pontuação de 20% o que mostra que a ferramenta está em um processo de aperfeiçoamento. A ideia do NPS é comparar com outras empresas ou indústrias do mesmo ramo para saber como a sua ferramenta está se saindo, mas como não há nenhuma ferramenta como o ARIEL podemos comparar a pontuação com a categoria de *Software & Apps* encontrada na página do NPS<sup>16</sup>, a diferença entre as pontuações é de apenas 8%, uma diferença que pode ser alcançada ao longo do tempo.

Durante a avaliação os usuários sugeriram diversas melhorias para a aplicação como: Adicionar uma funcionalidade de criar modelos de ECOS na própria ferramenta.

<sup>16</sup>Disponível em: <https://www.netpromoter.com/compare/>. Acesso em: 01 de novembro de 2019.



**Figura 20. Perfis do NPS**

Explicar melhor as páginas da ferramenta em relação ao o que ela faz e qual o seu intuito. Pensar em formas de motivar a comunidade através da ferramenta para incentivar a colaboração entre seus membros. Todas estas sugestões são importantes para melhorar cada vez mais e serão analisadas para averiguar se serão implementadas ou não na ferramenta.

Concluimos que os usuários não tiveram dificuldades em relação a ferramenta, boa parte dos erros foram relacionados a falta de *feedback* e não impediram os usuários de concluírem as atividades, a maior parte dos usuários se sentiram satisfeitos ao usar a ferramenta e dentre os 10 participantes houveram 72 cartas positivas, em contrapartida apenas 19 negativas, o que também demonstra uma alta satisfação.

De acordo com o NPS o índice de recomendação seria de 20% e 90% dos participantes afirmaram que usariam novamente caso necessário, outros 50% deixaram explícito que gostaram de usar a ferramenta, o que mostra de uma forma geral um bom nível de recomendação. De acordo com os resultados do RSME as respostas ficaram entre 10mm e 20mm, estando bem próximos da categoria de *ALMOST NO EFFORT*. Conforme estes resultados o nível de esforço mental para realizar as atividades é baixo.

Como esperado por ser uma ferramenta para um público muito específico, ela não seria útil para todos, foi o que percebemos durante a análise, notamos que 60% dos participantes afirmaram que a ferramenta poderia ser útil em algum momento e 40% disseram que não é útil para eles. Apenas 20% disseram que a ferramenta é útil com certeza e que ajudaria eles de alguma forma.

Em relação à consistência os participantes associavam a facilidade de uso ao fato

da ferramenta seguir padrões e se parecer com outras ferramentas do mercado, o que revela uma certa consistência, mas o alto nível de consistência está associado ao esforço mental relativamente baixo de todas as atividades.

## 5.2. Análise de Desempenho

Foi realizada uma análise de desempenho para verificar o desempenho do ARIEL no seu ambiente *online* e investigar sua capacidade total de usuários simultâneos. Esta avaliação é importante, pois mostra o quanto o ambiente atual é eficaz mesmo usando poucos recursos.

### 5.2.1. Projeto da Análise de Desempenho

A quantidade de usuários simultâneos e o número de modelos foram os parâmetros usados para a avaliação. O ambiente da ferramenta consiste em 3 *frameworks*: hospedagem da aplicação no Heroku, banco de dados no ElephantSQL e o armazenamento de modelos no serviço S3 da AWS. A ferramenta usada para esta avaliação foi o Apache JMeter<sup>17</sup>, uma aplicação *open source* feita em Java projetada para realizar testes de carga e medir a *performance* de aplicações *web*. Nesta ferramenta usuários são simulados através de *Threads* e existem diversos tipos de testes que podem ser realizados. Entretanto, foram feitos apenas testes de requisições *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) tendo em vista que o ARIEL está hospedado em um ambiente *online*. A carga de trabalho da avaliação foi um conjunto de requisições HTTP alternando a quantidade de usuários com uma quantidade de modelos de ECOS fixa. As requisições foram feitas baseadas na funcionalidade de buscas de modelos do ARIEL. A Tabela 2 mostra a configuração geral da análise. A quantidade de modelos se manteve fixa devido ao número máximo de modelos que seriam apresentados para os usuários na tela principal.

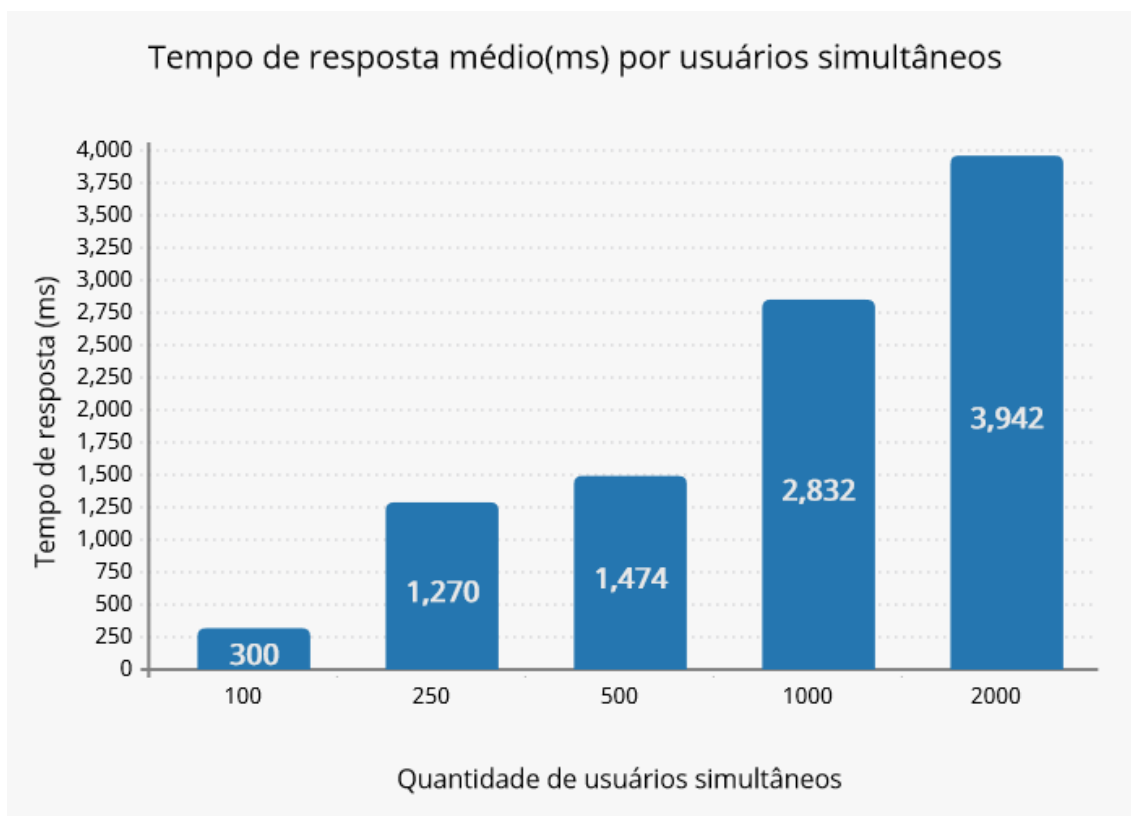
**Tabela 2. Configuração Geral da Análise**

Configurações	Valor
Protocolo de comunicação das requisições	<i>Hypertext Transfer Protocol</i> (HTTP)
Tipo da requisição	GET
Tipo da resposta da requisição	<i>text/plain</i>
Métricas de desempenho	Tempo de resposta médio, percentual de sucesso e falha das requisições e disponibilidades dos serviços
Fatores da análise	Número de usuários: 100, 250, 500, 1000 e 2000 Quantidade de modelos: 30

### 5.2.2. Resultados da Análise de Desempenho

Diante dos resultados expostos, um resumo do tempo de resposta médio pode ser observado na Figura 21, pode-se perceber o aumento contínuo do tempo de resposta médio de acordo com a quantidade de usuários, o que já era esperado, mas após os 250 usuários os valores dos tempos de resposta médios se encontram elevados, por este motivo surge uma preocupação em relação ao tempo que usuários teriam de esperar para navegar no ARIEL.

<sup>17</sup>Disponível em: <https://jmeter.apache.org/>. Acesso em: 01 de novembro de 2019.



**Figura 21. Tempo de resposta médio (ms) por usuários simultâneos**

Um décimo de segundo (0,1) é o limite para que o usuário sinta que o sistema está reagindo instantaneamente, um segundo (1,0) é o limite para que o fluxo de pensamento do usuário se mantenha ininterrupto [Nielsen 2000], ou seja, tempos de resposta entre 0,1 e 1,0 ainda são aceitáveis para que haja uma boa experiência do usuário durante o uso da ferramenta.

Portanto, em relação a métrica de tempo de resposta médio podemos inferir que o ARIEL suporta 100 usuários simultâneos sem ameaçar a experiência do usuário. Essa quantidade poderia ser ampliada de diversas formas, melhorando o plano de hospedagem que iria garantir servidores mais rápidos, ou otimizar as buscas e funcionalidades do ARIEL. Durante a análise do percentual de sucesso e falha das requisições observamos que com todos grupos de usuários exceto o de 2000 não houveram falhas nas requisições. Com as requisições de 2000 usuários simultâneos tivemos 4 requisições falhas o que corresponde a 0,2% de requisições falhas de 2000 usuários simultâneos.

Em relação a disponibilidade dos serviços o ARIEL se manteve ativo e funcional durante todas as análises, o único ponto negativo que observamos foi o tempo de resposta que aumentou em relação a quantidade de usuários simultâneos. Para esta análise concluímos que o ARIEL, levando em consideração seu ambiente, se comportou bem para uma ferramenta em um estágio inicial de desenvolvimento usando apenas *frameworks* gratuitos e suporta 100 usuários simultâneos sem por em risco a experiência do usuário.

## 6. Conclusão

O trabalho discutiu sobre a área de ECOS que vem crescendo bastante com o tempo, mas ainda há problemas como a falta de modelos de ECOS. Neste artigo também foi apresentado o ARIEL que é uma ferramenta que funciona como um repositório de modelos de ECOS que, por meio de avaliações experimentais, demonstrou potencial para atender ao problema da área de ECOS. Além disso, este trabalho realizou um referencial teórico necessário para compreensão da pesquisa e uma revisão sistemática no âmbito de ECOS, o que auxiliou na identificação de uma oportunidade de pesquisa que era a elaboração de uma ferramenta como o ARIEL. Também constatou-se, neste estudo, que os modelos de ECOS são importantes para descobrir as oportunidades e problemas dos ECOS. Com esse trabalho podemos perceber a importância dos ECOS e de como a tecnologia e os *software* podem nos auxiliar para resolver problemas.

Para os trabalhos futuros o Github do ARIEL<sup>18</sup> estará aberto para que a comunidade contribua com novas funcionalidades e melhorias e colaborem para o âmbito de ECOS. As sugestões que os participantes das análises forneceram serão analisadas e, caso adequados a ferramenta, serão incluídos em futuras versões. Também serão elaboradas avaliações mais aprofundadas e acuradas em relação aos aspectos hedônicos e pragmáticos do uso do ARIEL com um público mais particular à área. Outro aspecto importante é estudar e avaliar a viabilidade no uso de outras linguagens ou *frameworks* que possam melhorar o desempenho ou facilidade de desenvolvimento de requisitos no ARIEL.

## Referências

- [Ambrosio et al. 2019] Ambrosio, L., Marques, P., David, J. M., Braga, R., Dantas, M., Ströele, V., e Campos, F. (2019). An approach to support data integration in a scientific software ecosystem platform. pages 39–44.
- [Axelsson et al. 2017] Axelsson, J., Franke, U., Carlson, J., Sentilles, S., e Cicchetti, A. (2017). Towards the architecture of a decision support ecosystem for system component selection. pages 1–7.
- [Boucharas et al. 2009] Boucharas, V., Jansen, S., e Brinkkemper, S. (2009). Formalizing software ecosystem modeling. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Open Component Ecosystems, IWOCE '09*, pages 41–50, New York, NY, USA. ACM.
- [Campbell e Ahmed 2010] Campbell, P. R. J. e Ahmed, F. (2010). A three-dimensional view of software ecosystems. In *Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume, ECSA '10*, pages 81–84, New York, NY, USA. ACM.
- [Cavalcante et al. 2015] Cavalcante, E., Rivero, L., e Conte, T. (2015). Max: A method for evaluating the post-use user experience through cards and a board.
- [Costa et al. 2013] Costa, G., Silva, F., Santos, R., Werner, C., e Oliveira, T. (2013). From applications to a software ecosystem platform: An exploratory study. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems, MEDES '13*, pages 9–16, New York, NY, USA. ACM.

---

<sup>18</sup>Disponível em: <https://github.com/Iqor/ariel-community> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

- [Coutinho et al. 2015] Coutinho, E. F., de Carvalho Sousa, F. R., Rego, P. A. L., Gomes, D. G., e de Souza, J. N. (2015). Elasticity in cloud computing: a survey. *annals of telecommunications - annales des télécommunications*, 70(7):289–309.
- [Coutinho et al. 2019] Coutinho, E. F., Santos, I., Moreira, L. O., e Bezerra, C. I. M. (2019). A report on the teaching of software ecosystems in software engineering discipline. In *Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering*, SBES 2019, pages 130–139, New York, NY, USA. ACM.
- [Coutinho et al. 2017] Coutinho, E. F., Viana, D., e dos Santos, R. P. (2017). An exploratory study on the need for modeling software ecosystems: The case of solar seco. In *Proceedings of the 9th International Workshop on Modelling in Software Engineering*, MISE '17, pages 47–53, Piscataway, NJ, USA. IEEE Press.
- [De Souza Gimenes e Huzita 2005] De Souza Gimenes, I. e Huzita, E. (2005). *Desenvolvimento baseado em componentes: conceitos e técnicas*. Ciência Moderna.
- [De Waard 1996] De Waard, D. (1996). *The measurement of drivers' mental workload*. Groningen University, Traffic Research Center Netherlands.
- [dos Santos et al. 2013] dos Santos, R., Werner, C., Alves, C., Jorge Santos Pinto, M., Cukierman, H., Oliveira, F., e Tania Cohen Egler, T. (2013). *Ecosystemas de Software: Um Novo Espaço para a Construção de Redes e Territórios envolvendo Governo, Sociedade e a Web*, pages 337–366.
- [Freeman 1983] Freeman, P. (1983). Reusable software engineering: Concepts and research directions.
- [Hanssen 2012] Hanssen, G. K. (2012). A longitudinal case study of an emerging software ecosystem: Implications for practice and theory. *Journal of Systems and Software*, 85(7):1455–1466.
- [Hanssen e Dybå 2012] Hanssen, G. K. e Dybå, T. (2012). Theoretical foundations of software ecosystems. In *IWSECO@ ICSOB*, pages 6–17. Citeseer.
- [Hassenzahl e Tractinsky 2006] Hassenzahl, M. e Tractinsky, N. (2006). User experience-a research agenda. *Behaviour & information technology*, 25(2):91–97.
- [Huang e Distant 2006] Huang, S. e Distant, D. (2006). On practice-oriented software engineering education. In *Proceedings of the 19th Conference on Software Engineering Education and Training Workshops*, CSEETW '06, pages 15–, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- [Jansen et al. 2009] Jansen, R., Finkelstein, A., e Brinkkemper, S. (2009). Business network management as a survival strategy: A tale of two software ecosystems. 505.
- [Kitchenham 2004] Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004):1–26.
- [Manikas e Hansen 2013] Manikas, K. e Hansen, K. M. (2013). Software ecosystems – a systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 86(5):1294 – 1306.
- [Nielsen 2000] Nielsen, J. (2000). *Projetoando websites*. Gulf Professional Publishing.
- [Pressman 2009] Pressman, R. S. (2009). *Engenharia de Software-7*. Amgh Editora.

- [Rogers et al. 2013] Rogers, Y., Sharp, H., e Preece, J. (2013). *Design de Interação*. Bookman Editora.
- [Russell et al. 2009] Russell, R., Chung, M., Balk, E. M., Atkinson, S., Giovannucci, E. L., Ip, S., Taylor, S. M., Raman, G., Ross, A. C., Trikalinos, T., et al. (2009). Issues and challenges in conducting systematic reviews to support development of nutrient reference values: workshop summary: nutrition research series, vol. 2.
- [Schmid e Eichelberger 2017] Schmid, K. e Eichelberger, H. (2017). Variability modeling with easy-producer. In *Proceedings of the 21st International Systems and Software Product Line Conference - Volume A, SPLC '17*, pages 251–251, New York, NY, USA. ACM.
- [Sommerville 2011] Sommerville, I. (2011). *Engenharia de software*. Pearson Brasil.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A353a Alencar, Igor Rodrigues.  
ARIEL: Um Repositório para Gerenciar Modelos de Ecossistemas de Software / Igor Rodrigues Alencar.  
– 2019.  
24 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual,  
Curso de Sistemas e Mídias Digitais, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Leonardo Oliveira Moreira.  
Coorientação: Prof. Dr. Emanuel Ferreira Coutinho.

1. Engenharia de Software. 2. Ecossistema de Software. 3. Modelos de Ecossistema de Software. 4.  
Ferramenta. I. Título.

CDD 302.23

---