



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS QUIXADÁ**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**RONIER DA SILVA LIMA**

**ECOS MODELING 3.0: UMA FERRAMENTA DE MODELAGEM DE  
ECOSSISTEMAS DE SOFTWARE E REPOSITÓRIO PARA MODELOS**

**QUIXADÁ**

**2022**

RONIER DA SILVA LIMA

ECOS MODELING 3.0: UMA FERRAMENTA DE MODELAGEM DE ECOSISTEMAS DE  
SOFTWARE E REPOSITÓRIO PARA MODELOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Sistemas de Informação  
do Campus Quixadá da Universidade Federal  
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Emanuel Ferreira  
Coutinho.

QUIXADÁ

2022

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

---

- L71e Lima, Ronier da Silva.  
Ecos modeling 3.0 : uma ferramenta de modelagem de ecossistemas de software e repositório para modelos / Ronier da Silva Lima. – 2022.  
82 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Sistemas de Informação, Quixadá, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Emanuel Ferreira Coutinho.
1. Ecossistemas de software. 2. Modelagem de software. 3. Rede de fornecimento de software. 4. Ferramentas. 5. Repositório (software). I. Título.

CDD 005

---

RONIER DA SILVA LIMA

ECOS MODELING 3.0: UMA FERRAMENTA DE MODELAGEM DE ECOSISTEMAS DE  
SOFTWARE E REPOSITÓRIO PARA MODELOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Sistemas de Informação  
do Campus Quixadá da Universidade Federal  
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Emanuel Ferreira Coutinho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dra. Carla Ilane Moreira Bezerra  
Universidade Federal do Ceará - (UFC)

---

Prof. Dr. Jefferson de Carvalho Silva  
Universidade Federal do Ceará - (UFC)

Dedico este trabalho a todos que estiveram ao meu lado: Em especial, à minha mãe; seu amor me deu a esperança para seguir; À minha família; À minha filha e à minha companheira, minhas maiores motivações; Aos professores que me influenciaram na minha trajetória.

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe Gracilene (Cilene), a mulher mais incrível e mais forte que conheço, que sempre lutou pela minha sobrevivência e dignidade; mãe, sem você, nada do que sou hoje seria possível. Saiba que tenho muito orgulho de ser seu filho! Amo a senhora e sou grato por tudo.

À minha família, e todos que me ajudaram de alguma forma nessa longa caminhada. Em especial meu pai, José Gomes, por sempre me incentivar e não medir esforços para eu ter acesso à educação e ao caminho do bem. À Liziane, uma prima tão distante, mas uma amiga tão próxima que sempre esteve me ajudando quando ninguém mais poderia. Obrigado! Sua ajuda foi fundamental. À minha avó, Maria José (Mazé), uma batalhadora, amo-te vovó.

À minha companheira de vida, Geíslia, por sempre me apoiar, ser meu porto seguro, me incentivar, por me ajudar a formar uma família e por ter me proporcionado a maior alegria do mundo, a de ser pai. Amo você e nossa filha.

Ao orientador deste trabalho, prof. Dr. Emanuel Ferreira Coutinho, pela paciência, e por sua excelente orientação, agradeço lhe imensamente.

Aos amigos que fiz ao longo do curso, pessoas que quero levar por toda a vida e continuar compartilhando momentos. Aqueles que desde o princípio estiveram comigo, Ananias, David Yvinis, Robson, Ronaldo, Thiago e Jonathan. Amigos, saudades de fazermos uma votação. Não posso esquecer do clube da Otariidade: Luanderson Evangelista, Rendley Arnou, Renam Gomes, Vinicius, Willyan e Yan Lima, quando estudávamos juntos, o "10" era garantido. Agradeço a todos pelos momentos ímpares.

Ao irmão que a vida me deu, Victor Pinheiro, por todo o companheirismo e ajuda durante curso, e a ajuda neste trabalho, você que é o cara. Ao meu melhor amigo Pedro Venicius, nunca vou esquecer da aula de probabilidade. Vocês garantiram um lugar no meu coração.

A Universidade Federal do Ceará - Campus Quixadá como um todo, aos professores, a coordenação do curso, a secretaria acadêmica, a todos os colaboradores, aos integrantes do PET, em especial, o professor Wladimir, seus ensinamentos foram de grande valia e meu grande amigo Edval Júnior, um carinho que se estendeu a vida profissional

Por fim gostaria de agradecer a todos que participaram no meu crescimento, pessoal, acadêmico e profissional, todos os professores, todos os amigos, todos os familiares.

"Um único sonho é mais poderoso do que mil realidades." (J. R. R. Tolkien)

## RESUMO

Ecossistemas de Software (ECOS) são um conjunto de atores e componentes que funcionam como uma unidade, se relacionando com base em um interesse em comum para prover soluções ou serviços para a indústria de software. ECOS pode ser denominado por um conjunto de atores que interagem entre si, em uma comunidade e com uma unidade que por sua vez, interagem com um mercado distribuído entre softwares e serviços, juntamente com as relações entre as mais variadas entidades. A notação SSN - *Software Supply Network*, ou seja, o diagrama de redes de fornecimento de software, é uma série de software, hardware e organizações de serviços ligados, que cooperam para atender às demandas do mercado. Para uma melhor visualização e compreensão de um ECOS, estudos recentes propõem a modelagem da rede formada, porém, ainda não existe um padrão de modelagem formalizado para esta área. Um problema na literatura é a falta de apoio a modelagem utilizando a notação SSN, falta de modelos disponíveis e manutenção de modelos de maneira geral, bem como a utilização da notação sugerida de maneira correta. Esta lacuna sobre a questão do apoio a modelagem, no quesito ferramenta de modelagem que a tão pouco tempo era eminente na literatura, já não é mais tão forte assim, com a ferramenta *ECOS Modeling*. Nesse contexto, a pesquisa realizada por este trabalho objetiva pretender evoluir a ferramenta *ECOS Modeling* já existente na literatura, fazendo uma fusão com a ferramenta *ARIEL*, ou seja um ambiente só da comunidade, para difundi-lá e apoiar a modelagem com a finalidade de possibilitar a comunidade um ambiente próprio que viabilize seu crescimento e disseminação. Este trabalho também propõe uma validação da ferramenta *ECOS Modeling* no contexto educacional aplicando os conceitos de ECOS nas disciplinas de ES com o intuito apresentar o ambiente de ECOS aos alunos, analisando o impacto do ensino e também o impacto do ambiente de modelagem e repositório de modelos na comunidade. A ferramenta *ECOS Modeling 3.0* surge com o intuito de agrupar modelos desenvolvidos por pesquisadores, de forma que a comunidade possa colaborar para disseminar e impulsionar o crescimento da área. Além disso, tem o quesito principal que é a modelagem de ECOS, ou seja, a criação dos modelos, funcionalidade já existente na versão 1.0 da ferramenta. As novas funcionalidades da ferramentas incluem consultar modelos e perceberem a importância de se construir uma modelagem adequada, além de expandir a ferramenta.

**Palavras-chave:** ecossistemas de software; modelagem de software; rede de fornecimento de software; ferramentas; repositório (software).

## ABSTRACT

Software Ecosystems (SECO) are a set of actors and components that work as a unit, relating based on a common interest to provide solutions or services for the software industry. SECO can be called a set of actors that interact with each other, in a community and with a unit that, in turn, interact with a market distributed between software and services, along with the relationships between the most varied entities. The SSN notation - *Software Supply Network*, that is, the diagram of software supply networks, is a series of software, hardware and linked service organizations that cooperate to meet the demands of the market. For a better visualization and understanding of an SECO, recent studies propose the modeling of the network formed, however, there is still no formalized modeling pattern for this area. A problem in the literature is the lack of support for modeling using the SSN notation, lack of available models and model maintenance in general, as well as the use of the suggested notation correctly. This gap on the issue of support for modeling, in terms of the modeling tool that so recently was eminent in the literature, is no longer so strong, with the *ECOS Modeling* tool. In this context, the research carried out by this objective work intends to evolve the *ECOS Modeling* tool that already exists in the literature, merging it with the *ARIEL* tool, that is, a community-only environment, to disseminate it and support modeling in order to provide the community with its own environment that facilitates its growth and dissemination. This work also proposes a validation of the *ECOS Modeling* tool in the educational context, applying the concepts of SECO in SE disciplines in order to present the SECO environment to the students, analyzing the impact of teaching and also the impact of the modeling environment and model repository in the community. The *ECOS Modeling 3.0* tool appears with the aim of grouping models developed by researchers, so that the community can collaborate to disseminate and boost the growth of the area. In addition, there is the main issue, which is the modeling of SECO, that is, the creation of models, functionality that already exists in version 1.0 of the tool. The new features of the tool include querying models and realizing the importance of building an adequate model, in addition to expanding the tool.

**Keywords:** software ecosystems; software modeling; software supply network; tools; repository (software).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes do Diagrama <i>Software Supply Network</i> (SSN). . . . .	21
Figura 2 – Arquitetura da biblioteca <i>mxGraph</i> . . . . .	25
Figura 3 – Posicionamento do <i>Spring Boot</i> no ecossistema <i>Spring</i> . . . . .	27
Figura 4 – Arquitetura da Solução. . . . .	31
Figura 5 – Tela para análise da rede sócio-técnica no plug-in do Gephi. . . . .	32
Figura 6 – Tela inicial do ARIEL e tela de usuário logado. . . . .	34
Figura 7 – Atividades e produtos da pesquisa (GDD = Game Design Document) . . . .	35
Figura 8 – Processo ENgAGED. Baseado em Battistella e Wangenheim (2016). . . . .	36
Figura 9 – (a) menu, (b) instruções, (c) cutscene, (d) objetivo da fase. . . . .	37
Figura 10 – Tela da ferramenta Ecossistema de Software (ECOS) Modeling. . . . .	38
Figura 11 – Passos Metodológicos deste trabalho . . . . .	41
Figura 12 – Arquitetura e Componentes da ferramenta. . . . .	46
Figura 13 – Diagrama classes UML. . . . .	49
Figura 14 – Diagrama entidade e relacionamento do banco de dados. . . . .	50
Figura 15 – Tela inicial da ferramenta. . . . .	52
Figura 16 – Tela de cadastro. . . . .	53
Figura 17 – Tela de login. . . . .	53
Figura 18 – Tela de modelos. . . . .	54
Figura 19 – Tela de modelagem. . . . .	55
Figura 20 – Tela de meus modelos. . . . .	55
Figura 21 – Telas de dados cadastrais. . . . .	56
Figura 22 – Resultados referentes as questões 1 e 2 da primeira Seção. . . . .	59
Figura 23 – Resultados referentes as questões 3 e 4 da primeira Seção. . . . .	60
Figura 24 – Resultados referentes as questões 5 e 6 da primeira Seção. . . . .	60
Figura 25 – Resultados referentes as questões 7 e 8 da primeira Seção. . . . .	61
Figura 26 – Resultados referentes as questões 9 e 10 da segunda Seção. . . . .	62
Figura 27 – Resultados referentes as questões 11 e 12 da segunda Seção. . . . .	62
Figura 28 – Resultados referentes as questões 13 e 14 da segunda Seção. . . . .	63
Figura 29 – Resultado referente a questões 15 da segunda Seção. . . . .	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre os trabalhos relacionados e o proposto. . . . .	40
---	----

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Classificação de Ecossistemas de software . . . . .	18
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APS	Análise e Projeto de Sistemas
ECOS	Ecosistema de Software
ES	Engenharia de software
SSN	<i>Software Supply Network</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>16</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>16</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Ecosistemas de software</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Notação SSN - <i>Software Supply Network</i></b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Modelagem de Ecosistemas de software</b>	<b>22</b>
<b>2.4</b>	<b>Vue JS</b>	<b>24</b>
<b>2.5</b>	<b>mxGraph JS</b>	<b>25</b>
<b>2.6</b>	<b>Spring Boot</b>	<b>26</b>
<b>2.7</b>	<b>MinIo</b>	<b>28</b>
<b>2.8</b>	<b>PostgreSQL</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Brechó-SocialSECO: Uma Ferramenta para Apoiar Modelagem e Análise de Ecosistemas de software</b>	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>Uma Ferramenta para Modelos de Ecosistemas de software: uma Análise de Suas Implicações na Educação</b>	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>Árvore de ECOS: Um Jogo para Ensino de Conceitos de Ecosistemas de software</b>	<b>35</b>
<b>3.4</b>	<b>Uma Ferramenta de Apoio ao Ensino e Modelagem de Ecosistemas de Software usando Notação SSN</b>	<b>37</b>
<b>3.5</b>	<b>Comparação dos trabalhos relacionados com o trabalho proposto</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Realizar um estudo sobre bibliotecas e <i>frameworks web</i> para <i>back-end</i></b>	<b>41</b>
<b>4.2</b>	<b>Realizar um estudo (fundamentos e requisitos) sobre ECOS e e modelagem de ECOS</b>	<b>42</b>
<b>4.3</b>	<b>Projetar as funcionalidades e regras de negócio da ferramenta</b>	<b>42</b>
<b>4.4</b>	<b>Implementar funcionalidades da ferramenta</b>	<b>43</b>
<b>4.5</b>	<b>Avaliação da ferramenta</b>	<b>43</b>

4.5.1	<i>Planejamento e execução da avaliação</i>	44
4.5.2	<i>Consolidar e apresentar os resultados</i>	45
5	<b>FERRAMENTA DE MODELAGEM E REPOSITÓRIO PARA MODELOS</b>	46
5.1	<b>Arquitetura e Componentes</b>	46
5.2	<b>Funcionalidades</b>	47
5.2.1	<i>Requisitos funcionais</i>	47
5.2.2	<i>Requisitos não-funcionais</i>	48
5.2.3	<i>Diagrama de classes</i>	49
5.2.4	<i>Diagrama de entidade e relacionamento</i>	50
5.3	<b>ECOS Modeling 3.0 - Repositório para modelos e modelagem</b>	51
6	<b>AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA</b>	57
6.1	<b>Execução da Avaliação</b>	57
6.2	<b>Resultados Obtidos</b>	58
6.2.1	<i>Questões demográficas</i>	59
6.2.2	<i>Questões técnicas</i>	61
6.2.3	<i>Questões abertas</i>	63
6.2.3.1	<i>Pontos positivos</i>	64
6.2.3.2	<i>Pontos negativos</i>	65
6.2.3.3	<i>Sugestões de melhoria</i>	65
6.3	<b>Discussão dos Resultados</b>	66
7	<b>CONCLUSÃO</b>	68
7.1	<b>Trabalhos Futuros</b>	69
	<b>REFERÊNCIAS</b>	70
	<b>APÊNDICE A –ROTEIRO DE TESTE DE USABILIDADE</b>	74
	<b>APÊNDICE B –QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA AVALIAÇÃO</b>	78

## 1 INTRODUÇÃO

Com a evolução da tecnologia da informação e comunicação, alinhada com as necessidades de diversas áreas, torna ainda maior o desafio de desenvolver software. Além disso, diante de um cenário cada vez mais competitivo entre empresas que desenvolvem software, a qualidade de software é um atributo essencial (JORGE *et al.*, 2015), sendo necessário conhecer melhor ainda elementos não essencialmente de software, mas também de hardware e de partes interessadas (COUTINHO *et al.*, 2018).

De acordo com Manikas (2016) o desenvolvimento de software tem evoluído para o desenvolvimento de múltiplos produtos, derivados de uma plataforma baseada em uma arquitetura comum e integrados com outros sistemas por meio de redes de atores e artefatos. Esses conjuntos de elementos formam um ECOS e requerem a integração de mecanismos e ferramentas para apoiar a troca de informações, recursos e artefatos, bem como para assegurar a comunicação e interação dos desenvolvedores e usuários (BOSCH, 2011).

Segundo Coutinho *et al.* (2018) a criação de um novo produto de software frequentemente envolve grandes equipes de especialistas colocando em prática muitas habilidades, a um custo alto de gerenciamento. O desenvolvimento de software necessita de muitas habilidades, como definição de projetos, gerenciamento, programação, validação, análise, estudo dos usuários, documentação, integração de sistemas e técnicas específicas.

Com isso, surge a ideia de conhecer o que é um ECOS. Um ECOS pode ser referir a uma coleção de produtos de software com algum determinado grau de relacionamento simbiótico (MESSERSCHMITT; SZYPERSKI, 2003). Um ECOS também pode consistir de um conjunto de atores interagindo como uma unidade, que por sua vez interagem com um mercado distribuído entre software e serviços, juntamente com as relações entre as mais variadas entidades (JANSEN *et al.*, 2009). Isto é um conjunto de entidades colaborando em conjunto com outras entidades em uma plataforma tecnológica central, havendo assim: troca de informações, recursos e artefatos (PINHEIRO *et al.*, 2022).

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” (GIMENES; HUZITA, 2005). Isso motivou o conceito de um ECOS. Voltado para os relacionamentos e as trocas de artefatos entre o software, seus atores e outros softwares e ecossistemas.

Segundo Jansen *et al.* (2007) o aumento da tensão tem sido dada à influência e interdependência na relacionamentos entre todos os atores envolvidos dentro de um mercado competitivo que surge dessas plataformas de software. A pesquisa em ECOS foi motivada pelo surgimento de uma rede de organizações com o desafio de sustentar a plataforma de software baseada sobre gestão e monitoramento da cadeia de suprimentos (SANTOS; WERNER, 2012).

Segundo Axelsson e Skoglund (2016) inúmeros mapeamentos sistemáticos e revisões de literatura foram publicados pela comunidade de ECOS nos últimos anos. Porém, apesar dos avanços iniciais nas pesquisas em ECOS, existem poucos modelos analíticos, estudos de caso reais e suporte integrado a ferramentas (MANIKAS, 2016). Modelos são construídos para fornecer uma melhor compreensão de sistemas ou ambientes (COUTINHO *et al.*, 2017). No entanto, nenhum modelo único é suficiente, podendo ser analisado de diferentes perspectivas.

Quando modelos são adequados para um ECOS, problemas e oportunidades podem ser claramente identificados. Uma das atividades essenciais para a descrição de ECOS em um sistema é a modelagem, e essa atividade envolve diferentes níveis de tecnologias, notações e abstrações. Porém, apesar dos avanços iniciais das pesquisas em ECOS, existem poucos modelos analíticos, estudos de caso reais e suporte integrado a ferramentas (MANIKAS, 2016).

Boucharas *et al.* (2009) sugeriram em seu trabalho uma maneira de formalizar e padronizar a modelagem de ECOS, sugerindo o uso da notação SSN (*Software Supply Network* - Rede de Suprimento de Software), que se tornou a notação mais utilizada pela comunidade. O SSN consiste em uma composto de software, *hardware* e organizações de serviços ligados, que cooperam entre si para atender às demandas do Mercado (COSTA *et al.*, 2013).

De acordo com Alencar *et al.* (2020) Modelos são importantes para fornecer uma melhor compreensão de sistemas ou ambientes, e 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 adequado a um ECOS, problemas e oportunidades podem ser facilmente identificados (COUTINHO *et al.*, 2019).

A lacuna sobre a questão do apoio a modelagem, no quesito ferramenta de modelagem que a tão pouco tempo era eminente na literatura, já não é mais tão forte assim, com a ferramenta proposta por Pinheiro *et al.* (2022), que propõe uma ferramenta de modelagem de ECOS, utilizando a notação SSN da forma mais clara e correta possível. O problema que este trabalho aborda é a falta de suporte a modelagem de ECOS, a disponibilização de modelos para possibilitar uma maior abertura e disseminação da literatura e da comunidade de ECOS, em

relação a modelos, modelagem, disponibilidade de modelos respondendo a uma questão sobre a modelagem de ECOS, qualidade da modelagem e a disponibilidade e dos modelos criados na comunidade.

Contudo, este trabalho pretende evoluir a ferramenta *ECOS Modeling* já existente na literatura, fazendo uma fusão com a ferramenta *ARIEL*, ou seja um ambiente só da comunidade, para difundi-lá e apoiar a modelagem com a finalidade de possibilitar a comunidade um ambiente próprio que viabilize seu crescimento e disseminação. Este trabalho também propõe uma validação da ferramenta *ECOS Modeling* no contexto educacional aplicando os conceitos de ECOS na disciplina de ES, e com os demais alunos da comunidade acadêmica com o intuito apresentar o ambiente de ECOS aos alunos, analisando o impacto do ensino e também o impacto do ambiente de modelagem e repositório de modelos na comunidade.

A ferramenta *ECOS Modeling 3.0* surge com o intuito de agrupar modelos desenvolvidos por pesquisadores, de forma que a comunidade possa colaborar para disseminar e impulsionar o crescimento da área. Além disso, tem o quesito principal que é a modelagem de ECOS, ou seja, a criação dos modelos, funcionalidade já existente na versão 1.0 da ferramenta. As novas funcionalidades da ferramentas incluem consultar modelos e perceberem a importância de se construir uma modelagem adequada, além de expandir a ferramenta.

## **1.1 Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo Geral***

O objetivo geral deste trabalho é propor uma ferramenta para suportar a modelagem de Ecossistemas de Software aplicando a notação SSN, e um repositório de modelos com a finalidade de expandir a literatura em relação à disponibilidade e acesso aos modelos de ECOS e apoiar o ensino e pesquisa em ECOS

### ***1.1.2 Objetivos Específicos***

1. Um conjunto de Informações (fundamentos e requisitos) sobre ECOS e modelagem;
2. Uma Ferramenta de Modelagem e Repositório para Modelos de ECOS; e
3. Uma Avaliação da Ferramenta/Repositório no contexto educacional.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos que fundamentam o desenvolvimento deste trabalho. Na Seção 2.1 são introduzidos os conceitos de Ecossistemas de software. Na Seção 2.2 são descritos os conceitos referentes a SSN. Na Seção 2.3 os conceitos referentes a Modelagem em ECOS. E por fim, nas Seções 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, são apresentados conceitos das tecnologias Vue JS, mxGraph JS, Spring Boot, MinIo e PostgreSQL respectivamente.

### 2.1 Ecossistemas de software

Ecossistemas podem ser denominados de conjuntos, ou seja, trata-se de grupos que embora sejam distintos entre si, interagem de maneira mútua e disciplinada. A partir do momento em que uma empresa conduz seus produtos de software além de seus limites organizacionais, passando a disponibilizar sua plataforma e a interagir com atores externos a sua organização, é formado um ECOS (BOSCH, 2009).

Segundo Bosch (2009) um ecossistema humano é um conjunto de atores e suas conexões e atividades, tais como as transações realizadas em torno dessas conexões, onde são considerados os fatores físicos e não físicos, podendo ser discernido entre ecossistemas comerciais e sociais. Em um ecossistema comercial ou de negócios, os atores são os negócios, fornecedores e clientes, os fatores são os serviços e as transações são, além das financeiras, o compartilhamento de conhecimento e de informação, contatos pré e pós vendas, etc. (MCGREGOR, 2010).

ECOS é uma metáfora de Engenharia de software que foi aplicada para a compreensão da dinâmica da rede de fornecimento de software centrada em plataformas de software na última década (COUTINHO *et al.*, 2019). Na literatura existem algumas definições de ECOS, o termo foi proposto pela primeira vez pelo ecólogo Arthur Tansley em 1935, Tansley (1935) definiu ecossistema como parte dos sistemas que existem na natureza e se desenvolvem gradualmente, tornando-se cada vez mais integrados e ajustados em equilíbrio. Apesar de cabível, esta definição se distância da discussão sobre ECOS, sendo a noção de ecossistemas humanos, mais correspondente.

Por outro lado, Jansen *et al.* (2007), propõem que um ECOS pode ser definido como um conjunto de atores funcionando como uma unidade, interagindo com um mercado distribuído entre *softwares* e serviços, junto com as relações entre eles, que são geralmente apoiadas por uma

plataforma tecnológica ou um mercado em comum, funcionando através da troca de informações, recursos e artefatos.

Jansen *et al.* (2009) definiram ECOS como sendo um conjunto de negócios funcionando como uma unidade e interagindo com um mercado compartilhado de software e serviços, juntamente com as relações entre eles, frequentemente apoiados por uma plataforma ou mercado tecnológico comum, e operando através da troca de informações, recursos e artefatos. Sendo assim, um ECOS é uma interação de um conjunto de atores sobre uma plataforma tecnológica comum, tendo como resultados soluções ou serviços de software (MANIKAS; HANSEN, 2013).

Estes ecossistemas possuem três elementos: um centralizador ou *hub*, uma plataforma ou tecnologia/mercado e um conjunto de agentes de nicho ou *niche players*, onde o centralizador é o proprietário da plataforma e os agentes de nicho podem utilizá-la para gerar valores para si mesmos e para ela (IANSITI; LEVIEN, 2004).

De acordo com Manikas e Hansen (2013), ECOS podem ser classificados conforme o nível de abertura de suas plataformas. Sendo abertos, quando os participantes possuírem total ou ampla influência a respeito das mudanças e evoluções da plataforma tecnológica; e fechados, quando o *Keystone* assumir um papel de controlador ativo, definindo as evoluções e exigindo certificações formais dos parceiros (VALENÇA; ALVES, 2013). Como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação de Ecossistemas de software

	Social	Comercial
Aberto	Participação ativa de membros da comunidade. Membros podem evoluir a plataforma livremente.	Keystone fornece a plataforma tecnológica básica. A comunidade de desenvolvedores externos e usuários podem tomar decisões livremente.
Fechado	Existe um comitê que centraliza as decisões da plataforma. A comunidade pode fazer extensões desde que aprovadas pelo comitê.	O Keystone centraliza todas as decisões de evolução da plataforma e aprova a participação de novos membros.

Fonte: Valença e Alves (2013).

Bosch (2009) também classifica os ecossistemas, como comerciais, quando os atores são empresas fornecedoras, integradores externos e clientes que se relacionam através de transações (e.g., *iPhone*, *iMac* e *iPad* são produtos da *Apple* que criaram vastos ecossistemas em torno de suas plataformas tecnológicas); e ecossistemas sociais, que consiste em usuários, seus relacionamentos e a troca de informações entre eles (e.g., comunidades *open source* como *Android* e *Linux*).

Santos *et al.* (2013) trazem alguns exemplos que podem ser usados para estabelecer características típicas dos ECOS, como o ECOS *Microsoft*, *MySQL/PHP*, *iPhone* e *Eclipse*. Os ECOS podem estar inclusos em outros ECOS, como o ECOS *Microsoft CRM (Customer Relationship Management)* está contido no ECOS *Microsoft* completo. Pode-se dizer que o ECOS *iPhone*, com sua *AppStore* é fechado, á medida que o ECOS *MySQL/PHP* e o ECOS *Eclipse* são abertos, desde que as empresas tenham acesso ao código fonte e às bases de conhecimento relacionadas a ele. Contudo, Anvaari e Jansen (2010) relatam que um ecossistema concebido em uma plataforma do tipo proprietária, nem sempre será fechado, o que garante que estes exemplos demonstram de maneira simples o conceito de ECOS.

Campbell e Ahmed (2010) estabelecem que o conceito de ECOS tem suas raízes nas teorias de desenvolvimento de plataformas comuns e redes sociais, sendo uma estratégia para alcançar a transição, inovação e evolução na Engenharia de software. Além disso apresentam uma perspectiva que ECOS podem ser observados em 3 dimensões: (i): **Arquitetura:** que envolve a plataforma (tecnologia ou infraestrutura) em que o ECOS vai estar inserido; (ii): **Negócio:** que envolve o conhecimento sobre o mercado, decisões tomadas pelos autores sobre modelos de negócio, definição do portfólio de produtos do ECOS; e (iii): **Social:** que define a forma como a rede de atores de se relacionará para atingir seus objetivos e potencializar o crescimento do ECOS por meio de uma proposta onde todos possam obter ganhos.

Além das dimensões, os ECOS possuem também ciclo de vida, de acordo com Russ (2007) e Jansen *et al.* (2009) e estendido por Santos e Werner (2012), o ciclo de vida social de ECOS é dividido em quatro fases, que se ocorrem ao longo do tempo em função da quantidade de atores e artefatos, que alcança o auge ao final da fase de amplificação, e decresce a partir daí, caracterizando o início da transformação da rede social do ECOS e seu eventual término (SANTOS *et al.*, 2013). Cada uma das fases são descritas da seguinte maneira, com base em sites de redes sociais *online*:

- **Iniciação:** criação de uma página em um site de rede social e/ou sistema de gerenciamento de comunidades e conteúdos;
- **Propagação:** adesão de novos atores e artefatos, *i.e.*, surgimento de uma rede preliminar de atores com interesses em comum;
- **Amplificação:** estabelecimento de uma estrutura auto-organizável e manutenção de uma comunidade (rede de atores e artefatos), onde o poder é distribuído; e
- **Terminação:** normalmente, um serviço de rede social *online* termina devido à

saturação ou à substituição por um novo serviço, ou ainda porque surgem novos nichos, mercados ou tendências que fazem com que ocorra uma “evaporação” dos integrantes da rede do ECOS.

De acordo com Lima (2015) em cada fase do ciclo de vida social do ECOS, *sites* de redes sociais podem desempenhar um papel importante, principalmente devido à sua população e alcance. Além disso, o contato e a interação entre os atores também são facilitadas, incentivando a colaboração e formação de comunidades guiadas por interesses comuns. Desse modo, ao utilizar recursos das redes sociais para socialização e dinamização, o ECOS se torna mais atraente para entrada de novos atores e permanência dos que já estavam na rede.

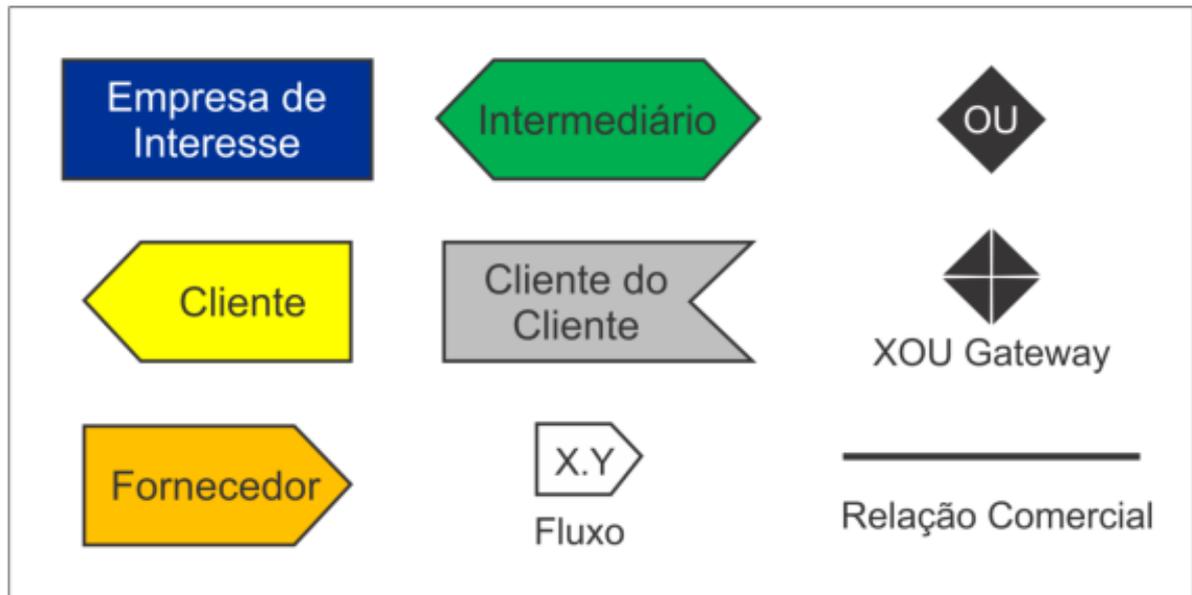
## 2.2 Notação SSN - *Software Supply Network*

O diagrama de redes de fornecimento de software, é uma série de *software*, *hardware* e organizações de serviços ligados, que cooperam para atender às demandas do mercado (COSTA *et al.*, 2013), ou seja SSN é um componente do Meta-modelo de ECOS (*SEM Meta-model*). Os elementos gráficos da notação auxiliam na representação dos atores e os comportamentos e interações dos mesmos dentro do ecossistema. De acordo com (HANDOYO *et al.*, 2013), SSN pode ser utilizado para ilustrar as estruturas das cadeias de fornecimento de software em ECOS.

O SSN permite raciocinar sobre o modelo de negócios de uma organização de software, mostrando suas dependências e fluxo (BOUCHARAS *et al.*, 2009). Com ele é possível explicar as relações comerciais entre os elementos de um ECOS em termos de fluxos de entrada e saída entre os atores, possuindo uma terminologia baseada nos termos utilizados nas atividades de desenvolvimento de software, tornando-se facilmente compreensível para desenvolvedores (SADI; YU, 2015). A Figura 1 ilustra todos os componentes da notação.

Os Atores, Relações comerciais, Fluxos e *Gateways* são os elementos essenciais da modelagem SSN, dessa forma, um ator vai ser uma organização ou empresa que participa de um ECOS, podendo ser uma Empresa de Interesse, Fornecedor, Cliente, Intermediário ou Cliente de Cliente. O que conectará dois atores será uma Relação comercial, que pode ser formado por um ou mais Fluxos (SADI; YU, 2015). Boucharas *et al.* (2009) define cada um desses componentes da seguinte forma:

Figura 1 – Componentes do Diagrama SSN.



Fonte: Boucharas *et al.* (2009).

- **Companhia de Interesse (CoI):** A companhia de interesse entrega o produto de interesse, sob averiguação. É representada por um retângulo azul de borda sólida.
- **Cliente:** É o ator que adquire ou faz uso do produto de interesse, seja este uso direto ou indireto. É representado por uma caixa amarela de borda sólida.
- **Fornecedor:** É um ator que fornece um ou mais produtos/serviços. É representado por uma caixa de cor laranja e borda sólida.
- **Intermediário:** Pode ser um revendedor, distribuidor, entre outros, são atores que atuam como intermediários entre duas partes que se relacionam. É representado por uma caixa verde de borda sólida;
- **Cliente do Cliente:** É possível que um cliente tenha seu próprio cliente com produtos ou serviços diretos ou indiretos da Companhia de Interesse, (e.g., suporte ao produto, atualizações). É representado por uma caixa de cor cinza e borda sólida.
- **Fluxo:** É um artefato ou fluxo de serviço de um ator para outro, pode ser um produto, serviço, finança, conteúdo. Onde o X é substituído por um ou mais caracteres, que representa o tipo do artefato, e o Y é substituído por um número que caracteriza a identificador do fluxo. É branco com a borda sólida e o texto preto.
- **OU Gateway:** É uma relação lógica entre os fluxos, que permite um ou mais

ou todos os relacionamentos comerciais e seus fluxos entre relacionamentos comerciais de entrada e saída. É preto e o texto branco;

- **XOU Gateway:** Também é uma relação lógica entre os fluxos, que permite apenas um relacionamento comercial e seus fluxos entre os relacionamentos comerciais de entrada e saída. É preto.
- **Relação Comercial:** É um relacionamento que conecta dois atores, podendo ser complexo e formado por um ou vários fluxos. É representado por uma linha sólida e preta.

Um diagrama de redes de fornecimento de software é composto por nós, que representam os atores e suas relações e arestas que representam os fluxos de entrada e saída dos atores em um ECOS. Boucharas *et al.* (2009), exemplifica isso em uma versão simplificada modelada para um fornecedor de *software holandes (DutchSV)*, que constrói e vende uma grande plataforma de produtos.

A notação SSN é um conjunto de organizações conectadas de software, *hardware* e serviços que contribuem para satisfazer as demandas do mercado (JANSEN *et al.*, 2007). Baseados em uma revisão de técnicas de modelagem utilizadas em ECOS, Sadi e Yu (2015), relatam que dentre as técnicas selecionadas (UML, Representação em grafos, PDC,  $i^*$ , etc.), apenas o SSN é proposto especificamente para modelar ECOS, enquanto as demais são genéricas e amplamente utilizadas em outras áreas, e embora o SSN não suporte descrever as atividades dos colaboradores, a maioria das técnicas fornecem pouco apoio para a descrição de restrições, atributos e interações dos colaboradores.

### 2.3 Modelagem de Ecossistemas de software

Jansen *et al.* (2015), descobriram que os objetivos da modelagem são comuns: (i) **fornecer informações**, para os pesquisadores uma imagem em um documento é capaz de fornecer uma visão geral do aspecto do ECOS, facilitando na identificação de atores com papéis chave, como o *keystone* e fornecendo informações sobre os relacionamentos; (ii) **analisar ecossistemas estáticos**, com a análise real do ECOS é possível identificar relacionamentos chaves, densidade de relacionamentos, conexão dentro do ECOS e diferenças no tamanho da importância dos atores; e (iii) **comparar o ecossistema**, através da visualização é conveniente para analisar a maturidade, desenvolvimento da dinâmica do ECOS, e constatar como as formas, conectividade e objetos nos modelos de ECOS diferem.

Jansen *et al.* (2015) identificam três pontos importantes para a utilização da modelagem em ECOS, que são: a forma mais significativa para que seja possível compreender os ECOS, independente do tipo ao qual eles se referem, (e.g., aberto, comercial, social); em segundo, acredita-se que a análise é realizada mais satisfatoriamente através da modelagem; e por último, a previsão de como o ecossistema está pendente de determinadas decisões, sendo essas feitas de forma mais eficiente com o apoio da modelagem.

São observados os seguintes elementos nos modelos de ecossistema: (i) **organizações** e seus tipos, a entidade em todo da qual o modelo gira; (ii) **relacionamentos**, podendo ser dependências de componentes, relações comerciais e colaborações; e (iii) **fluxos**, que podem ser quantidade de código que passa de um projeto para outro, o valor que passa de um revendedor de software para um o provedor da plataforma, fluxos de conhecimento e dependências em uma rede social, porém, esta entidade acaba não recebendo muita atenção. Para que seja determinado o método de modelagem, e os elementos e dados que serão usados, é crucial determinar o objetivo dela, os métodos mais propostos na literatura são observados em (JANSEN *et al.*, 2009), que são:

- **Modelos de redes sociais:** As redes sociais têm sido vistas como uma aplicação adequada para ECOS, já que essas redes de pessoas se assemelham às suas relações, fluxos e entidades, porém, estes modelos são considerados inadequados e insuficientes quando se tratando de modelar fluxos complexos e redes amplas;
- **Linguagens de modelagem de objetivos como  $i^*$ :** Poucos são os trabalhos que demonstram a aplicação do *framework  $i^*$*  em ECOS, porém a modelagem de objetivos é aplicada por ser capaz de expressar os objetivos das organizações dentro do ECOS, combinando competição e colaboração. O *framework  $i^*$*  funciona representando através dos modelos, os atores e relacionamentos entre eles, mas é indicado que ele seja simplificado para acomodar a escala e complexidade dos ECOS;
- **Redes de cadeia de fornecimento:** Com essas técnicas, a modelagem conceitual de ECOS tem sido bem sucedida, recebendo elogios pelo nível de código e perspectiva organizacional, oferecendo uma estrutura agradável. Porém, foi insuficientemente adotada para a modelagem de ECOS complexos, provavelmente pela falta de ferramentas ou formalização.

Boucharas *et al.* (2009) relatam a ausência de um padrão formal que modele tanto os ECOS, como o ambiente em que os produtos e serviços de software atuam, o que é acarretado

devido a dificuldade que os fornecedores de software tem em discernir os ECOS em que estão ativos e usá-los em sua vantagem. Com isso, foi proposta uma abordagem para modelagem de ecossistemas, que consiste nas técnicas de diagramação PDC, que se baseia no produto, ou seja, o motivo pelo qual o ECOS existe e SSN, que trata a camada mais interna do ECOS, levando em consideração os atores e seus relacionamentos.

Para Jansen *et al.* (2007), um modelo de contexto de produto descreve o contexto em que um serviço de software é executado e os produtos de software e *hardware* necessários para fornecer um determinado serviço. Embora o PDC seja mais estruturado que o SSN, sua abordagem parece ser confusa no início e suas regras difíceis de cumprir (BOUCHARAS *et al.*, 2009).

## 2.4 Vue JS

“*Vue.js* é um *framework* progressivo para a construção de interfaces de usuário. Ao contrário de outros *frameworks* monolíticos, *Vue* foi projetado desde a sua concepção para ser adotado incrementalmente” (VUE.JS, 2019). Ainda em sua documentação oficial, é dito que “a biblioteca principal é focada exclusivamente na camada visual (*view layer*), sendo fácil adotar e integrar com outras bibliotecas ou projetos existentes”.

De acordo com You (2014), *Vue.js* surgiu como um projeto particular e cresceu para se tornar um *framework* popular e de fácil compreensão. *Vue.js* foi criado depois de seu autor, Evan You, trabalhar para a *Google* utilizando o *framework AngularJS*, tendo sido fortemente inspirado por este, mas, também, inspirado em muitos conceitos que estavam surgindo naquele período no *React*. Ao perceber que não existia nenhuma biblioteca de prototipagem rápida, Evan decidiu criar sua própria, com a proposta de ser simples, flexível, e altamente escalável (GALDINO, 2017).

Atualmente o *Vue.js* se encontra na terceira versão. Está em constante crescimento na comunidade e recebendo cada vez mais recursos. Em meados de 2018, passou os dois principais *frameworks* alternativos, *Angular* e *React*, em número de estrelas em seu repositório de código-fonte na plataforma *GitHub*, um indicativo de como os desenvolvedores gostam de trabalhar com ele.

Outro indício desta boa reputação encontra-se em Galdino (2017), onde o mesmo cita uma pesquisa realizada entre diversos desenvolvedores *JavaScript*, que 89% deles aprovaram o *Vue.js*. Dentre as principais características deste *framework*, o *Vue.js* permite que se reutilize

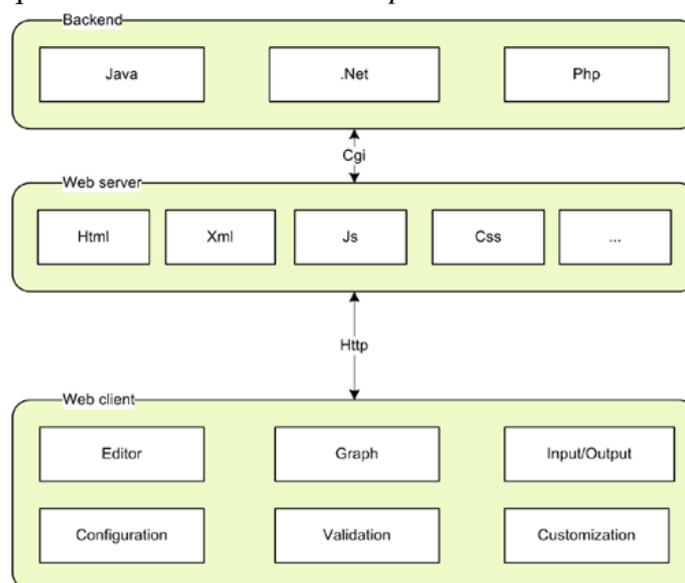
componentes de uma forma bem simples em qualquer parte de sua aplicação, sem a necessidade de criar modelos especiais ou coleções. Basta criar um componente simples dentro de um template e, depois, importá-lo onde deseja utilizá-lo em seu projeto (KYRIAKIDIS *et al.*, 2017). Ao mesmo tempo em que criar e reutilizar componentes é simples, é uma das principais causas do problema de gerenciamento de estado da aplicação.

## 2.5 mxGraph JS

De acordo com sua documentação, *mxGraph* é uma biblioteca de diagramação *JavaScript* que permite a criação rápida de aplicativos gráficos e gráficos interativos para serem executados nativamente em qualquer navegador principal suportado por seu fornecedor (JGRAPH, 2020).

O pacote *mxGraph* contém um software cliente, escrito em *JavaScript*, e uma série de *back-ends* para várias linguagens. O software cliente é um componente gráfico com um *wrapper* de aplicativo opcional integrado a uma interface da *web* existente. O cliente requer um servidor *web* para entregar os arquivos necessários ao cliente ou pode ser executado a partir do sistema de arquivos local sem um servidor *web*. Os *back-ends* podem ser usados no estado em que se encontram ou podem ser incorporados a um aplicativo de servidor existente em um dos idiomas suportados (JGRAPH, 2020). A Figura 12 apresenta a arquitetura da biblioteca *mxGraph*.

Figura 2 – Arquitetura da biblioteca *mxGraph*.



Fonte: JGraph (2020).

Se houver um *back-end*, o cliente pode ser configurado para usar esse *back-end* de várias maneiras, tais como:

- Criação de imagens;
- Armazenamento e carregamento de diagramas; e
- Criação de uma representação de objeto de um gráfico.

Os cenários acima podem ser combinados de várias maneiras, como enviar uma descrição *JSON* de cada alteração para o *back-end* conforme ela acontece ou salvar automaticamente o diagrama para evitar perda de dados no cliente. O cliente também pode operar em modo *offline*, onde não requer *back-end* ou servidor *web*. O *mxGraph* fornece muitas funcionalidades internas, irá ser mostrado alguns dos recursos muito importantes no qual se precisa para construir elementos gráficos com a biblioteca.

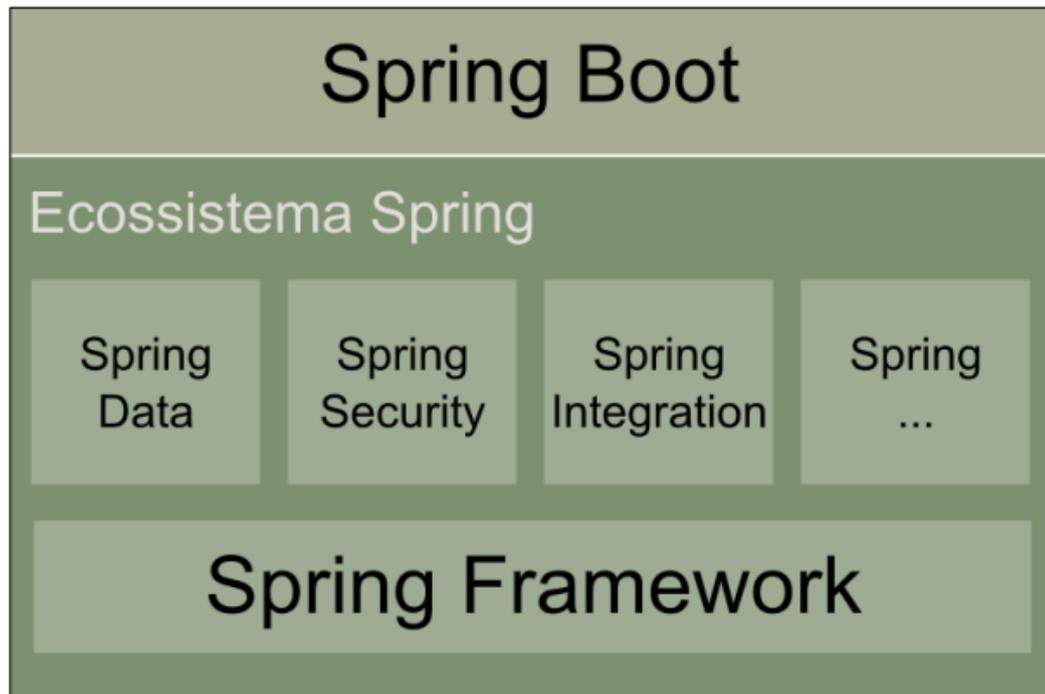
## 2.6 Spring Boot

Segundo Bianchi (2015) trata-se de um *framework* que tem como objetivo reaproveitar as tecnologias já existentes no *Spring Framework* e aumentar a produtividade do desenvolvedor. Introduzido na versão 4.0 do *Spring*, surgiu como necessidade em vista das críticas sobre a dificuldade e o tempo necessário para se iniciar o desenvolvimento de novos projetos.

A principal diferença se dá no modo de configurar, organizar o código e executar a aplicação, baseado em 4 princípios: (i) Prover uma experiência de início de projeto extremamente rápida e direta; (ii) Apresentar uma visão simples sobre o modo como deve-se configurar os projetos *Spring*, e ao mesmo tempo flexível o suficiente para que possa ser facilmente substituída de acordo com os requisitos do projeto; (iii) Fornecer uma série de requisitos não funcionais já pré-configurados para o desenvolvedor como, por exemplo, métricas, segurança, acesso a base de dados, servidor de aplicações/*servlet* embarcado, etc.; e (iv) Não prover nenhuma geração de código e minimizar a zero a necessidade de arquivos XML. De modo resumido, o *Spring boot* pode ser entendido como uma fina camada sobre tecnologias já consagradas pelo mercado, tal como pode-se verificar na Figura 3. A grande mudança está no modo como se empacota e se acessa estas soluções.

Segundo Bianchi (2015), o conceito de convenção sobre configuração é o grande motor por trás do ganho de produtividade do *Spring Boot*, ou seja, a maior parte das configurações que o desenvolvedor precisa escrever no início de um projeto são sempre as mesmas, dessa

Figura 3 – Posicionamento do *Spring Boot* no ecossistema *Spring*.



Fonte: Bianchi (2015)

forma, o *Spring Boot* já inicia novo projeto com todas estas configurações definidas podendo ser alteradas a qualquer momento.

Para o desenvolvimento desta aplicação, foi criado um projeto *Spring Boot* utilizando o *Maven*, este que é o responsável pelo gerenciamento de *builds*. A partir disso, utilizando-se uma dependência do *Spring*, foi obtido tudo que é necessário para o desenvolvimento do servidor como o *Hibernate* para o mapeamento das tabelas do banco de dados e um servidor de aplicação que é embutido no empacotamento da aplicação, neste caso o *TomCat* (BIANCHI, 2015).

De acordo com Bianchi (2015), outro tipo de aplicação que pode ser desenvolvida com o *Spring Boot* são aquelas empacotadas no formato JAR ou WAR. Tratam-se de aplicações Java baseadas no ecossistema *Spring* já conhecido pelos desenvolvedores que o adotam como *framework*. Nesse tipo de aplicação não é necessária a instalação do CLI do *Spring Boot*. Nosso único requisito é a presença de um sistema de *build* automatizado. Para isso, há duas alternativas providas pela *Pivotal*: *Maven* (3.0 ou posterior) e *Gradle*. Dado a maior popularidade da primeira opção, neste artigo iremos adotar o *Maven* como sistema de *build*. Ao leitor que prefere *Gradle*, é importante salientar que não há grandes mudanças no modo como deve proceder e a documentação oficial é rica em exemplos.

## 2.7 MinIO

Segundo Oliveira *et al.* (2021) o *MinIO* é um sistema de armazenamento de objetos de alto desempenho, desenvolvido especialmente para a construção de aplicativos e serviços nativos da nuvem. Esse sistema implementa um modelo de dados *NoSQL* baseado em chave e valor. Cada objeto digital é identificado de forma única pela sua chave, gerada automaticamente pela *files-api*, e seu valor é o próprio binário que representa o objeto. A escolha do *MinIO* se justifica pelas seguintes características: *open-source*; praticidade na operação, visto que possui API compatível com o *Amazon S3*; vasta documentação; e capacidade de associar metadados descritivos aos objetos.

## 2.8 PostgreSQL

O *PostgreSQL* é um sistema de gerenciamento de banco de dados objeto relacional (SGBDOR), ele foi o pioneiro em muitos conceitos objeto-relacionais que agora estão se tornando disponíveis em alguns bancos de dados comerciais. Desenvolvido no Departamento de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia em Berkeley. O projeto *postgres*, liderado pelo Professor *Michael Stonebraker*, foi patrocinado pelas seguintes instituições: *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*; *Army Research Office (ARO)*; *National Science Foundation (NSF)*; e *ESL, Inc.* O *PostgreSQL* descende deste código original de Berkeley, possuindo o código fonte aberto. Fornece suporte às linguagens *SQL92/SQL99*, além de outras funcionalidades modernas (MILANI, 2008).

De acordo com Milani (2008) os Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados Relacionais (SGBDR) tradicionais suportam um modelo de dados que consiste em uma coleção de relações com nome, contendo atributos de um tipo específico. Nos sistemas comerciais em uso, os tipos possíveis incluem número de ponto flutuante, inteiro, cadeia de caracteres, monetário e data. Segundo Politowski e Maran (2014) possui controle de concorrência multi-versionado (*MVCC - Multi-Version Concurrency Control*), recuperação em um ponto no tempo (*PITR - Point in Time Recovery*), *tablespaces*, replicação assíncrona, transações agrupadas (*savepoints*), cópias de segurança (*online/hot backup*), um planejador de consultas e registrador de transações sequencial para tolerância a falhas.

Segundo Souza, Amaral e Lizardo (2011), “Seus desenvolvedores são, em sua maioria, voluntariados espalhados pelo mundo que se comunicam pela internet”. O SGBD possui

suporte a *triggers*, *stored e procedures*, suporte a transações, controle de integridade referencial, não há limite quanto ao número de usuários, controle de transações concorrentes e suporte nativo as quatro propriedades ACID, onde ACID significa Atomicidade, consistência, isolamento e durabilidade (CARVALHO; SANTOS, 2012).

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, serão apresentados alguns trabalhos relacionados a este trabalho destacando as semelhanças e diferenças com a proposta desenvolvida por este trabalho.

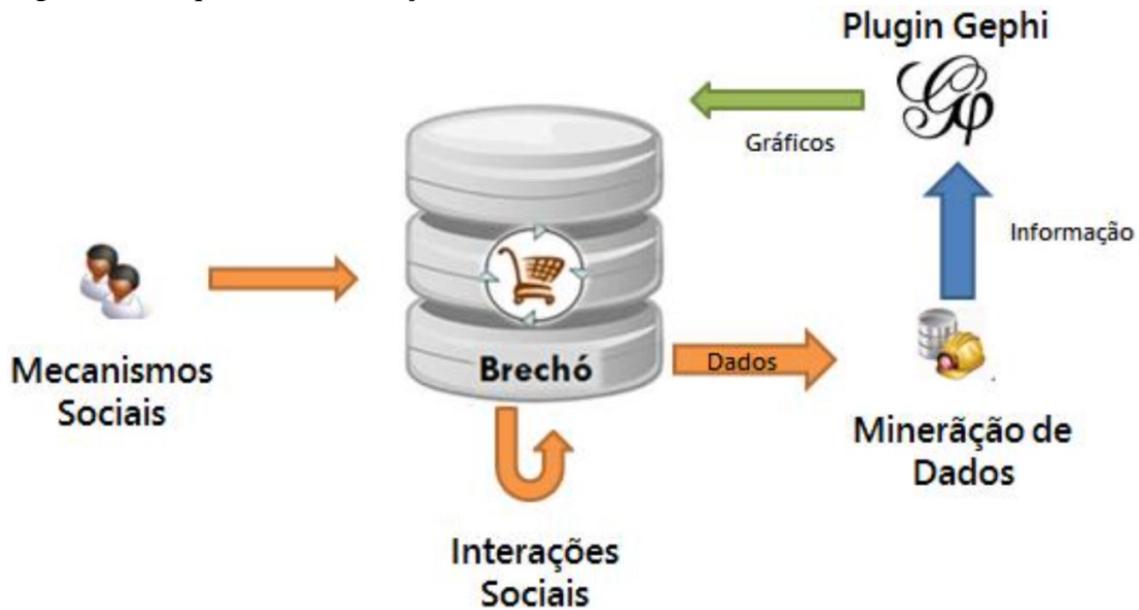
#### 3.1 Brechó-SocialSECO: Uma Ferramenta para Apoiar Modelagem e Análise de Ecossistemas de software

Barbosa *et al.* (2015) em seu trabalho implementaram a ferramenta Brechó-SocialSECO, para fomentar as relações sociais em ECOS e transformar em informações úteis os dados gerados dessas interações e assim auxiliar na tomada de decisão das partes interessadas, auxiliando na entendimento das demandas e necessidades que surgem da rede. Para esse propósito, a ferramenta apoia na modelagem e análise de ECOS. Com o suporte de mecanismos de análise e mineração implementados na Brechó-SocialSECO, um *plugin* de visualização da rede socio-técnica do ECOS foi desenvolvido na ferramenta Gephi2. São obtidas informações sobre a formação de grupos com interesses similares e a identificação de tendências de mercado, entre outras análises.

Interessado em tratar um conjunto de informações referentes ao funcionamento do ECOS e impulsionar as relações sociais, a Brechó-SocialSECO é proposta como um ferramental de apoio. A Brechó-SocialSECO estende a Brechó para enriquecê-la com mecanismos sociais que apoiem a manutenção de redes socio-técnicas (LIMA *et al.*, 2014). A ferramenta apresenta uma arquitetura centrada na biblioteca Brechó, com a inserção dos mecanismos sociais e de mineração. Os mecanismos sociais são introduzidos na biblioteca para apoiar a geração de dados, cujas informações extraídas resultam em gráficos gerados pelo *plugin* da ferramenta Gephi, por meio do refinamento realizado por mecanismos de mineração de dados. A Figura 4 mostra a arquitetura da solução proposta pelos autores.

Como a biblioteca de componentes passa a ser apoiada nas relações sociais e decisões conjuntas dos usuários, a formação de equipes de desenvolvimento tende a ser algo comum (SEICHTER *et al.*, 2010). Procurando satisfazer esta condição, foi proposta a criação de um novo tipo de usuário, denominado Equipe. A Equipe é composta por um conjunto de outros usuários em que, por padrão, o usuário que criou a equipe é o “administrador” da conta em questão. O administrador da equipe pode delegar privilégios a cada usuário (e.g., comprar componentes, criar tópicos em fóruns ou publicar novos componentes na biblioteca). Um usuário pode participar de mais de uma equipe. Como a compra é feita por licenças, uma equipe pode comprar um conjunto

Figura 4 – Arquitetura da Solução.



Fonte: Barbosa *et al.* (2015).

de licenças para todos os membros da equipe, ou apenas poucas licenças para alguns deles.

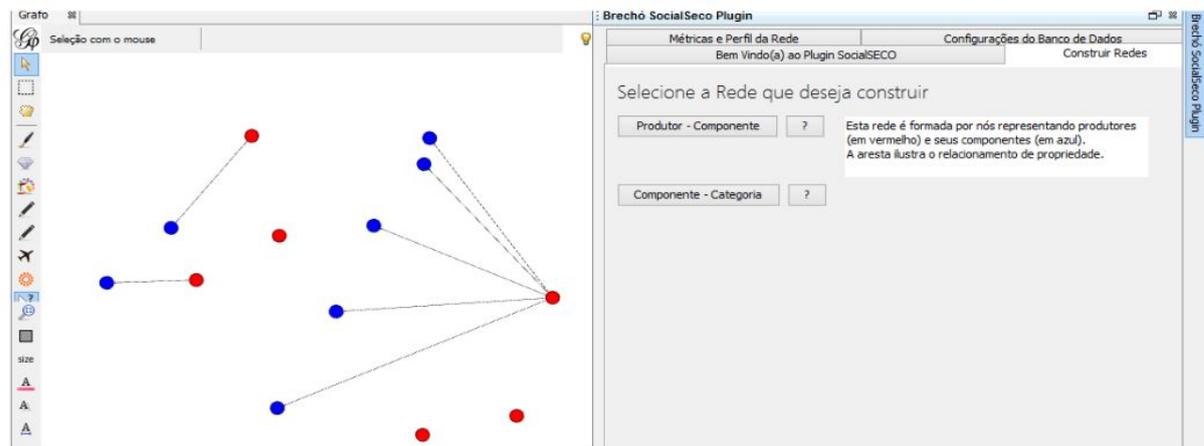
Para que as informações obtidas das relações sociais no ECOS sejam transformadas em informações úteis para os stakeholders, é necessário efetuar a mineração dos dados. Este trabalho foi baseado em dois mecanismos de mineração de dados: a mineração de texto (utilizando mensagens de Fóruns) e análise de associação (associação de componentes de atores com perfis similares). Após a mineração de dados, os resultados são passados para um ferramental de exibição de informação (neste trabalho, é utilizado o Gephi).

A mineração de texto tem por objetivo descobrir tendências de assuntos presentes no fórum de discussão. Assim, é possível criar conteúdos personalizados para cada tipo de fórum ou assunto discutido. Um desses conteúdos é a nuvem de tags, que é constituída por um conjunto de palavras ou termos regularmente comentados ou discutidos em um fórum, e que se apresentam visualmente e proporcionalmente à sua ocorrência nos tópicos. Assim, assuntos bem cotados e que apresentem palavras-chave como “urgência”, “necessidade” e “sugestão” podem ser identificados pela ferramenta como possíveis sugestões, alertando o desenvolvedor/ produtor do componente de uma tendência do mercado, além de alimentar o sistema de sugestão.

Baseado nas relações entre os atores, a análise de associação procura associar componentes adquiridos por dois ou mais atores. Busca-se encontrar componentes afastados que acabam sendo relacionados, seja pela complementação de suas funções ou por suas dependências. A maior parte dessa informação é retirada dos componentes adquiridos pelos atores do ECOS. Por exemplo, um ator possui um grupo de componentes e, caso haja um ator com perfil similar, é

possível que ele tenha interesse no mesmo grupo de componentes, sendo possível recomendar componentes para atores de mesmo perfil. Para apoiar nesta tarefa, a Figura 5 mostra um diagrama de rede socio-técnica exibido pelo plugin construído, que permite realizar uma análise da rede.

Figura 5 – Tela para análise da rede sócio-técnica no plug-in do Gephi.



Fonte: Barbosa *et al.* (2015).

Este trabalho apresentou a BrechóSocial-SECO, ferramenta que implementa mecanismos sociais e de mineração, estendendo a biblioteca Brechó ao inserir uma visão social para apoiar modelagem e análise de ECOS. Baseados nas relações sociais, dados destas interações transformam-se em novas informações, por meio de técnicas de mineração de dados, ajudando na tomada de decisões e expansão do ECOS.

### 3.2 Uma Ferramenta para Modelos de Ecossistemas de software: uma Análise de Suas Implicações na Educação

Alencar *et al.* (2020) realizaram um estudo embasados na falta de modelos de ECOS na literatura que também impacta em dificultar a disseminação e ensino de ECOS, tendo por objetivo apresentar uma ferramenta para suportar o ensino de ECOS, denominada ARIEL (*A Repository of software ecosystEm modeLs*) que consistem em uma aplicação *web* que age como um ambiente de modelos de ECOS, preenchendo uma das lacunas da literatura que é a falta de modelos disponíveis.

O enfoque da ferramenta é suportar o ensino de ECOS na disciplina de Engenharia de software com atividades práticas onde alunos serão motivados a criarem modelos e interajam com a plataforma, seja para inclusão ou para consulta de modelos. Os resultados ficam

disponíveis para que outros alunos possam sentir-se motivados a produzirem modelos com uma qualidade melhor usando as boas práticas aprendidas em aula.

A ferramenta ARIEL no entanto, surge com o propósito de agrupar modelos desenvolvidos por pesquisadores, tendo em vista que a comunidade de ECOS possa colaborar para disseminar e impulsionar o crescimento da literatura. Contudo a ferramenta também pode ser utilizada para fins pesquisas acadêmicas, onde pesquisadores podem analisar, cadastrar modelos, consultar modelos e perceberem a importância de se construir uma modelagem adequada, coerente com o que a literatura propõe.

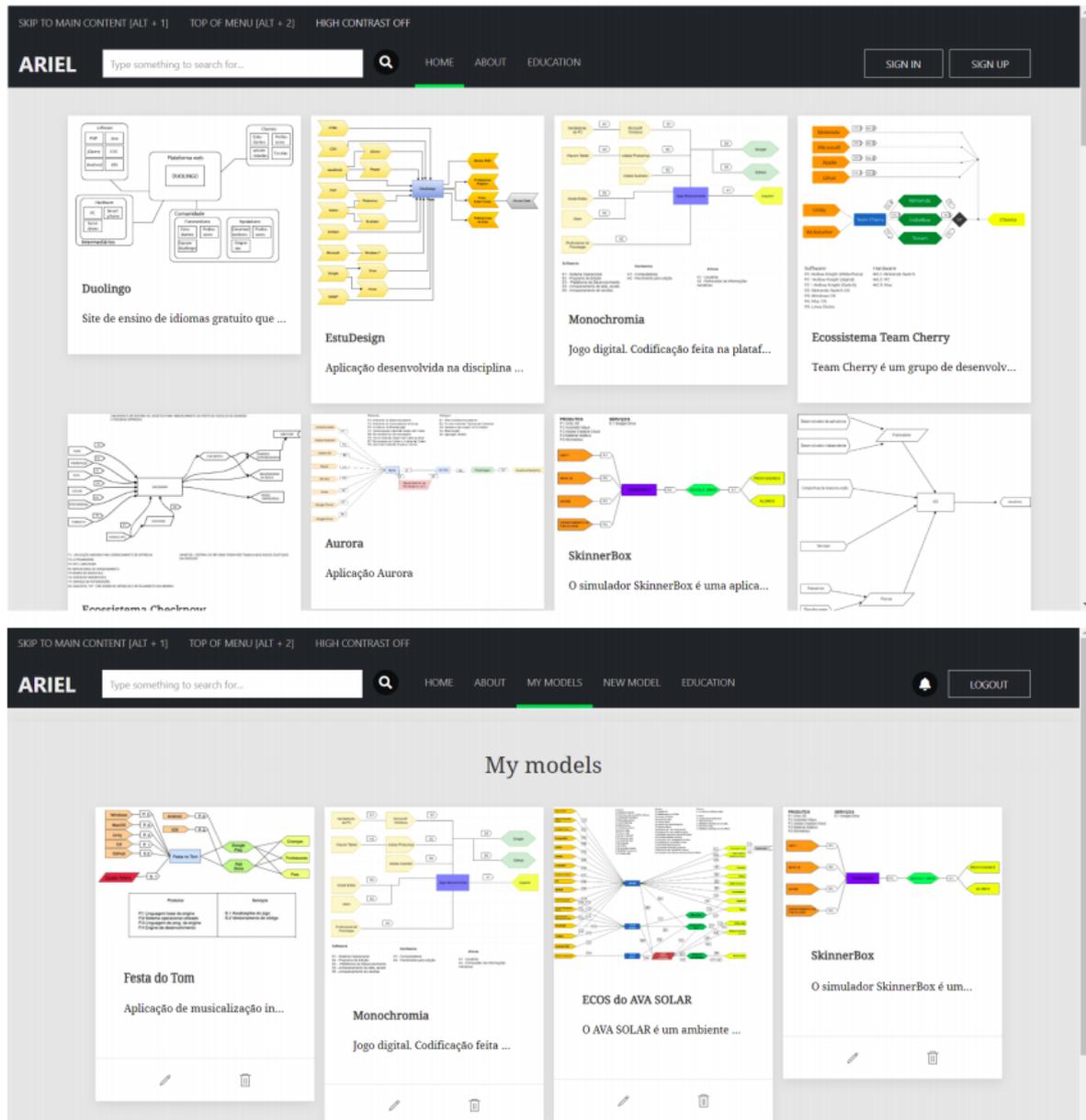
Os autores deixam bem evidente, que a ferramenta não possui a funcionalidade de modelagem, por essa razão a modelagem é livre, porém é recomendado a utilização da notação SSN para a criação de modelos. A Figura 6 ilustra a tela inicial do repositório de modelos, onde se apresenta os modelos já cadastrados exibidos em forma decrescente de tempo, ou seja do mais recente para o mais antigo. E na parte inferior da Figura é exibida a tela do usuário logado, sendo possível cadastrar modelos, adicionar categorias e atualizar seus modelos já cadastrados.

Este trabalho consiste em apresentar a ferramenta ARIEL e fazer uma avaliação inicial de experiência de usuário sob diversos aspectos da ferramenta tendo como base o *framework* DECIDE. Foi considerada experiência de usuário como consequência do estado interno do usuário, as características do sistema e o contexto dentro do qual ocorre a interação.

Para essa avaliação, os autores utilizaram 4 instrumentos de avaliação, sendo aplicados em alunos do curso de graduação em Sistemas e Mídias digitais da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza. Os instrumentos foram: *MAX Cards V5.0*, *Rating Scale Mental Effort (RSME)*, *Net promoter Score (NPS)*<sup>2</sup>, e critérios de usabilidade de *sites web*. No passo (i): foi apresentado os objetivos da pesquisa, distribuído o termo de consentimento e uma breve introdução sobre ECOS e sobre a ferramenta; no passo (ii): Foi aplicado 5 atividades para se utilizar as funcionalidades da ferramenta aos participantes, como cadastrar modelos, pesquisar por modelos, deletar um cadastro de modelo dentre outras; no passo (iii): foi aplicado o primeiro instrumento de avaliação o *MAX Cards V5.0*; no passo (iv): foi feito um questionário de critérios de usabilidade, para possibilitar uma análise complementar da ferramenta; e no passo (v): foi consolidado os resultados da pesquisa, de forma a compilar os dados.

Contudo, se obteve inúmeros resultados da experiência e utilização da ferramenta, a mesma ainda está em processo de aperfeiçoamento, ou seja ainda falta alguns reparos, com isso foi sugerido por parte dos usuários, adicionar novas funcionalidades como a de criar modelos;

Figura 6 – Tela inicial do ARIEL e tela de usuário logado.



Fonte: Alencar *et al.* (2020).

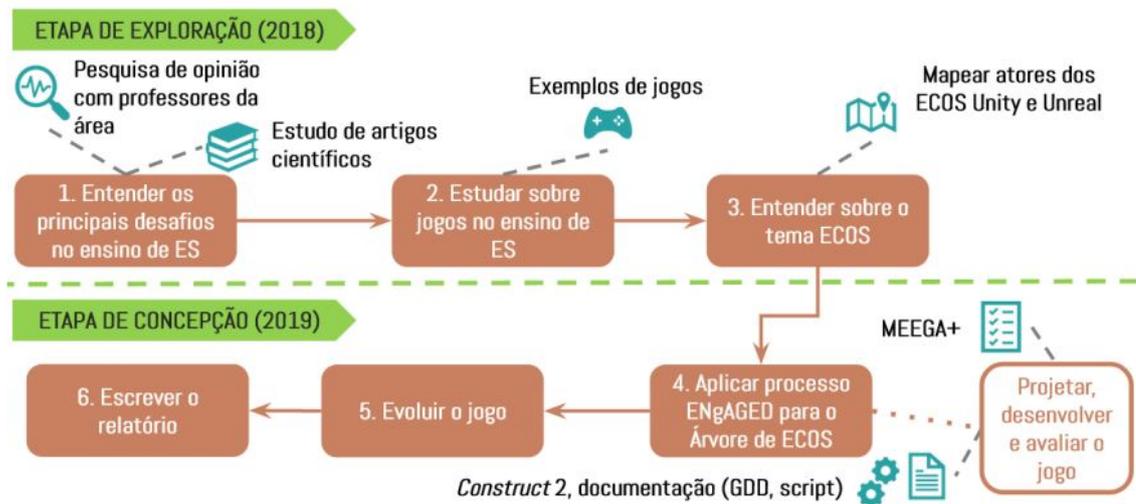
explicar melhor as páginas da ferramenta; e pensar em formas de motivar a comunidade através da ferramenta para incentivar a colaboração entre seus membros. Desse modo ARIEL supre um pouco da carência da literatura em disponibilidade de modelos, porém modelos não consolidados, ou seja não são produzidos de forma correta se utilizando a notação SSN de maneira eficaz por conta da falta de ferramenta de modelagem.

### 3.3 Árvore de ECOS: Um Jogo para Ensino de Conceitos de Ecossistemas de software

Ferreira *et al.* (2021) apresentaram em seu trabalho um jogo digital para ensinar conceitos de ECOS, chamado Árvore de ECOS, bem como um estudo para avaliar se os alunos aprenderam conceitos relacionados a ECOS tratados no jogo. O jogo foi construído seguindo o processo de desenvolvimento de jogos educacionais ENgAGED e foi avaliado com alunos a partir do modelo de avaliação MEEGA+. É importante ressaltar que o jogo visa auxiliar o ensino de ECOS de forma complementar, não sendo um substituto de outras atividades pedagógicas previstas em uma atividade e/ou disciplina.

A pesquisa do trabalho dos autores foi dividida em duas etapas com atividades e produtos específicos, conforme mostra a Figura 7: (1) exploração (ano de 2018) e (2) concepção (ano de 2019). A etapa de exploração consistiu em atividades para maior compreensão dos desafios no ensino de ES, sobre o uso de jogos como estratégia de ensino neste contexto e para mapear elementos e conceitos de ECOS em ecossistemas reais de desenvolvimento de jogos. Por sua vez, a etapa de concepção compreende a utilização do processo ENgAGED para o projeto, desenvolvimento e avaliação do jogo no tocante aos aspectos de jogabilidade, usabilidade e percepção de aprendizagem propostos no MEEGA+; a evolução do jogo; e, por fim, a escrita do relatório.

Figura 7 – Atividades e produtos da pesquisa (GDD = Game Design Document)



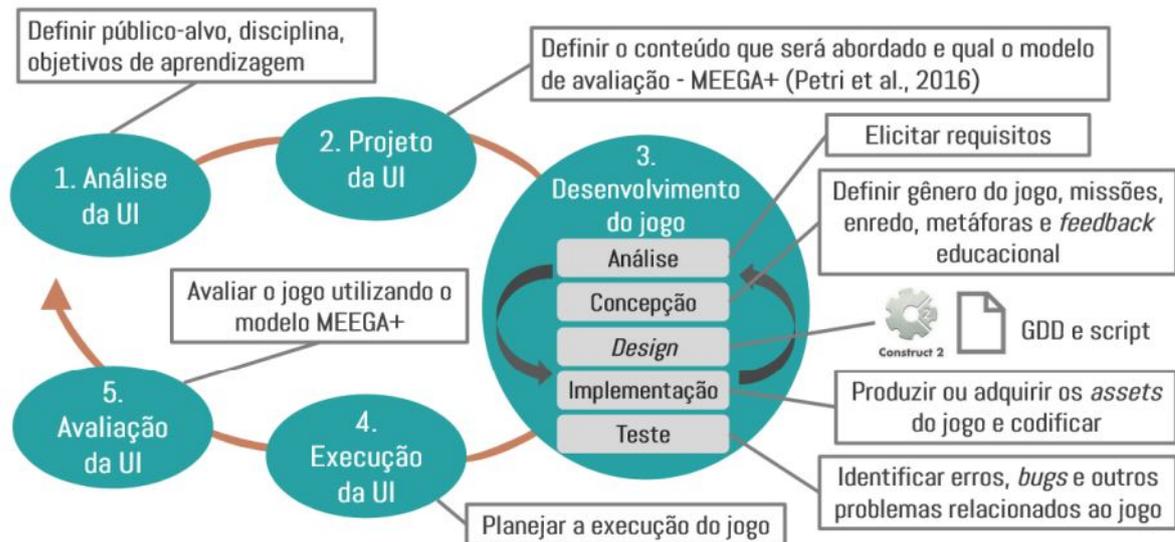
Fonte: Ferreira *et al.* (2021).

O primeiro passo do estudo consistiu na realização de uma pesquisa de opinião (*survey*) a fim de identificar novos temas em Engenharia de software (ES) e as dificuldades enfrentadas no ensino. O questionário consistia em (i) questões fechadas para identificação das

áreas de ES que eram contempladas nas disciplinas ministradas pelos professores participantes; e (ii) questões abertas para identificação dos assuntos emergentes abordados nessas disciplinas e quais as dificuldades enfrentadas no ensino desses assuntos. O questionário foi enviado para 185 professores-pesquisadores da área de ES a partir do conjunto de membros da lista da comunidade EDUES e do comitê de programa do Fórum de Educação em ES (FEES), obtendo-se um percentual de respostas de 16,76% (31). Após a execução da pesquisa de opinião, os resultados foram coletados e analisados e foi possível identificar 57 possíveis tópicos emergentes, sendo ECOS um deles.

Árvore de ECOS foi desenvolvido a partir do processo de desenvolvimento de jogos digitais ENgAGED (*EducatioNAI GamEs Development*). O ENgAGED é um processo iterativo de desenvolvimento de jogos para ensino de Computação, que envolve as etapas de Análise da Unidade Instrucional (UI), Projeto da UI, Desenvolvimento do jogo (análise, concepção, design, implementação e teste), Execução da UI e Avaliação da UI (Battistella e Wangenheim, 2016). A Figura 8 apresenta uma visão geral do ENgAGED, contendo a breve descrição de algumas atividades de cada fase.

Figura 8 – Processo ENgAGED. Baseado em Battistella e Wangenheim (2016).



Fonte: Ferreira *et al.* (2021).

Árvore de ECOS é um jogo educacional que visa apresentar conceitos básicos sobre o tema ECOS (e.g., plataforma, relacionamentos, atores e seus papéis, ciclo de vida e saúde do ECOS). É um jogo 2D do gênero plataforma, desenvolvido para ser executado em navegadores, o que requer conexão à Internet. Por ser um jogo *single player* e com regras e mecânicas simples, o aluno pode jogar sozinho, não precisando do acompanhamento de um professor. A figura 9

apresenta uma das telas do jogo.

Figura 9 – (a) menu, (b) instruções, (c) cutscene, (d) objetivo da fase.



Fonte: Ferreira *et al.* (2021).

Por fim os autores conduziram uma avaliação do jogo proposto, e por meio da análise dos resultados, foi possível perceber que, nos três grupos, a dimensão usabilidade foi muito bem avaliada, ou seja, o design do jogo é atraente, os textos, cores e fontes são consistentes, o jogo é fácil de se aprender a jogar e as regras são claras e compreensíveis. Na dimensão desafio, os alunos do grupo 3 (baixa experiência), de uma forma geral, não acharam o jogo desafiador. Isso pode estar relacionado à menor faixa etária desse grupo. Devido à grande disseminação dos jogos nos últimos anos, pessoas mais jovens costumam jogar com mais frequência, apresentando maior habilidade quanto às mecânicas (pular em plataformas em movimento, desviar de pedras que caem do céu, enfrentar ogros etc.). Como o jogo apresenta obstáculos fáceis, não se torna tão desafiador para esse perfil.

### 3.4 Uma Ferramenta de Apoio ao Ensino e Modelagem de Ecossistemas de Software usando Notação SSN

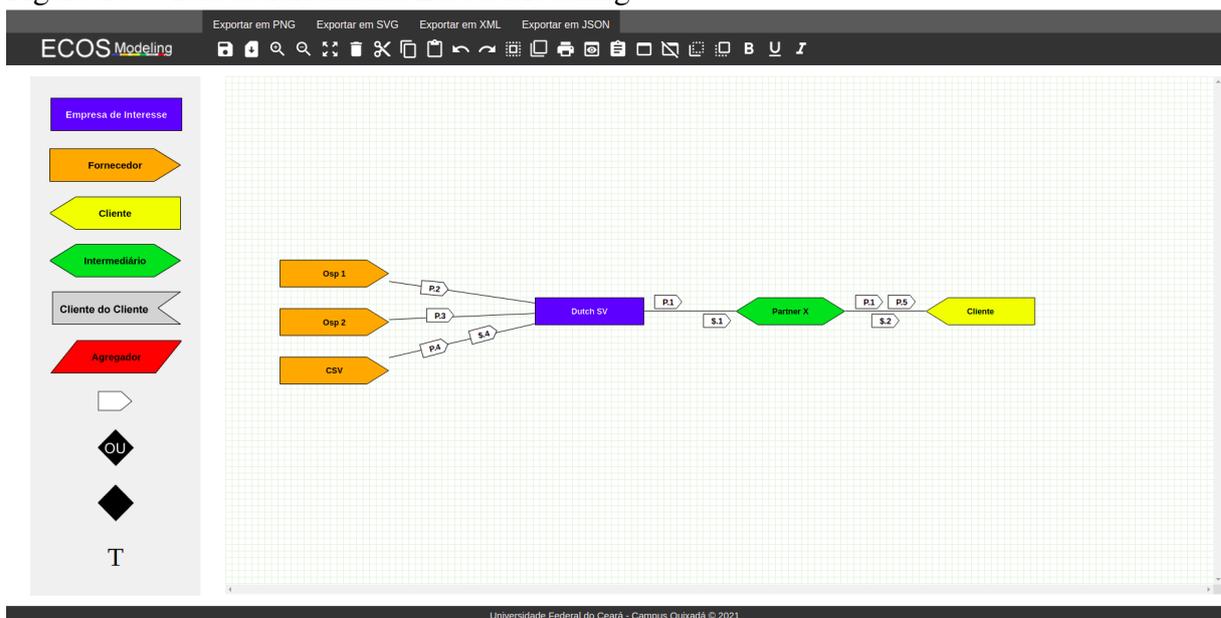
Pinheiro *et al.* (2022) realiza em seu trabalho a implementação e validação de uma ferramenta *web* para apoiar a modelagem de Ecossistemas de software aplicando a notação SSN, amenizando o problema de carência de ferramenta de modelagem na literatura, possibilitando

a comunidade um ambiente próprio que viabilize seu crescimento e disseminação no campo de Engenharia de software. O trabalho realiza a validação da ferramenta proposta, no contexto educacional, em disciplinas de ES de graduação e pós-graduação, da Universidade Federal do Ceará *Campus Quixadá*.

Nesse contexto, a pesquisa realizada por este trabalho, visou desenvolver uma ferramenta *web* para apoiar a modelagem de ECOS utilizando a notação SSN de maneira correta em sua totalidade, com as funcionalidades de arrastar, soltar, ligar, manipular figuras gráficas e exportar o modelo de ECOS criado em diferentes formatos de imagem PNG e SVG e em formatos XML e JSON que possibilite a importação na ferramenta para possíveis edições e manutenções no modelo, com o intuito de amenizar o referido problema que é a falta de ferramenta de modelagem utilizando a notação proposta, bem como avaliar a ferramenta proposta no contexto educacional, para consolidar as funcionalidades propostas na ferramenta, medir a experiência dos usuários e apoiar o ensino de ECOS nas disciplinas de Engenharia de software com o objetivo de expandir a literatura.

A ferramenta denominada *ECOS Modeling*, foi desenvolvida utilizando o *framework front-end* Vue.JS e a biblioteca de manipulação de componentes gráficos chama *MxGraph.JS*, ambas da linguagem de programação *JavaScript*. A Figura 10 apresenta a tela da ferramenta de modelagem de ECOS proposta no referido trabalho.

Figura 10 – Tela da ferramenta ECOS Modeling.



Fonte: Pinheiro *et al.* (2022)

A validação da ferramenta se deu da seguinte forma: primeiro os usuários avaliadores, são alunos de cursos de graduação e pós-graduação em computação, eles irão participar de uma aula ministrada na disciplina de Engenharia de software (ES) acerca dos conceitos, definições, modelagem, e aplicações de ECOS, com o intuito possibilitar para que eles possuam uma visão geral de ECOS em diferentes contextos, e como a modelagem é importante. Em seguida, os alunos avaliadores deverão utilizar a ferramenta, a partir de um roteiro elaborado previamente, com o intuito de facilitar a utilização, e padronizar os passos que eles deverão realizar. Deverá ser, criando um modelo de ECOS pertencente a qualquer domínio utilizando a ferramenta, de maneira a testar as funcionalidades propostas, com a finalidade de avaliar se a ferramenta proposta é capaz de modelar um ECOS, utilizando a notação SSN de maneira exata, e se a mesma ameniza/resolve o problema de falta de apoio a modelagem.

Os resultados obtidos, pelo questionário respondido pelos alunos de graduação e pós graduação, serviram para dar uma maior confiabilidade e respaldo à ferramenta de modelagem, de modo que a mesma foi testada e avaliada acerca das suas funcionalidades e experiência de usuário, com a interface e a disposição de objetos na tela.

Um resultado bastante benéfico e relevante para a consolidação da ferramenta, onde a maioria dos alunos responderam que estavam satisfeitos em utilizar a ferramenta, em relação a maioria responderem que a interface da ferramenta é útil e agradável para o usuário. Com isso pode-se observar, que a ferramenta é de fácil utilização e possui um visual agradável para os usuários.

### 3.5 Comparação dos trabalhos relacionados com o trabalho proposto

Na Tabela 1, está disposta uma comparação dos aspectos comuns e incomuns entre os trabalhos relacionados com o trabalho proposto. Os trabalhos relacionados são comparados ao trabalho proposto com base em critérios, obtidos através de uma análise realizada em cada trabalho relacionado, destacando problemas e lacunas existentes na literatura bem como as dificuldades apontadas pelos autores. Os critérios de comparação estão dispostos da seguinte maneira: (i): realiza modelagem de ECOS utilizando notação SSN; (ii): o trabalho introduz os conceitos de ECOS e notação SSN; (iii): o trabalho utiliza alguma abordagem para apoiar a modelagem em ECOS; (iv): repositório de modelos; e (v): ferramenta de modelagem.

Tabela 1 – Comparação entre os trabalhos relacionados e o proposto.

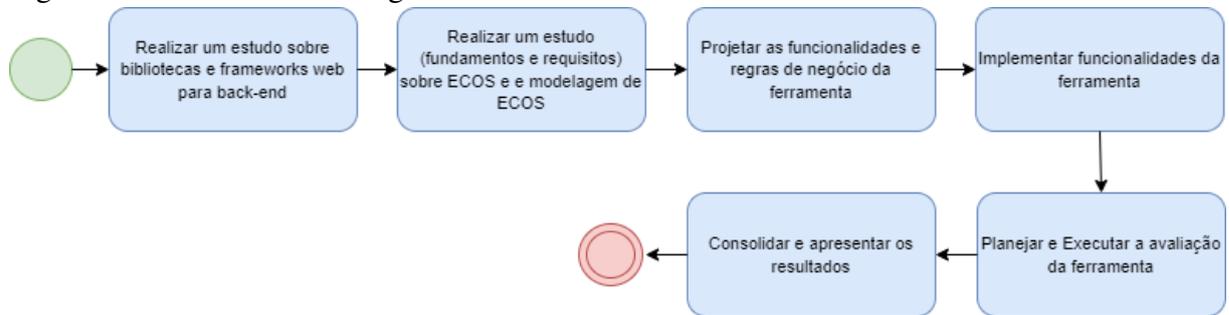
	Realiza modelagem SSN de ECOS	Introduz os conceitos de ECOS e notação SSN	Utiliza abordagem que apoia a modelagem	Repositório de modelos	Ferramenta de modelagem
Barbosa <i>et al.</i> (2015)			X		
Alencar <i>et al.</i> (2020)		X	X	X	
Ferreira <i>et al.</i> (2021)		X			
Pinheiro <i>et al.</i> (2022)	X	X	X		X
Trabalho Proposto	X	X	X	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos para a execução deste trabalho. A Figura 11 apresenta os seguintes passos para a execução do trabalho: (i): realizar um estudo sobre bibliotecas e *frameworks web* para *back-end*; (ii): realizar um estudo sobre os fundamentos e requisitos sobre ECOS e em modelagem de ECOS; (iii): projetar as funcionalidades e regras de negócio da ferramenta; (iv): implementar a ferramenta; (v): planejar e executar a avaliação da ferramenta; e (vi): consolidar os resultados da avaliação.

Figura 11 – Passos Metodológicos deste trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.1 Realizar um estudo sobre bibliotecas e *frameworks web* para *back-end*

O primeiro passo a ser realizado neste trabalho é a realização de um estudo sobre principais tecnologias de desenvolvimento de software para a *web*, *back-end* e serviços de armazenamento de arquivos em nuvem, para a implementação das regras de negócio posteriormente elencadas. As principais funcionalidades que serão adicionadas a ferramenta, são cadastro de usuários, arquivos, *login* e visualização de arquivos (modelos). Essas funcionalidades iniciais nortearam a busca por bibliotecas e *frameworks back-end*, com o intuito de se melhor adequar a versão já estável da ferramenta implementada em Vue.JS.

A realização da busca, foi planejada de acordo com alguns critérios previamente definidos, com o intuito de filtrar os resultados de maneira a melhorar o desenvolvimento e a integração com a versão 1.0 da ferramenta. Os critérios foram: (i) biblioteca ou *framework back-end* de fácil integração com a tecnologia Vue.JS; (ii) de código aberto, ou seja que se caracterize como software livre; (iii) que permita a implementação das funcionalidades de *upload* e *download* de arquivos; (iv) que seja de fácil compreensão e que se adéque ao desenvolvedor; e (v) que possua uma vasta comunidade de desenvolvedores.

Para dar condução da busca, foram realizadas pesquisas na *web* de maneira esporádica, e foram realizadas pesquisas nas plataformas *Github*, *GitLab* e alguns fóruns de comunidades de desenvolvedores como *Stack Overflow*, casa do desenvolvedor e *dev Media*, bem como em *sites* e manuais de documento de linguagens, bibliotecas e *frameworks*.

#### **4.2 Realizar um estudo (fundamentos e requisitos) sobre ECOS e e modelagem de ECOS**

Nesta segunda etapa da metodologia deste trabalho, será realizada uma revisão bibliográfica com o intuito de buscar por trabalhos relevantes a este tema de pesquisa, bem como um pouco da caracterização do estado da arte sobre ECOS, modelagem, modelos e ferramentas. O propósito desta revisão é encontrar subsidio para a fundamentação teórica deste trabalho, encontrar trabalhos relacionados a este, bem como verificar as carências da literatura em relação a modelagem e a modelos de ECOS.

A versão 1.0 da ferramenta de modelagem já supre a carência de falta de ambiente próprio de modelagem, e conseqüentemente falta de apoio a modelagem e a manutenção de modelos. Esta revisão bibliográfica foi feita tendo como base as principais plataformas de indexação de artigos científicos, *Google Scholar*, *IEEEExplore*, *ResearchGate*, *Springer* e *ACM Digital*. Foi encontrado um número bem reduzido de trabalhos relevantes ao tema.

#### **4.3 Projetar as funcionalidades e regras de negócio da ferramenta**

Neste passo, com base na versão 1.0 da ferramenta de modelagem *ECOS Modeling*, foram projetadas mais algumas funcionalidades em relação a criação do modelo, como por exemplo as funcionalidades de importar modelo para a edição, a internacionalização da ferramenta, visualizar as propriedades do modelo, geração de relatório estatístico sobre o modelo, seus componentes e relacionamentos e também uma reestruturação dos componentes na tela, bem como uma otimização na área de modelagem e sobretudo na renderização do modelo criado.

As funcionalidades para a parte da ferramenta de repositório de modelos, são a de cadastro e login de usuários na aplicação, *upload* e *download* de arquivos, neste caso modelos em formato XML na aplicação, visualização dos modelos renderizados em imagem, alteração de dados cadastrais, alteração e manutenção nos modelos disponíveis pelo usuários na ferramenta.

A funcionalidade de *upload* e *download* de arquivos é de maneira geral complexa e necessidade de um servidor de arquivos que dê suporte a este tipo de funcionalidades, levando em consideração a segurança e a integridade dos dados dos usuários. O foco principal é a construção de uma API que seja integrada a versão 1.0 da ferramenta e que disponibilize aos usuários as funcionalidades previamente citadas.

Após a projeção e estruturação das funcionalidades deverá ser realizado um protótipo das telas da ferramenta, da parte do repositório de modelos, que seja adequado a versão já disponível e estável, com o intuito de possibilitar antes da integração com a API, uma visão semi realística para que seja possível interagir e realizar testes com usuários reais.

#### **4.4 Implementar funcionalidades da ferramenta**

A implementação da ferramenta se dará por meio da metodologia de desenvolvimento cascata, uma metodologia bem usual e que se encaixa com a proporção da aplicação desenvolvida, que no caso é uma aplicação que média escala, com funcionalidades não tão complexas e de certa forma fáceis de se realizar.

A ordem da implementação deverá ser primeiro a construção da lógica de segurança do *login* e cadastro dos usuários, para dar um maior respaldo a ferramenta e ocasionalmente uma maior segurança e integridade dos dados os usuários. Após isso deverá ser implementada as funcionalidades de *upload* e *download* de arquivos, e alguns ajustes e teste e posterior a isso a integração com o *front-end*.

#### **4.5 Avaliação da ferramenta**

A ferramenta deverá ser avaliada no contexto educacional, deverá ser direcionada a alunos em disciplinas de ES de graduação e pós-graduação da Universidade Federal do Ceará *Campus* Quixadá, com a finalidade de se validar a ferramenta proposta, assim como avaliar a satisfação dos usuários em se utilizar a ferramenta. Caso o número de respostas para a avaliação não seja consideravelmente bom, o formulário de avaliação será aberto para os demais alunos da comunidade acadêmica.

#### ***4.5.1 Planejamento e execução da avaliação***

A avaliação da ferramenta se dará da seguinte forma: primeiro haverá uma aula sobre os conceitos de ECOS, SSN, modelagem e aplicações, para os alunos que estejam cursando a disciplina de ES com a finalidade de dar aos alunos uma visão geral sobre ECOS, modelagem e modelos em diferentes contextos.

Em seguida os alunos deverão utilizar a ferramenta, testando as funcionalidades existentes a partir de um roteiro pré-definido (Apêndice A), com a intenção de facilitar a utilização da ferramenta e padronizar os passos que eles deverão utilizar. Após a utilização da ferramenta deverá ser respondido um questionário (Apêndice B), com perguntas sobre as funcionalidades da ferramenta, sobre a experiência dos usuários e por último sugestões de melhoria, com apontamentos de pontos fortes e fracos.

Caso o número de respostas seja baixo, o formulário de avaliação juntamente com o roteiro para uso da ferramenta será disponibilizado aos demais alunos do *campus*, para se obter um número maior de respostas sobre o uso da ferramenta, neste caso fora do contexto da disciplina de ES.

Os alunos de graduação irão participar de uma aula sobre ECOS a ser ministrada na disciplina de ES, da Universidade Federal do Ceará *Campus* Quixadá, com o propósito de expor aos alunos conceitos e definições relacionados a ECOS e a modelagem, bem como relacionados a notação SSN, suas aplicações de maneira geral e sua importância no contexto educacional, tendo em vista a pouca disseminação de ECOS na educação.

Deverá ser modelado um ECOS de domínio qualquer utilizando a ferramenta proposta, com o intuito de apresentar a ferramenta para os alunos e dar exemplos de como modelar um ECOS utilizando a notação sugerida na literatura posteriormente o salvamento do modelo no repositório de modelos. Em seguida será realizada aplicação de um questionário com perguntas acerca da utilização da ferramenta, funcionalidades e sugestões de melhoria. O objetivo desta análise é avaliar os recursos e as funcionalidades que a ferramenta de modelagem propõe e também medir a experiência do usuário em relação a utilização da ferramenta.

O questionário de avaliação foi dividido em 4 seções, onde a primeira Seção corresponde ao termo de consentimento livre e esclarecido. A segunda Seção corresponde a questões de dados demográficos dos participantes, para a obtenção do perfil de quem respondeu a pesquisa. A terceira Seção corresponde a questões técnicas acerca de como foi a experiência do usuário na utilização da ferramenta. E a quarta e última Seção corresponde a questões abertas, de texto livre para a opinião dos participantes e sugestões de melhoria.

#### ***4.5.2 Consolidar e apresentar os resultados***

Contudo, ao final da pesquisa de avaliação da ferramenta, deverá ser consolidado os resultados obtidos da avaliação feita pelos usuários, e se fazer uma análise dos resultados obtidos na pesquisa sobre a utilização da ferramenta, podendo assim ser feitas possíveis melhorias nos casos apontados como pontos fracos na ferramenta e consolidar a mesma. Os resultados obtidos por parte dessa avaliação deverão dar mais respaldo a ferramenta, fazendo com que a mesma fique consolidada e possua mais credibilidade na literatura, e que ela seja disseminada dentro da comunidade de ECOS possibilitando a realização de pesquisas relacionadas.

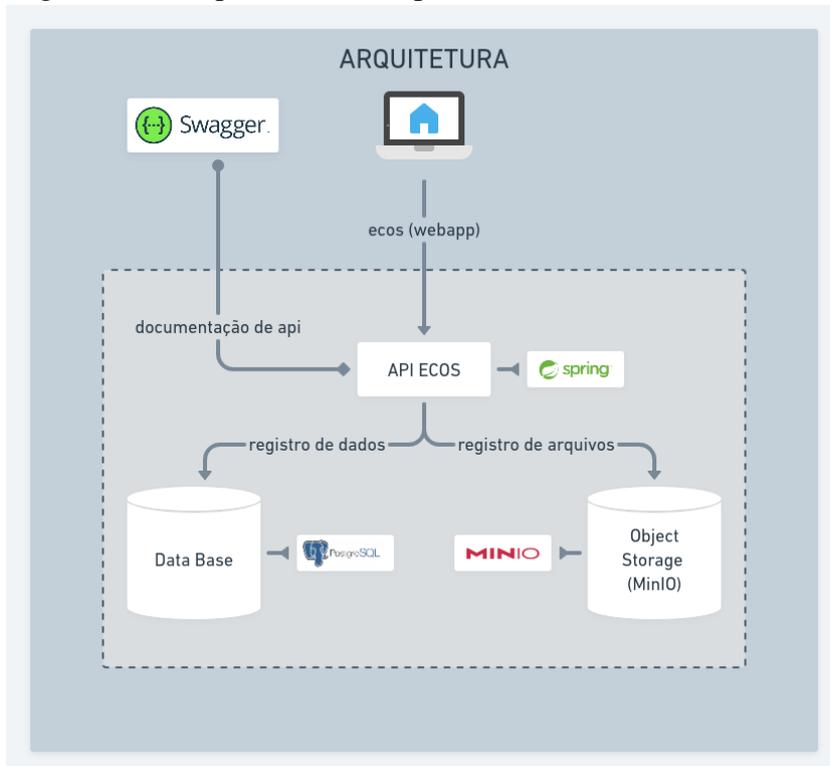
## 5 FERRAMENTA DE MODELAGEM E REPOSITÓRIO PARA MODELOS

Neste capítulo é apresentada a ferramenta de modelagem e repositório para modelos denominada de *ECOS Modeling* em sua versão 3.0, destacando sua arquitetura e componentes, suas funcionalidades implementadas nesta versão, os requisitos funcionais e não funcionais com uma breve descrição de cada um deles, os diagramas de classes UML e de entidade e relacionamento do banco de dados e as principais telas da ferramenta e alguns exemplos de uso na prática da modelagem SSN.

### 5.1 Arquitetura e Componentes

Uma visão geral da arquitetura da ferramenta pode ser observada na Figura 12 onde ela sugere uma estrutura cliente-servidor sendo que o servidor em que *ECOS Modeling* está hospedado recebe requisições por recursos dos seus clientes. A *stack* de desenvolvimento utilizada para a implementação da aplicação foi *Vue.JS + Mxgraph.JS* para o front-end e *Java 11* com *Ecosistema Spring* para o *back-end*.

Figura 12 – Arquitetura e Componentes da ferramenta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os componentes da arquitetura são: API ECOS, Banco de dados relacional, *Spring*, *Vue.JS*, *MinIO* e *Swagger*, se comunicam através do protocolo http. A seguir são descritos os componentes:

- **API ECOS:** é a estrutura do back-end da aplicação disponibilizada em formato de API RESTFULL, nela se concentra as principais regras de negócio, toda a parte de segurança e controle de acesso de usuários e a interface entre o cliente, a base de dados e os arquivos salvos.
- **PostgreSQL:** base de dados relacional, onde ficam salvos os usuários, os modelos e as referencias para seus respectivos arquivos.
- **MinIO:** é um servidor de arquivos baseado no protocolo S3, onde são salvos os arquivos referente aos modelos.
- **ECOS webapp:** é o que compõe o sistema de modelagem e o repositório para modelos.

## 5.2 Funcionalidades

A ferramenta de modelagem e repositório para modelos ECOS *Modeling* 3.0 implementa algumas funcionalidades que foram elencadas desde a concepção da ferramenta, e que não foram totalmente realizadas em suas versões anteriores, com o objetivo de dar suporte a literatura no quesito modelagem e a disponibilidade de modelos.

As principais funcionalidades que a versão deste trabalho implementa são: cadastro de usuários, *login*, cadastro de modelos SSN, visualização de modelos, edição de modelos cadastrados, modelagem SSN e salvamento de modelo pelo usuários no repositório para modelos.

A ferramenta também implementa funcionalidades de renderização dos modelos salvos para a visualização por parte dos usuários, implementa também a internacionalização da ferramenta, disponível em português, inglês e espanhol e aprimora algumas funcionalidades no quesito modelagem SSN.

### 5.2.1 Requisitos funcionais

Nesta Subseção estão especificados os requisitos funcionais da ferramenta ECOS *Modeling* levantados conforme apresenta a Seção 4.4 do Capítulo 4 de procedimentos metodológicos deste trabalho, com seus respectivos identificadores (RF<Número Identificador>). Os

requisitos especificam os comportamentos e estrutura da ferramenta proposta.

- **RF1 - Cadastro de usuários:** os usuários poderão se cadastrar na aplicação para salvar seus modelos criados no repositório e para utilizar das principais funcionalidades da ferramenta.
- **RF2 - Login de usuários:** os usuários poderão realizar com login na aplicação por meio de e-mail e senha cadastrados.
- **RF3 - Alteração de dados cadastrais:** os usuários poderão alterar seus dados cadastrais como: nome, e-mail, instituição, senha e foto.
- **RF4 - Modelagem SSN de ECOS:** os usuários poderão realizar modelagem utilizando a notação SSN.
- **RF5 - Salvar modelos SSN:** os usuários poderão salvar seus modelos criados no repositório e disponibiliza-los à comunidade.
- **RF6 - Atualização de dados do modelos:** os usuários poderão atualizar os dados de seus modelos cadastrados.
- **RF7 - Exclusão de modelos:** os usuários poderão excluir seus modelos cadastrados.
- **RF8 - Edição de modelos do usuário:** os usuários poderão editar seus modelos, realizando manutenções e evoluções dos mesmos.
- **RF9 - Visualização de modelos disponíveis:** os usuários poderão visualizar todos os modelos criados por todos os usuários na aplicação.
- **RF10 - Geração de estatísticas de um modelo:** os usuários poderão gerar estatísticas dos modelos, para fins de estudos e análises estatísticas.

### 5.2.2 *Requisitos não-funcionais*

Nesta Subseção estão dispostos os requisitos não funcionais elicitados para a ferramenta de modelagem e repositório para modelos de ECOS, com seus respectivos identificadores (RNF<Número Identificador>).

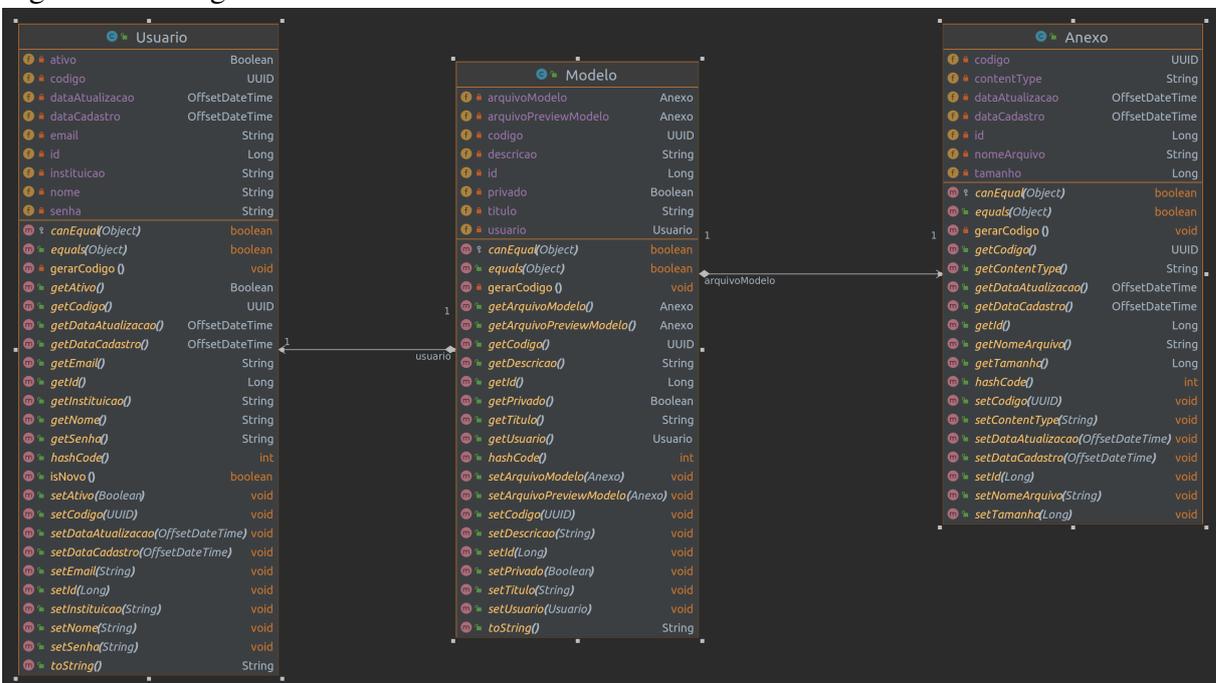
- **RNF1 - Usabilidade:** a interação como usuário é vital para o pleno funcionamento do sistema, logo a ferramenta possui uma interface usual e de fácil compreensão pelo usuário.
- **RNF2 - Desempenho:** a ferramenta deverá realizar todas as operações em tempo considerável sem erros ou falhas.

- **RNF3 - Internacionalização:** a ferramenta deverá estar disponível em 3 idiomas diferentes, neste caso o português, o inglês e o espanhol.
- **RNF4 - Segurança:** todas as operações realizadas na aplicação deverão ser seguras, e assegurar ao usuário integridade nos dados.
- **RNF5 - Disponibilidade:** a aplicação deverá estar sempre disponível a comunidade, sem falhas de acesso.
- **RNF6 - Confiabilidade:** os dados cadastrados pelos usuários deverão ser mantidos seguros e a aplicação ser confiável.

### 5.2.3 Diagrama de classes

A Figura 13 apresenta o diagrama de classes UML da aplicação, apresentando as classes do *back-end* da aplicação em *Java*. O diagrama tem a finalidade de separar os elementos de *design*, da codificação do sistema e de descrever os objetos da aplicação *web*, através da especificação dos atributos e operações que cada classe possui (BEZERRA, 2007). A ferramenta implementa três classes em *Java*, sendo elas: usuário, modelos e anexo.

Figura 13 – Diagrama classes UML.

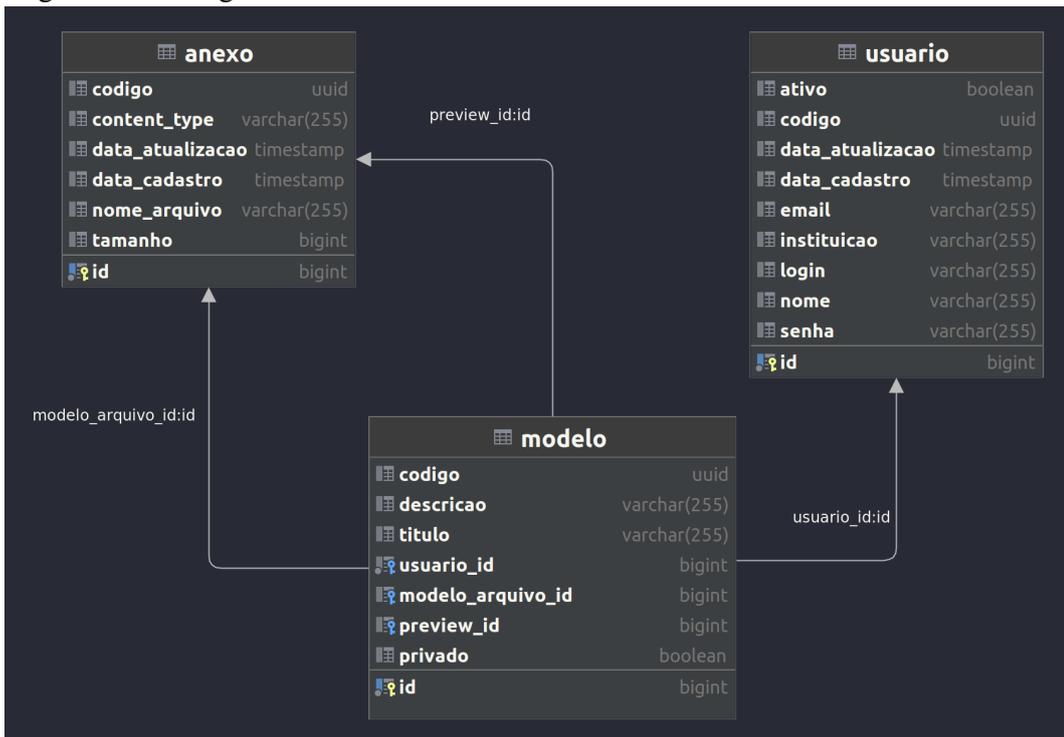


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.2.4 Diagrama de entidade e relacionamento

A Figura 14 apresenta o diagrama de entidade e relacionamento do banco de dados da aplicação, apresentando as classes as entidades do banco de dados SQL, utilizadas na implementação. O diagrama é um modelo de dados para descrever os dados ou aspectos de informação de um domínio de negócio ou seus requisitos de processo.

Figura 14 – Diagrama entidade e relacionamento do banco de dados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.3 ECOS Modeling 3.0 - Repositório para modelos e modelagem

A ferramenta de modelagem e repositório para modelos proposta por este trabalho denominada *ECOS Modeling 3.0*, consiste em ser um sistema *web* que é capaz de entregar aos usuários, um ambiente próprio de modelagem de ECOS e repositório, com o objetivo de suprir uma das carências da literatura, que é a falta de suporte a modelagem e de modelos disponíveis.

Nesta versão estão implementadas as funcionalidades de cadastro de modelos pelo usuário, vinculado a sua conta na própria aplicação, as funcionalidades de login e cadastro de usuários, e foram aprimoradas as funcionalidades relacionadas a modelagem SSN, na parte do editor da ferramenta.

Esta ferramenta consiste em ser uma evolução aprimorada da ferramenta de modelagem de ECOS proposta no trabalho de (PINHEIRO *et al.*, 2022). Tendo como base a ferramenta já existente, foram implementados *banck-end*, integração com banco de dados e adicionadas mais funcionalidades ao *front-end* já existente.

A ferramenta ela possui um viés voltado ao ensino de ECOS em disciplinas de ES, ou seja, dar um suporte no ensino de ECOS, auxiliar aos alunos a compreender melhor os conceitos e definições e por em prática os conhecimentos adquiridos por meio da modelagem e visualização de modelos, disponíveis na literatura.

O foco principal da versão da ferramenta que este trabalho propõe é a melhoria da usabilidade permitindo salvar e atualizar os modelos de forma *online* disponibilizando um repositório com todos os modelos salvos, assim facilitando o acesso a modelos de outros pesquisadores.

A Figura 15 apresenta a tela inicial da ferramenta, com algumas informações sobre a ferramenta, alguns modelos disponíveis e a informação de como citar a ferramenta em trabalhos acadêmicos. A tela principal conta com um menu superior com alguns links para outras páginas da aplicação.

Figura 15 – Tela inicial da ferramenta.

ECOS Modeling pt-br

Início Editor Modelos Cadastro Entrar

## Ecos Modeling

### Modelagem de ecossistemas de software

---

### Sobre

A ferramenta ECOS Modeling 3.0 surge com o intuito de agrupar modelos desenvolvidos por pesquisadores, de forma que a comunidade de ECOS possa colaborar para disseminar e impulsionar o crescimento da área.

Além disso, tem o quesito principal que a modelagem de ECOS, ou seja, a criação dos modelos, funcionalidade já existente na versão 1.0 da ferramenta. As novas funcionalidades da ferramentas incluem consultar modelos e perceberem a importância de se construir uma modelagem adequada, além de expandir a ferramenta.

Modelos

Ronier Lima  
18/09/2022

Evolução do ECOS SPPA  
Sistema de Presenças e Planos de Aula da UFC

DETALHES

Victor Pinheiro  
21/09/2022

ECOS SPPA  
Sistema de Presenças e Planos de Aula da Universidade Federal do Ceará - Campus Caucaia

DETALHES

Victor Pinheiro  
20/09/2022

ECOS AWS  
Amazon Web Services, também conhecido como AWS, é uma plataforma de serviços de computação em nuvem.

DETALHES

Maria Erlane  
20/09/2022

ECOS GCP 01  
Google Cloud Platform é uma suite de computação em nuvem oferecida pelo Google.

DETALHES

Maria Erlane  
20/09/2022

ECOS AWS 01  
Amazon Web Services, também conhecido como AWS, é uma plataforma de serviços de computação em nuvem.

DETALHES

Victor Pinheiro  
20/09/2022

ECOS GCP  
Google Cloud Platform é uma suite de computação em nuvem oferecida pelo Google.

DETALHES

+

---

### Como citar essa Ferramenta?

PINHEIRO, F. V. da S.; COUTINHO, E. F.; SANTOS, I.; BEZERRA, C. I. M. A Tool for Supporting the Teaching and Modeling of Software Ecosystems Using SSN Notation. Journal on Interactive Systems, Porto Alegre, RS, v. 13, n. 1, p. 192-204, 2022. DOI: 10.5753/jis.2022.2602. Disponível em: <https://soi.sbc.org.br/journals/index.php/jis/article/view/2602>.

► BibTeX

Fonte: Elaborado pelo autor.

As Figuras 16 e 17 apresentam respectivamente as telas de cadastro e login de usuários da ferramenta de modelagem e repositório para modelos. Na parte de cadastro de usuários, a página contém um formulário com os seguintes campos: nome, e-mail, instituição e senha. Na parte de login, são pedidos o e-mail e a senha cadastrados pelo usuário.

Figura 16 – Tela de cadastro.

The screenshot shows the 'Atualizar meus dados' form within the ECOS Modeling application. The page header includes the logo 'ECOS Modeling' and navigation links: 'Início', 'Editor', 'Modelos', 'Cadastro', and 'Entrar'. The form itself is titled 'Atualizar meus dados' and contains the following fields:

- \*Nome: A text input field containing the value 'ronier'.
- \*Email: A text input field with the placeholder 'Insira seu email'.
- Instituição: A text input field with the placeholder 'Insira sua instituição'.
- \*Senha: A text input field.
- \*Confirme sua senha: A text input field with the placeholder 'Confirme sua senha'.

At the bottom of the form is a dark button labeled 'Salvar atualizações'.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 – Tela de login.

The screenshot shows the 'Realizar Login' form within the ECOS Modeling application. The page header is identical to Figure 16, showing the 'ECOS Modeling' logo and navigation links. The form is titled 'Realizar Login' and contains the following fields:

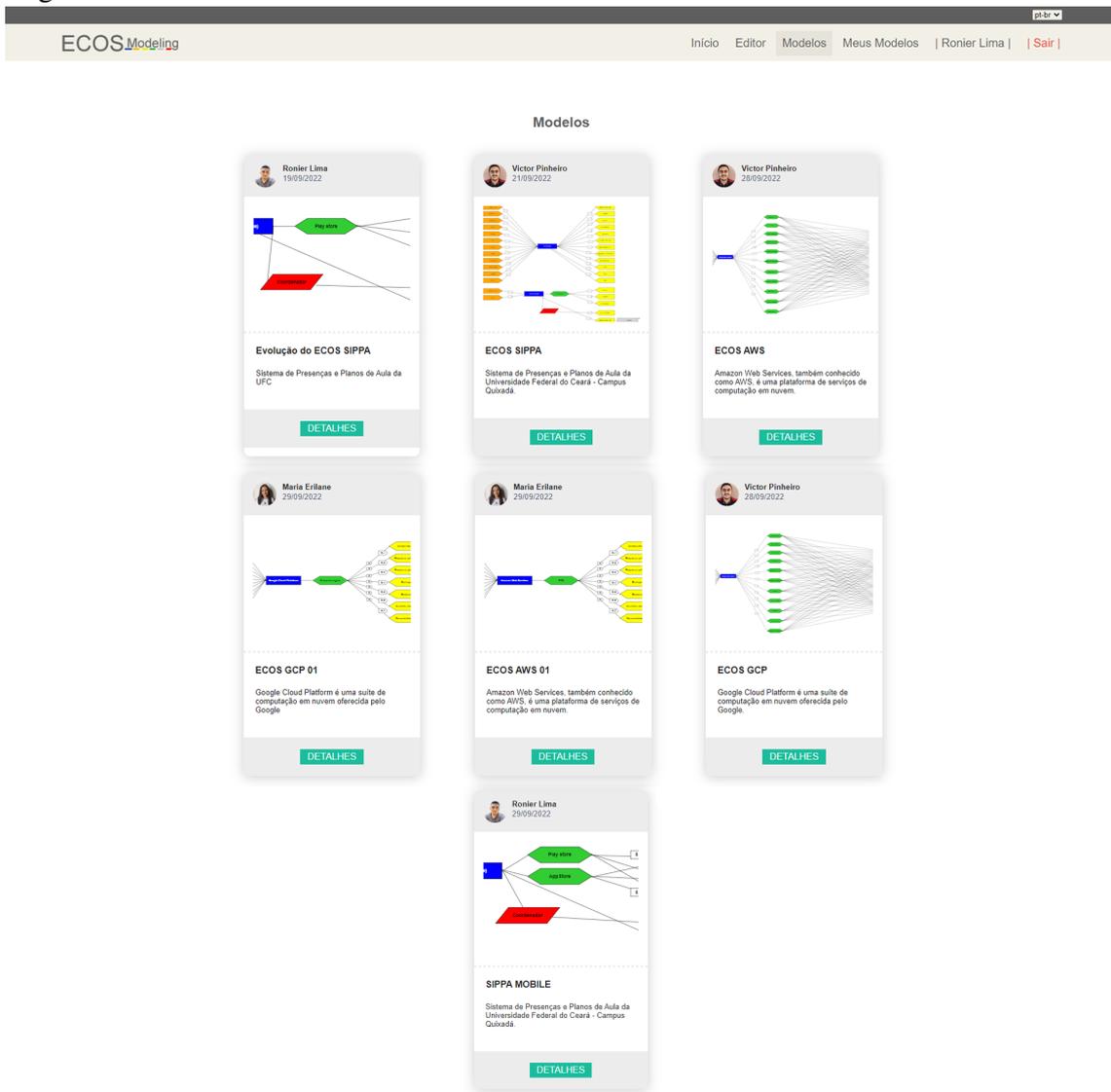
- \*Email: A text input field with the placeholder 'Insira seu email'.
- \*Senha: A text input field with the placeholder 'Insira sua senha'.

At the bottom of the form is a dark button labeled 'Entrar'.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 18 apresenta a tela de modelos cadastrados no repositório, onde se pode observar todos os modelos disponíveis de todos os usuários, assim como, visualizar todas as informações sobre o modelo e pegar o modelo para si, podendo editá-lo e interagir com a comunidade de usuários.

Figura 18 – Tela de modelos.

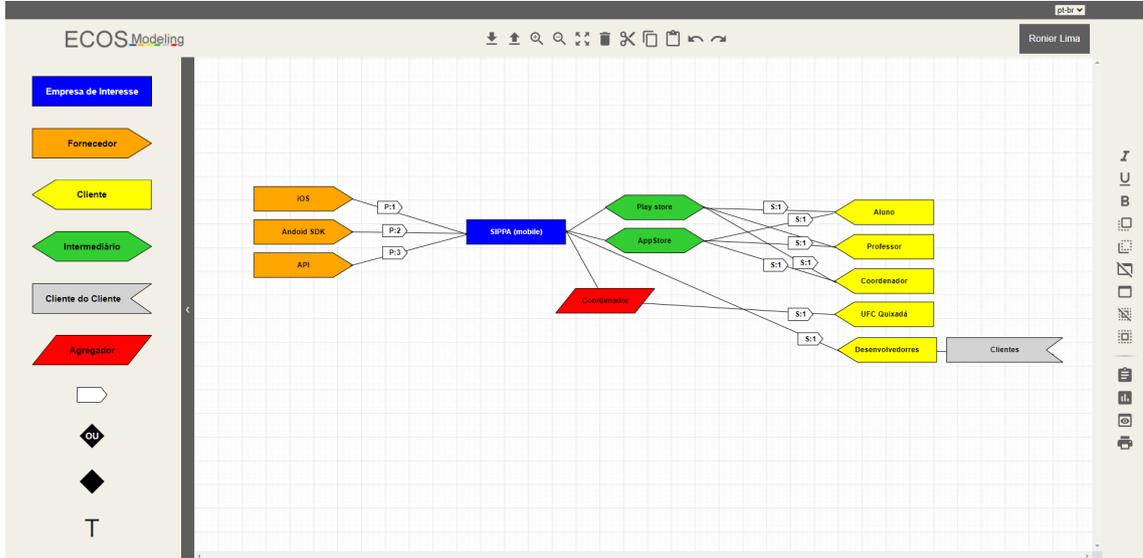


Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 19 apresenta a tela do editor de modelos, ou seja a parte da modelagem de ECOS utilizando a notação SSN. Essa parte da modelagem é o segundo foco principal da ferramenta *ECOS Modeling*, pois permite ao usuário criar modelos de ECOS e posteriormente disponibiliza-los no repositório. A parte de modelagem segue o mesmo padrão de *design* da ferramenta como um todo, um *design* minimalista com a finalidade de facilitar a utilização da

ferramenta pelo usuário. A ferramenta de modelagem já existia separadamente, e agora está em conjunto com o repositório para modelos proposto por este trabalho.

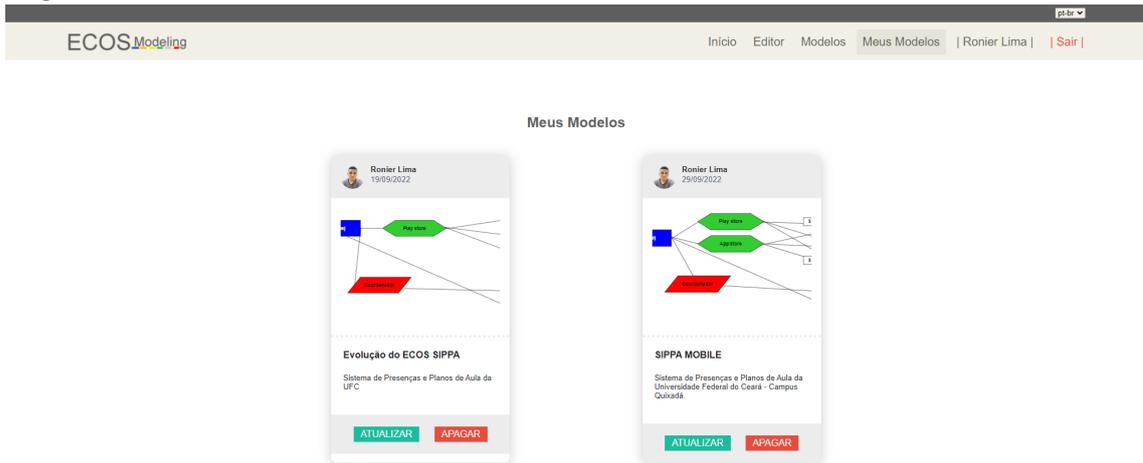
Figura 19 – Tela de modelagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 20 apresenta a tela meus modelos, com os modelos criados pelo usuário na ferramenta de modelagem e disponíveis no repositório, onde o usuário pode editar dados, atualizar modelo e excluir modelo do repositório.

Figura 20 – Tela de meus modelos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 21 apresenta as telas manipulação de dados do usuário cadastrado na aplicação. As telas são de atualização de dados cadastrais, para o usuário atualizar seu nome,

e-mail e instituição de ensino, tela de atualização de foto do perfil de usuário e tela de alteração de senha cadastrada na aplicação.

Figura 21 – Telas de dados cadastrais.

The figure displays three screenshots of the ECOS.Modeling application's user interface, showing the process of updating user data. Each screenshot includes a header with the logo 'ECOS.Modeling' and navigation links: 'Inicio', 'Editor', 'Modelos', 'Meus Modelos', 'Ronier Lima', and 'Sair'. A dropdown menu is open in the top right of the first two screenshots, showing options: 'Minha Conta', 'Alterar Foto', and 'Alterar Senha'.

**Atualizar meus dados**

\*Nome  
Ronier Lima

\*Email  
[Empty field]

Instituição  
UFC

Salvar

**Alterar foto do perfil**

Ronier Lima

[Profile Photo]

Salvar atualizações

**Alterar minha senha**

\*Senha atual  
Senha atual

\*Nova senha  
Nova senha

\*Confirme sua nova senha  
Confirme sua nova senha

Salvar atualizações

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6 AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA

Neste capítulo, são apresentados a execução da avaliação da ferramenta, realizada com alunos de cursos de graduação e pós graduação em computação acerca das funcionalidades que a mesma propõe e experiência de usuário, bem como os resultados obtidos e as discussões dos resultados.

### 6.1 Execução da Avaliação

A avaliação da ferramenta foi conduzida no contexto educacional, tanto para alunos que estavam cursando a disciplina de ES de pós-graduação como também para os demais alunos pertencentes a comunidade acadêmica da Universidade Federal do Ceara *Campus* Quixadá. A principio a avaliação seria conduzida apenas com alunos da disciplina de ES, porém pelo baixo número de respostas o formulário teve que ser aberto para os demais alunos.

Foram abordados durante a aula na disciplina, os conceitos relacionados a ECOS, suas aplicações em ES, conceitos relacionados a notação SSN, conceitos e exemplos de modelagem de ECOS com a utilização da notação sugerida e por fim foi realizado a modelagem de um ECOS, na ferramenta proposta, para demonstrar as funcionalidades da ferramenta, e por em prática o assunto abordado durante a aula.

Inicialmente foi realizado um teste piloto com 4 pessoas do grupo de pesquisa em ECOS do *campus*, para se ter uma avaliação inicial como um todo, tanto do formulário, como do roteiro e da própria ferramenta, para posteriormente ser realizados os ajustes necessários e prosseguir com a avaliação pelos demais alunos.

Para a execução da avaliação, os alunos contaram com um roteiro de como utilizar a ferramenta e guia-los nos passos a serem realizados para que se obtenha um panorama geral da ferramenta e de suas funcionalidades como um todo. Em seguida a aplicação de formulários com perguntas referentes aos dados dos participantes, perguntas sobre o grau de conhecimento dos usuários com modelagem e ferramentas de modelagem, perguntas sobre a ferramenta em si e sugestões de melhoria, pontos fracos e fortes. O roteiro para avaliação e o questionário estão dispostos no Apêndice A e no Apêndice B deste trabalho, respectivamente.

As questões demográficas foram relevantes para se poder traçar perfis dos alunos participantes, com informações acerca de curso, semestre de entrada, sobre se o aluno já cursou a disciplina de Análise e Projeto de Sistemas, sobre o uso de ferramentas de modelagem em

geral, sobre o nível de conhecimento em modelagem e se antes da aula sobre ECOS, os mesmos já tinham ouvido falar algo sobre ECOS, conceitos e aplicações.

Nas questões técnicas, foram abordadas perguntas sobre o grau de dificuldade e de satisfação dos usuários em se utilizar a ferramenta, se o usuário recomendaria a ferramenta proposta para outras pessoas conhecerem e/ou modelarem, se o visual da mesma é agradável e de fácil utilização, se ela é útil, se atende aos requisitos que propõe implementar e qual o nível de esforço mental do usuário em realizar uma modelagem de ECOS. Estas perguntas possuem o objetivo, de verificar se a ferramenta atende ao que propõe, se o usuário se sente confortável em utilizá-la e qual o grau de esforço mental durante a realização da modelagem.

Nas questões abertas, foram abordadas perguntas relacionadas a opinião dos avaliadores, acerca dos pontos fortes que o usuário destacou na ferramenta de modelagem, os pontos fracos e também possíveis sugestões de melhoria para a ferramenta proposta, com o propósito de se perceber possíveis inconsistências na ferramenta, que possivelmente não foram captadas nas perguntas das seções anteriores do formulário.

O questionário teve por objetivo traçar um perfil dos participantes sobre o nível de conhecimento deles em relação a ferramentas e modelagem de sistemas, verificar se a ferramenta resolve o problema que se propõe a resolver, de maneira fácil e correta, se as funcionalidades implementadas na ferramenta são consistentes e analisar/perceber a experiência dos usuários na utilização dela, buscando uma consolidação.

## **6.2 Resultados Obtidos**

Os dados obtidos a partir do questionário de avaliação da ferramenta de modelagem de ECOS proposta por este trabalho foram analisados de maneira quantitativa e qualitativa. Na análise quantitativa utilizou-se estatística descritiva para representar e descrever os dados de caracterização, nível de conhecimento, satisfação e dados técnicos em relação a utilização da ferramenta. Para a análise qualitativa utilizou-se informalmente, uma análise das questões com o objetivo de criar categorias, grupos e relacionamentos entre as respostas, para se obter resultados relevantes para este trabalho.

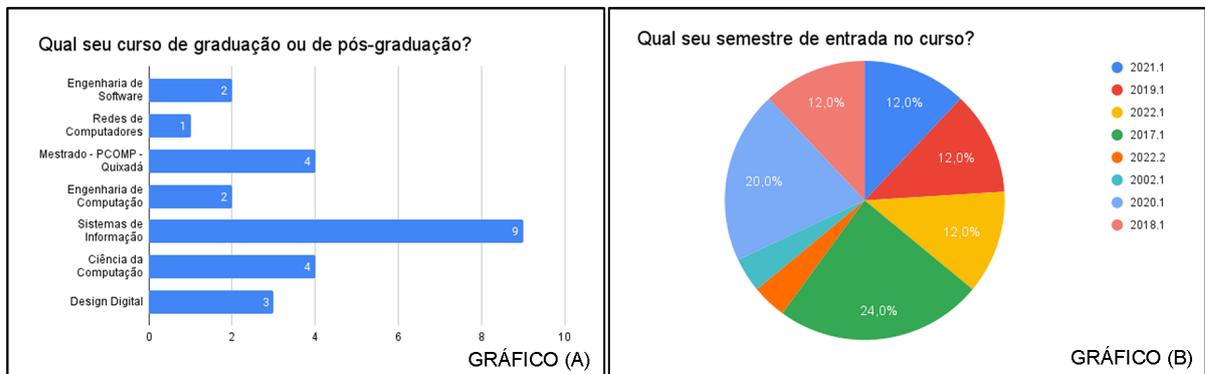
O formulário de questões foi aplicado em novembro de 2022 durante um período de duas semanas a turmas de ES do semestre de 2022.2 (semestre letivo) e aos demais alunos da comunidade acadêmica, por conta do baixo número de respostas com alunos das disciplina de ES. Obteve-se um número total de 25 respostas, um número considerado razoável, porém

propício para a realização deste estudo.

### 6.2.1 Questões demográficas

O objetivo das questões demográficas, é obter dados suficientes para se traçar perfis dos participantes, com o objetivo de realizar correlações com as outras respostas das questões aplicadas, para se fazer uma análise mais aprofundada. A Figura 22 Gráfico (A) e Gráfico (B) apresenta os gráficos para os resultados da primeira e segunda pergunta da avaliação. As perguntas são correspondentes ao curso e o semestre de entrada no mesmo.

Figura 22 – Resultados referentes as questões 1 e 2 da primeira Seção.

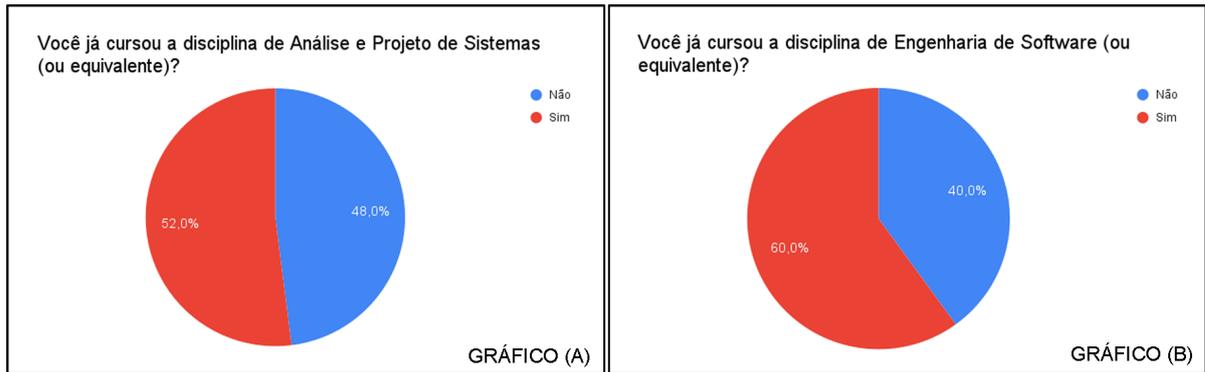


Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os resultados apontados nos Gráficos da Figura 22, a maioria dos participantes que responderam o formulário de questões foram do curso de graduação em Sistemas de Informação, seguidos dos cursos de Ciência da Computação e Mestrado em computação, sendo que a maioria dos alunos ingressaram em seus respectivos cursos no ano de 2017 no primeiro semestre do ano.

A Figura 23 Gráfico (A) e Gráfico (B) apresenta a terceira e quarta questão respectivamente, que são relacionadas a se os alunos cursaram as disciplinas de Análise e Projeto de Sistemas (APS) e ES. Para a pergunta sobre a disciplina de APS 52% responderam que já cursaram a disciplina contra 48% que não cursaram. Em relação a disciplina de ES o número foi maior, cerca de 60% responderam que sim contra 40% que não cursaram.

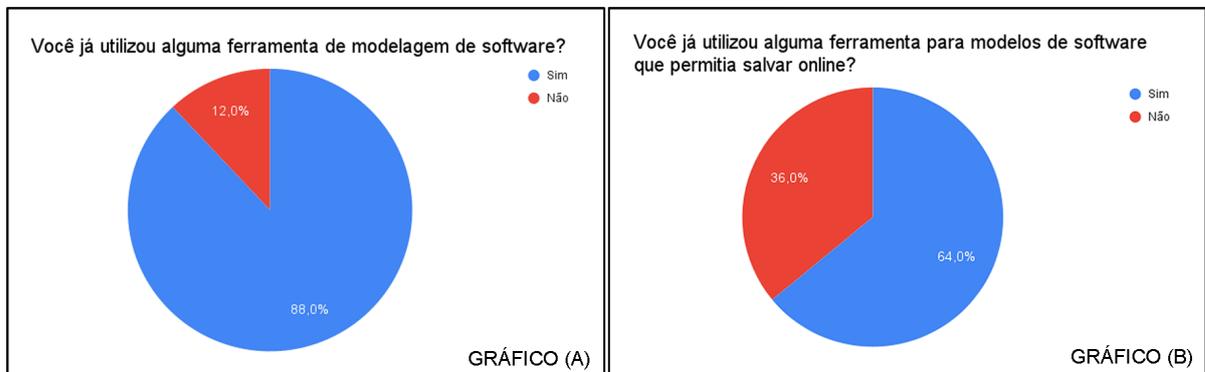
Figura 23 – Resultados referentes as questões 3 e 4 da primeira Seção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 24 Gráfico (A), mostra os resultados da questão sobre se os alunos já utilizaram alguma ferramenta de modelagem de software e cerca de 88% responderam que "sim" e apenas 12% responderam que "não" utilizaram. A Figura 24 Gráfico (B), mostra os resultados da questão sobre se os alunos já utilizaram alguma ferramenta de modelagem de software que permita o salvamento *online* e cerca de 64% responderam que "sim" e apenas 36% responderam que "não" utilizaram.

Figura 24 – Resultados referentes as questões 5 e 6 da primeira Seção.



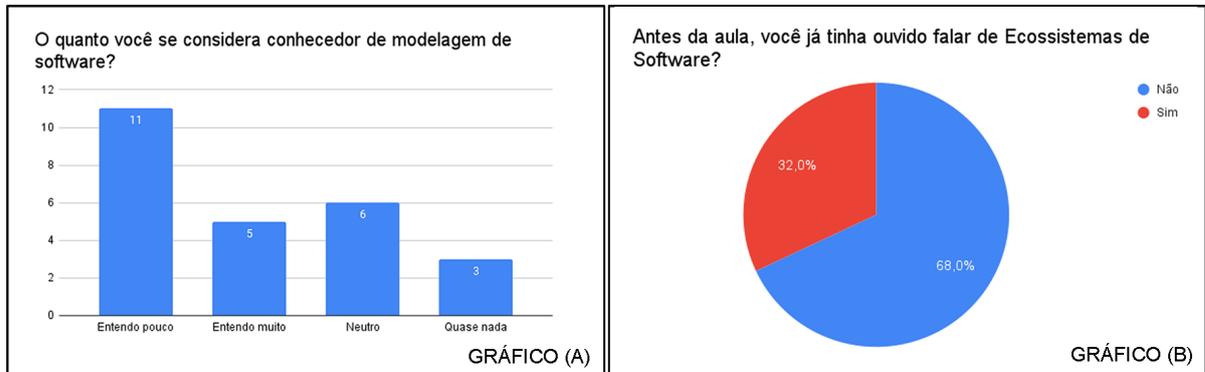
Fonte: Elaborado pelo autor.

As indagações previamente citadas possuem o objetivo de verificar se os alunos têm algum conhecimento prévio sobre análise e projeto de sistemas e modelagem, com isso pode-se observar de acordo com os resultados obtidos que a maioria dos alunos tanto cursaram a disciplina como já utilizam alguma ferramenta de modelagem.

A Figura 25 Gráfico (A), apresenta os resultados sobre o nível de conhecimento em modelagem de sistemas e pode-se observar que a maioria respondeu (11) que "entendem pouco" seguido de (9) "entendem muito", (6) que são "neutros" e (3) "quase nada" em relação ao assunto. A Figura 25 Gráfico (B) mostra os resultados sobre se os alunos já tinham ouvido algum

conceito ou aplicação de ECOS com o intuito de verificar se eles já haviam visto ou estudado algo relacionado a ECOS e cerca de 68% dos alunos responderam que "não" e 32% responderam que "sim".

Figura 25 – Resultados referentes as questões 7 e 8 da primeira Seção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados obtidos na primeira Seção de perguntas, como anteriormente citado, tiveram por objetivo para traçar perfis dos alunos participantes, acerca da avaliação e experiência deles em utilizar a ferramenta, para consolidação da ferramenta de modelagem proposta.

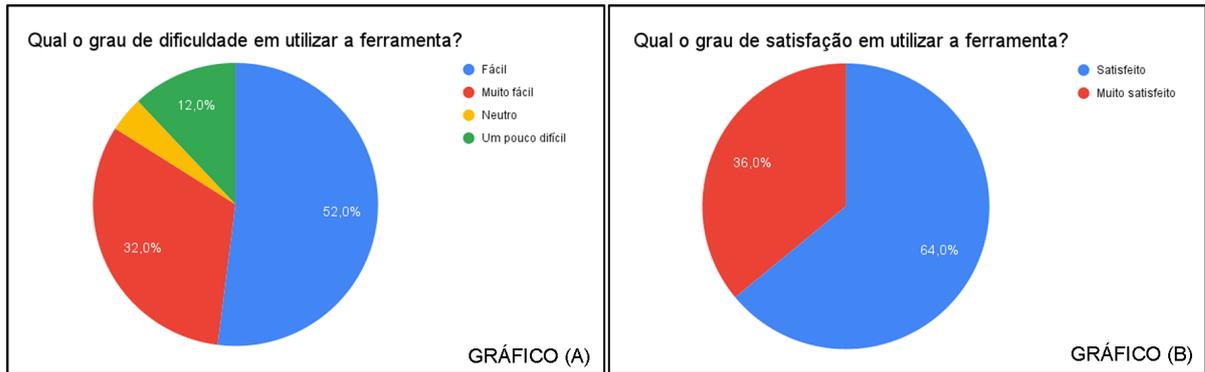
### 6.2.2 Questões técnicas

O objetivo das questões técnicas, é captar *feedbacks* dos alunos sobre as funcionalidades da ferramenta, sobre a modelagem de ECOS, bem como a experiência/satisfação dos mesmos em utilizar a ferramenta proposta, com o objetivo de avaliar a ferramenta, a fim de gerar resultados que a consolide de maneira geral em relação a modelagem de ECOS, a funcionalidades e interface.

A nona questão do formulário de avaliação, apresentada na Figura 26 Gráfico (A), corresponde a qual o grau de dificuldade em se utilizar a ferramenta, cerca de 52% responderam que foi "fácil", 32% responderam que foi "muito fácil" 12% responderam que foi "um pouco difícil" e 4% respondeu "neutro". A décima questão do formulário de avaliação, apresentada na Figura 26 Gráfico (B), corresponde a qual o grau de satisfação em se utilizar a ferramenta, cerca de 64% responderam que foi "satisfeito" e 36% responderam que foi "muito satisfeito".

A Figura 27 Gráfico (A) apresenta os resultados sobre se o usuário recomenda a ferramenta para alguém que queira conhecer sobre modelos e/ou modelar ECOS. 65% respondeu que a ferramenta é "altamente recomendada", 40% respondeu que a ferramenta é "recomendável" e 4% respondeu "neutro".

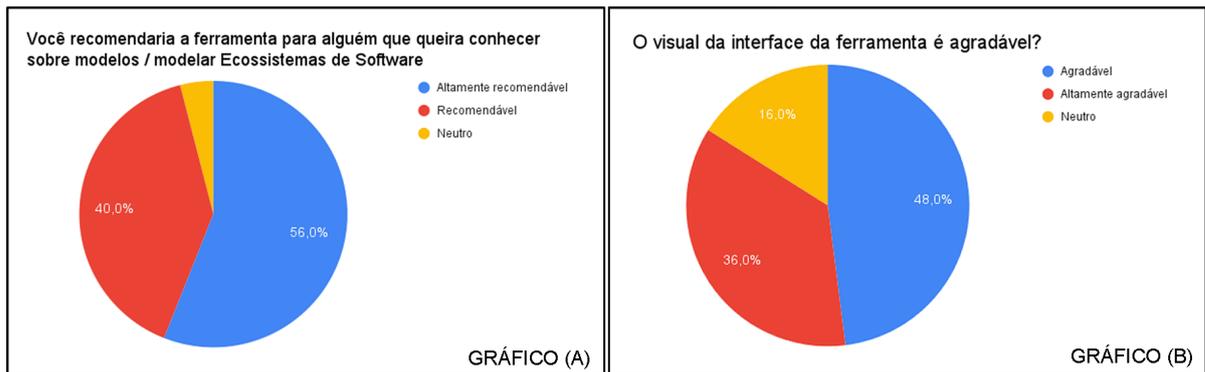
Figura 26 – Resultados referentes as questões 9 e 10 da segunda Seção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 27 Gráfico (B) apresenta os resultados sobre se o visual da ferramenta é agradável, 48% responderam que é "agradável", 36% responderam que é "altamente agradável" e 16% "neutro".

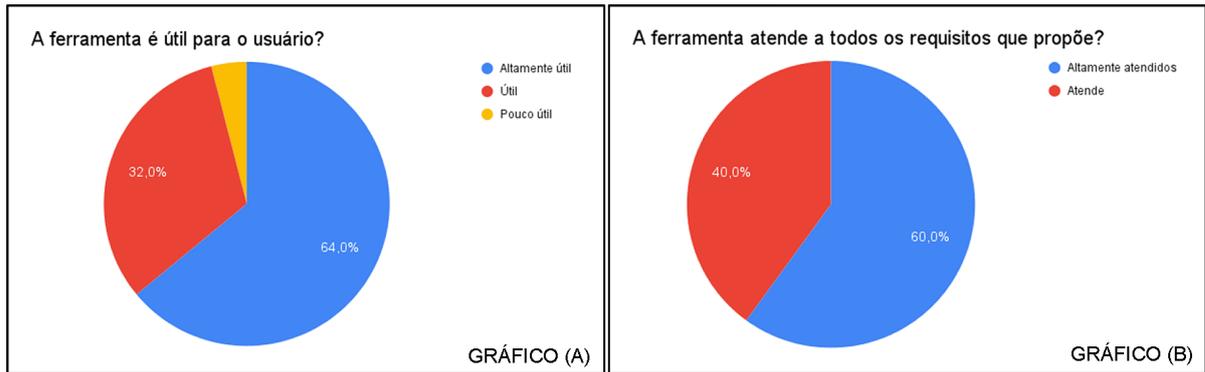
Figura 27 – Resultados referentes as questões 11 e 12 da segunda Seção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 28 Gráfico (A) apresenta os resultados da questão sobre a utilização da ferramenta de modelagem e repositório para modelos. 64% responderam ser "altamente útil", 32% responderam ser "útil" e 4% "neutro". A Figura 28 Gráfico (B) apresenta os resultados sobre se a ferramenta atende a todos os requisitos que propõe a resolver. 60% responderam que são "altamente atendidos" e 40% que são "atendidos". Logo um resultado bastante importante para este trabalho, pois diz respeito às funcionalidades da ferramenta proposta com o intuito de amenizar o problema da falta de apoio a modelagem de ECOS na literatura.

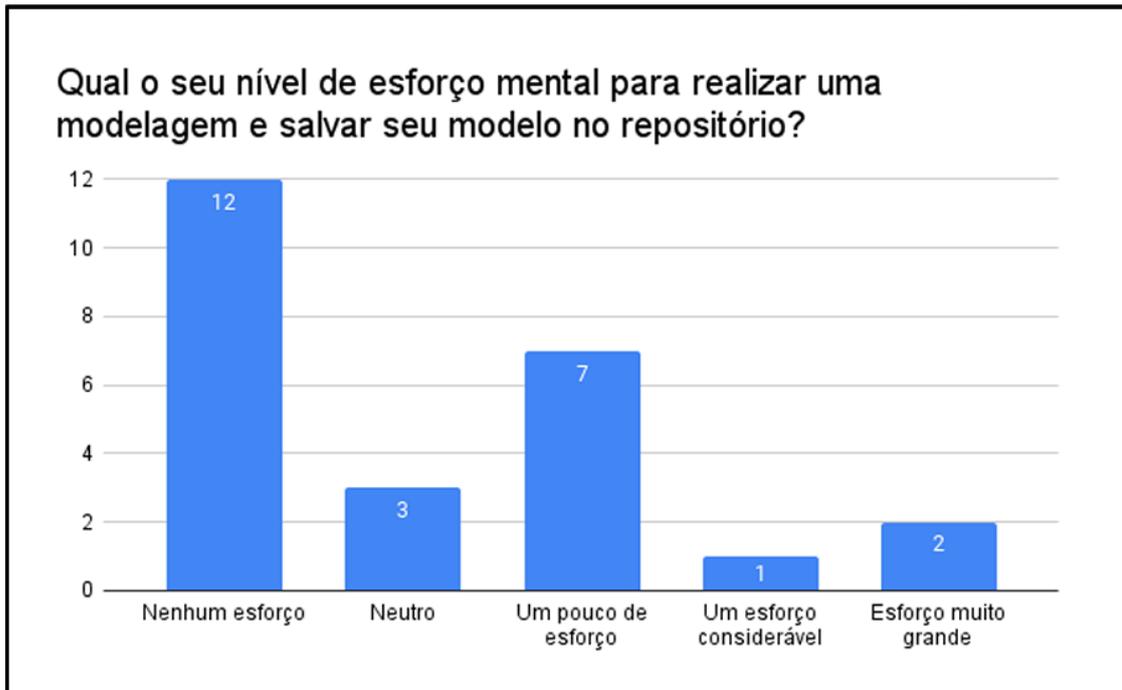
Figura 28 – Resultados referentes as questões 13 e 14 da segunda Seção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 29 apresenta o gráfico com os resultados sobre qual o nível de esforço mental o usuário teve para realizar a modelagem e salvar o modelo no repositório. 48% responderam "nenhum esforço", 28% responderam "um pouco de esforço", 12% responderam "neutro", 8% responderam "um esforço muito grande" e 4% responderam "um esforço considerável".

Figura 29 – Resultado referente a questões 15 da segunda Seção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 6.2.3 Questões abertas

A última Seção de perguntas realizadas na pesquisa de avaliação foram as questões de escopo aberto, com o objetivo de captar dos participantes a sua opinião em relação aos pontos

fortes e fracos que a ferramenta apresenta assim como sugestões de melhoria. Algumas citações dos participantes foram capturadas para destacar aspectos das questões de opinião sendo que os participantes estão identificados de P1 a P25 para preservar a anonimidade.

### 6.2.3.1 Pontos positivos

Em relação aos pontos fortes da ferramenta apontados pelos participantes da avaliação, de modo geral a ferramenta possui vários pontos fortes como: uma interface agradável, facilidade de utilização, simplicidade, praticidade, vários idiomas, rapidez e um bom deslocamento dos componentes do modelo. Se obteve respostas em sua maioria relacionadas a interface, utilização e funcionalidades e requisitos.

Sobre a interface da ferramenta os participantes responderam que a ferramenta possui uma interface bem agradável aos usuários, uma interface simples, minimalista e usual de acordo com o relato de P2 e P7 respectivamente: *"A interface, pois além de ser muito agradável pelas cores, simplicidade e organização também é bem intuitiva tanto conhecedores quanto pessoas que não tenham tanto conhecimento em modelagem utilizando notação SSN conseguem realizar a modelagem de forma precisa "*, *"A facilidade de utilização, a ferramenta é muito didática"*.

Em relação a usabilidade e utilização da ferramenta, a maioria das respostas apontam que a ferramenta possui uma boa usabilidade e é de fácil utilização e bem intuitiva para os usuários. Podemos observar esses pontos nos discursos dos P5 e P22 respectivamente: *"Facilidade, simplicidade, praticidade, pluralidade de idiomas e rapidez e simplicidade de uso"* e *"O fato dos elementos serem diretos e simples pro propósito e os elementos utilizados para a modelagem padronizados com elementos já utilizado por outras ferramentas de modelagem"*.

Sobre as funcionalidades da ferramenta, as respostas apontam que a ferramenta é toda funcional, entrega bem todas as funcionalidades implementadas e atende bem aos requisitos de modelagem e repositório para modelos. Podemos observar isso nos discursos de P10, P17 e P15 respectivamente: *"A questão de poder salvar online um arquivo e poder voltar para editar, e também o fato de poder abrir modelos de outras pessoas e poder salvar depois"*, *"Para mim conhecedor de primeira viagem achei os elementos disponíveis bem completos teve elementos que cheguei a nem utilizar demonstrando que pode atender a um público com mais conhecimento e que exija mais para seus modelos"* e *"A capacidade de colocar diversos componentes, agentes e relacionamentos sobre ecossistemas de software"*.

Sobre os diferentes formatos de exportação do modelo SSN gerado pela ferramenta foi relatado a oportunidade de mais de um formato e a qualidade dos formatos de imagem, como se pode observar no discurso de P9 *"Os formatos de exportação de imagem do modelo dão uma diversidade maior e mais completa a ferramenta"*.

#### 6.2.3.2 Pontos negativos

Em relação aos pontos fracos da ferramenta apontados pelos participantes da avaliação, se destacaram apenas dois aspectos, que são em relação a modelagem e a disposição de alguns botões na ferramenta como por exemplo o botão de salvar modelo.

Sobre a modelagem, o ponto fraco apontado é sobre a ligação dos componentes SSN, os participantes relataram não ser intuitivo e complicado realizar a ligação entre os componentes. Pode-se observar isso nos discursos dos P3 e P25 respectivamente: *"A ligação entre os elementos demorei uns dois minutos para entender como funcionava a ligação, tentei ir em agrupar e por fim que vi uma setinha no meio do elemento"* e *"A conexão entre elementos SSN não é intuitiva"*.

Em relação ao *layout* e sobre a dificuldade de encontrar o botão de salvar modelo na ferramenta, os avaliadores apontaram que foi trabalhoso e demoraram para encontrar o botão com a funcionalidade de salvar modelo, pode-se observar isso nos discursos de P10 e P11 respectivamente: *"O fato de ter que só poder salvar no final e quase não achava a opção de salvar"* e *"A falta de alguns botões e funções mais evidentes, como a de salvar"*.

#### 6.2.3.3 Sugestões de melhoria

As sugestões de melhorias apontadas pelos avaliadores foram poucas, a maioria relacionada a adição de mais funcionalidades que auxiliem os usuários na utilização da ferramenta, adição de funcionalidade de duplicar modelo, a funcionalidade de compartilhar modelos com outros usuários e um melhoramento no design da ferramenta de modo geral com um foco maior na usabilidade.

Em relação a adição de funcionalidades de duplicar modelo, editar modelo sem a necessidade de sair do modal, podemos observar isso nos discursos dos P6 e P9 respectivamente: *"Acho que na própria área de detalhes na imagem poderia aparecer a possibilidade de editar sem necessidade de sair do modal e ir ao card"* e *"Poderia ter um botão capaz de fazer uma cópia de outro modelo, salvar automaticamente no momento da edição"*.

Em relação ao ponto fraco apontado anteriormente sobre a ligação dos componentes

SSN, o avaliador P2 em seu discurso relata sobre essa melhoria a ser implementada na ferramenta: *"Uma possível melhoria eu creio que seria em relação a forma como é feita as ligações dos elementos que poderia ser um pouco mais fácil, mas de forma geral a ferramenta está ótima"*. Em relação a funcionalidade de compartilhamento de modelos com outros usuários o P14 em seu discurso relata isso: *"Compartilhar a edição da modelagem com outros usuários e deixar a foto do usuário visível na parte superior da ferramenta"*.

E por último foi apontado pelos avaliadores, sugestões de melhoria em relação ao *design* da ferramenta e sobre uma melhor organização dos elementos assim como uma descrição. Podemos observar isso nos discursos dos P10 e P4 respectivamente: *"Organização e descrição dos elementos das barras de ferramenta. Manual de ajuda e atalhos da ferramenta"* e *"Melhorar os aspectos visuais e de usabilidade, minha opinião seria puxar pra um modelo mais moderno e clean"*.

As respostas obtidas sobre sugestões de melhorias são muito importantes para a evolução da ferramenta com o objetivo de melhorar a ferramenta e torná-la mais acessível aos usuários e popular na comunidade de ECOS. Esses pontos abordados sugerem apenas pequenas correções no que já existe como funcionalidade e sugestões de adição de mais funcionalidade que úteis para os usuários e melhorem sua experiência na utilização da ferramenta.

### **6.3 Discussão dos Resultados**

Os resultados obtidos pelo questionário avaliativo da ferramenta respondido pelos alunos dão um suporte a ferramenta em termos de confiabilidade e respaldo à ferramenta em relação a suas funcionalidades acerca dos testes realizados pelos participantes sobre as suas funcionalidades e a experiência de usuário com a interface e a disposição de objetos na tela.

Outro aspecto importante desta avaliação é de apresentar o conceito de ECOS na disciplina de ES, como mostra o Gráfico (B) da Figura 25, que a maioria dos alunos participantes nunca tinham ouvido falar nada sobre ECOS antes da apresentação na disciplina ou da avaliação para os alunos de fora da disciplina de ES.

De acordo com os Gráficos (A) e (B) da Figura 23 pode-se observar que a maioria dos participantes da avaliação da ferramenta responderam que já tinham cursado a disciplina de APS (52%) e a maioria relatou que já cursou a disciplina de ES (60%). Em relação ao nível de conhecimento em modelagem de ECOS e se os mesmos já utilizaram ferramenta de modelagem de software, o Gráfico (A) da Figura 24 apresenta 88% já utilizaram alguma ferramenta de

modelagem e de acordo com o Gráfico (A) da Figura 25 16 dos 25 participantes entendem algo sobre modelagem de software.

Os resultados referentes as perguntas sobre o grau de satisfação em utilização da ferramenta, recomendação da ferramenta para alguém, sobre o visual da interface, sobre a utilização da ferramenta e se a ferramenta atende aos requisitos que se propõe, os resultados foram muito bons como apontam os Gráficos com os resultados para uma destas questões. Isto é um resultado animador e benéfico para a ferramenta pois aponta que a ferramenta é funcional, útil e cumpre o que se propõe a resolver, modelagem e repositório para modelos de ECOS. Com isso pode-se observar, que a ferramenta é de fácil utilização e possui um visual agradável para os usuários.

Em relação as questões de campo aberto do formulário de avaliação sobre os pontos fortes, fracos e sugestões de melhorias da ferramenta, foram relatados alguns pontos de qualidade da ferramenta, que deve ser mantido e/ou melhorado posteriormente, algumas correções e sugestões de implementação de mais funcionalidades.

Os resultados obtidos nas questões de campo aberto expressaram como os usuários se sentiram em relação ao uso da ferramenta, assim como sobre suas funcionalidades e interface. Eles puderam relatar isso de forma livre com o intuito de se captar quais foram suas experiências e como a ferramenta foi utilizada por eles. Os resultados apontam que a ferramenta é bastante útil aos usuários sendo de fácil utilização, interface agradável e que a mesma atende a todos os requisitos que se propõe a realizar, elencando apenas alguns pontos de melhoria para facilitar o usuário durante a utilização.

Contudo, os resultados apontam que a ferramenta de modelagem e repositório para modelos proposta neste trabalho resolve parcialmente o referido problema de falta de apoio a modelagem de ECOS, falta de ferramenta de modelagem que disponibilize a notação SSN de maneira correta e falta de modelos disponíveis na literatura, fazendo com que a literatura possua um ambiente próprio de modelagem e repositório para modelos de ECOS.

## 7 CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo expandir as funcionalidades da ferramenta de modelagem e repositório para modelos ECOS *Modeling* e avaliar a ferramenta no contexto educacional com o objetivo de introduzir o ensino de ECOS em disciplinas de ES, avaliar as funcionalidades da ferramenta e expandir na literatura em termos de pesquisas e conhecimento a ferramenta proposta. A ferramenta proposta neste trabalho foi avaliada no contexto educacional, foi ministrada uma aula sobre ECOS a alunos da disciplina de ES pertencentes ao curso de pós graduação da Universidade Federal do Ceará, Campus Quixadá com a finalidade de expandir o ensino de ECOS na disciplina.

A avaliação das funcionalidades da ferramenta teve por finalidade captar a experiência dos usuários por meio de sua utilização para a criação de modelos de ECOS, salvamento do modelo e manuseio da ferramenta. Ao final os participantes responderam a um questionário avaliativo acerca de suas experiências sobre a proposta de ferramenta. Com o baixo número de respostas dos alunos das disciplinas de ES, o formulário teve que ser aberto aos demais alunos da comunidade acadêmica.

A avaliação teve 25 respostas por parte dos alunos, um número bom porém ainda considerado baixo para se ter uma precisão de avaliação maior e com mais confiança. Os resultados de forma geral apontam para o bom exito da ferramenta, sua proposta e funcionalidades. Foram apontados muitos pontos fortes, poucos pontos fracos e insistências e algumas sugestões de melhoria foram apontadas pelos avaliadores.

As contribuições que este trabalho apresenta para a comunidade científica é considerável, tendo em vista a solução de amenizar um problema tão eminente na literatura, a junção da ferramenta de modelagem com o repositório para modelos, assim como a possibilidade de ampliação da pesquisa em ECOS como foco em modelagem, modelos disponíveis e ensino de ECOS, com a finalidade de ampliar a comunidade e estimular o surgimento de pesquisas relacionadas.

As dificuldades encontradas durante a execução deste trabalho não foram tão fortes mas implicaram nos resultados obtidos. Em relação ao tempo para a execução da implementação das funcionalidades da ferramenta e ao planejamento e aplicação da avaliação, uma avaliação de maneira quantitativa e qualitativa com o objetivo de consolidar a ferramenta na comunidade de ECOS.

A pesquisa avaliativa realizada neste trabalho apresenta algumas ameaças à validade, tais como: (i) a quantidade e a qualidade das respostas obtidas no questionário de avaliação; (ii) as avaliações efetuadas com um número pequeno de participantes; (iii) a análise dos dados da questão de campo aberto obtidos de maneira qualitativa informal; e (iv) a avaliação com apenas alunos de uma única universidade.

## **7.1 Trabalhos Futuros**

Como trabalhos futuros fica a sugestão em relação ao crescimento e disseminação da ferramenta em termos de funcionalidades e requisitos, ou seja a implementação de mais funcionalidades e a eliciação de mais requisitos que por ventura possam se necessitar a depender da literatura e das pesquisas relacionadas a modelagem de ECOS, assim como em relação ao crescimento do ensino.

Outro trabalho proposto para o futuro, é em relação a expansão do experimento realizado com os alunos, com outros alunos de outras turmas de graduação e pós graduação, com o objetivo de aumentar o número de avaliadores, para se obter mais dados e posteriormente um resultado com mais relevância e mais abrangente com o intuito de possibilitar o crescimento do ensino de ECOS, bem como a difusão da literatura no contexto educacional.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, I. R.; COUTINHO, E. F.; MOREIRA, L. O.; BEZERRA, C. I. M. A tool for software ecosystem models: An analysis on their implications in education. In: **Proceedings of the 34th Brazilian Symposium on Software Engineering**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (SBES '20), p. 405–414. ISBN 9781450387538. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3422392.3422486>. Acesso em: 20 de jan. 2022.
- ANVAARI, M.; JANSEN, S. Evaluating architectural openness in mobile software platforms. In: **Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2010. (ECSA '10), p. 85–92. ISBN 9781450301794. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1842752.1842775>. Acesso em: 14 de fev. 2022.
- AXELSSON, J.; SKOGLUND, M. Quality assurance in software ecosystems: A systematic literature mapping and research agenda. **Journal of Systems and Software**, Elsevier, v. 114, p. 69–81, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121215002861>. Acesso em: 16 de jan. 2022.
- BARBOSA, G.; LIMA, T.; SANTOS, R.; WERNER, C. Brechó-socialseco: Uma ferramenta para apoiar modelagem e análise de ecossistemas de software. In: **Anais do IV Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2015. p. . ISSN 2595-6094. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/brasnam/article/view/6793>. Acesso em: 23 de mar. 2022.
- BEZERRA, E. **Princípios de análise e projeto de sistemas com UML**. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2007. v. 2.
- BIANCHI, E. A. **Sistema de envio e recebimento de mensagens para plataforma android utilizando Spring Boot e Google Cloud Messaging**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.
- BOSCH, J. From software product lines to software ecosystems. In: **SPLC**. USA: Carnegie Mellon University, 2009. (SPLC '09, v. 9), p. 111–119.
- BOSCH, J. Software ecosystems—implications for strategy, business model and architecture. In: **IEEE. 15th International Software Product Line Conference**. USA, 2011. p. 351–351.
- BOUCHARAS, V.; JANSEN, S.; BRINKKEMPER, S. Formalizing software ecosystem modeling. In: **Proceedings of the 1st International Workshop on Open Component Ecosystems**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2009. (IWOCE '09), p. 41–50. ISBN 9781605586779. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1595800.1595807>. Acesso em: 20 de jan. 2022.
- CAMPBELL, P. R. J.; AHMED, F. A three-dimensional view of software ecosystems. In: **Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2010. (ECSA '10), p. 81–84. ISBN 9781450301794. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1842752.1842774>. Acesso em: 23 de ago. 2022.
- COSTA, G.; SILVA, F.; SANTOS, R.; WERNER, C.; OLIVEIRA, T. From applications to a software ecosystem platform: An exploratory study. In: **Proceedings of the Fifth**

- International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems**. New York, NY, USA: ACM, 2013. (MEDES '13), p. 9–16. ISBN 978-1-4503-2004-7. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2536146.2536159>. Acesso em: 24 de jan. 2022.
- COUTINHO, E.; SANTOS, I.; MOREIRA, L. O.; BEZERRA, C. I. M. Um estudo preliminar de ecossistemas de software na disciplina engenharia de software. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2018. v. 24, n. 1, p. 21–30. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/14313>. Acesso em: 02 de out. 2022.
- COUTINHO, E. F.; SANTOS, I.; MOREIRA, L. O.; BEZERRA, C. I. A report on the teaching of software ecosystems in software engineering discipline. In: **Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. p. 130–139. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3350768.3351302>. Acesso em: 10 de nov. 2022.
- COUTINHO, E. F.; VIANA, D.; SANTOS, R. P. D. An exploratory study on the need for modeling software ecosystems: The case of solar seco. In: **IEEE. 2017 IEEE/ACM 9th International Workshop on Modelling in Software Engineering (MiSE)**. Buenos Aires, Argentina: IEEE, 2017. p. 47–53.
- FERREIRA, T. d. S. D.; VIANA, D.; SANTOS, R. P. dos. Árvore de ecos: Um jogo para ensino de conceitos de ecossistemas de software. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 29, p. 273–300, 2021. Disponível em: <http://ojs.sector3.com.br/index.php/rbie/article/view/v29p273>. Acesso em: 05 de set. 2022.
- GALDINO, F. **Vue.js Tutorial**. [S.l.], 2017. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/vue-js-tutorial/38042>. Acesso em: 24 de set. 2022.
- GIMENES, I. M. d. S.; HUZITA, E. H. M. **Desenvolvimento baseado em componentes: conceitos e técnicas**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2005.
- HANDOYO, E.; JANSEN, S.; BRINKKEMPER, S. Software ecosystem modeling: the value chains. In: **Proceedings of the Fifth International Conference on Management of Emergent Digital Ecosystems**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2013. (MEDES '13), p. 17–24. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2536146.2536167>. Acesso em: 02 de set. 2022.
- IANSTITI, M.; LEVIEN, R. **The keystone advantage: what the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability**. USA: Harvard Business Press, 2004.
- JANSEN, S.; BRINKKEMPER, S.; FINKELSTEIN, A. Providing transparency in the business of software: a modeling technique for software supply networks. In: **SPRINGER. Working Conference on Virtual Enterprises**. Boston, MA, EUA: Springer US, 2007. p. 677–686.
- JANSEN, S.; BRINKKEMPER, S.; FINKELSTEIN, A. Business network management as a survival strategy: A tale of two software ecosystems. **Iwseco@ Icsr**, Citeseer, v. 505, 2009.
- JANSEN, S.; HANDOYO, E.; ALVES, C. Scientists' needs in modelling software ecosystems. In: **Proceedings of the 2015 European Conference on Software Architecture Workshops**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2015. (ECSAW '15). ISBN 9781450333931. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2797433.2797479>. Acesso em: 15 out. 2022.

- JGRAPH. **mxGraph 4.2.0**. [S.l], 2020. Disponível em: "<https://jgraph.github.io/mxgraph/>". Acesso em: 14 de set. 2022.
- JORGE, F. d. F.; BEZERRA, C. I.; COUTINHO, E. F.; MONTEIRO, J. M.; ANDRADE, R. M. A evolução do jogo itestlearning para o ensino das atividades de execução de testes de software. In: **XX Conferência Internacional sobre Informática na Educação - Nuevas Ideas en Informática Educativa**. Fortaleza: TISE, 2015.
- KYRIAKIDIS, A.; MANIATIS, K.; YOU, E. **The Majesty of Vue.js 2**. EUA: LeanPub, 2017.
- LIMA, T.; BARBOSA, G.; SANTOS, R. P. dos; WERNER, C. Uma abordagem socio-técnica para apoiar ecossistemas de software. **iSys-Brazilian Journal of Information Systems**, v. 7, n. 3, p. 19–37, 2014.
- LIMA, T. M. P. **Uma Abordagem Socio-técnica para Apoiar Modelagem e Análise de Ecossistemas de Software**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Computação e Informação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, p. 83, 2015.
- MANIKAS, K. Revisiting software ecosystems research: A longitudinal literature study. **Journal of Systems and Software**, v. 117, p. 84 – 103, 2016. ISSN 0164-1212. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121216000406>. Acesso em: 20 de jan. 2022.
- MANIKAS, K.; HANSEN, K. M. Software ecosystems—a systematic literature review. **Journal of Systems and Software**, Elsevier, v. 86, n. 5, p. 1294–1306, 2013.
- MCGREGOR, J. D. A method for analyzing software product line ecosystems. In: **Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion volume**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2010. p. 73–80. Acesso em: 17 de ago. 2022.
- MESSERSCHMITT, D. G.; SZYPERSKI, C. **Software ecosystem: understanding an indispensable technology and industry**. Cambridge, MA, EUA: MIT press [S.l], 2003.
- MILANI, A. **PostgreSQL: Guia do programador**. São Paulo: Novatec Editora, 2008.
- OLIVEIRA, G.; FONSECA, R.; GONÇALVES, E.; BORGES, E. Uma api para armazenamento distribuído de databooks. In: **Anais do XVI Escola Regional de Banco de Dados**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 153–156. ISSN 2595-413X. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/erbd/article/view/17252>. Acesso em: 20 de jan. 2022.
- PINHEIRO, F. V. d. S.; COUTINHO, E. F.; SANTOS, I.; BEZERRA, C. I. M. A tool for supporting the teaching and modeling of software ecosystems using ssn notation. **Journal on Interactive Systems**, v. 13, n. 1, p. 192–204, 2022. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/jis/article/view/2602>. Acesso em: 05 de out. 2022.
- POLITOWSKI, C.; MARAN, V. Comparação de performance entre postgresql e mongodb. **X Escola Regional de Banco de Dados**. SBC, [S.l], p. 1–10, 2014.
- RUSS, C. Online crowds-extraordinary mass behavior on the internet. **Proceedings of i-Media**. [S.l], v. 7, 2007. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=1620803>. Acesso em: 19 set. 2022.

- SADI, M. H.; YU, E. Designing software ecosystems: How can modeling techniques help? In: **Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling**. Cham, Suíça: Springer, 2015. p. 360–375.
- SANTOS, R. P.; WERNER, C. M. L. Treating social dimension in software ecosystems through reuseecos approach. In: **2012 6th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (DEST)**. Itália: IEEE, 2012. p. 1–6.
- SANTOS, R. P.; WERNER, C. M. L.; ALVES, C. F.; PINTO, M. J. S.; CUKIERMAN, H. L.; OLIVEIRA, F. M. A.; EGLER, T. T. C. Ecosistemas de software: Um novo espaço para a construção de redes e territórios envolvendo governo, sociedade e a web. **Políticas Públicas: Interações e Urbanidades**. [S.l], p. 337–366, 2013.
- SEICHTER, D.; DHUNGANA, D.; PLEUSS, A.; HAUPTMANN, B. Knowledge management in software ecosystems: Software artefacts as first-class citizens. In: **Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion volume**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2010. (ECSA '10), p. 119–126. ISBN 9781450301794. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1842752.1842780>. Acesso em: 12 de mai. 2022.
- TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, JSTOR, v. 16, n. 3, p. 284–307, 1935.
- VALENÇA, G.; ALVES, C. F. Um modelo para negociação de requisitos em ecossistemas de software. In: **ER@ BR**. Rio de Janeiro: CEUR-WS.org, 2013.
- VUE.JS. **Guia do Vue.js**. [S.l], 2019. Disponível em: <https://br.vuejs.org/v2/guide/index.html>. Acesso em: 24 de set. 2022.
- YOU, E. **First Week of Launching Vue.js**. [S.l], 2014. Disponível em: <https://blog.evanyou.me/2014/02/11/first-week-of-launching-an-oss-project>. Acesso em: 24 de set. 2022.

## APÊNDICE A – ROTEIRO DE TESTE DE USABILIDADE

### 1. Introdução

Este documento foi elaborado com a finalidade de realizar os testes de usabilidade da ferramenta e repositório *ECOS Modeling* de maneira mais precisa e sucinta o possível. Assim, todos os procedimentos e recursos necessários para a execução do referido teste são descritos detalhadamente a seguir.

### 2. Objetivos do Teste

Este roteiro de teste de usabilidade objetiva os seguintes resultados:

- Obter dados qualitativos de usabilidade da ferramenta e repositório *ECOS Modeling*
- Obter dados quantitativos de usabilidade através de:
  - Número de erros para a execução de tarefas
  - Tempo gasto na execução da tarefa
- Levantar a satisfação subjetiva dos usuários quanto aos aspectos do *ECOS Modeling*
  - Listagem de modelos salvos
  - Modelagem de ECOS
  - Navegabilidade
  - Terminologia

### 3. Participantes do Teste de Usabilidade

Para a realização do teste de usabilidade, será escolhida uma turma de uma disciplina nome da disciplina com os alunos de mestrado da UFC.

### 4. Funcionalidades Implementadas pelo *ECOS Modeling*

A ferramenta e repositório *ECOS Modeling* disponibiliza as seguintes funcionalidades:

- Cadastro de usuário e gerência de perfil
- Visualização de modelos de ECOS

- Modelagem e Cadastro de ECOS
- Edição de Modelos e de dados de ECOS
- Editor de modelos de ECOS com diversas propriedades
  - Zoom do ambiente de edição
  - Desfazer ação
  - Refazer ação
  - Selecionar tudo
  - Deselecionar tudo
  - Exclusão
  - Cópia
  - Cola
  - Recorte
  - Mover para frente e para trás
  - Deixar texto em itálico
  - Deixar texto em negrito
  - Deixar texto sublinhado
  - Agrupar e desagrupar
- Exclusão de modelos de ECOS
- Importação de modelo em formato XML
- Exportação de modelos em diferentes formatos
  - XML
  - SVG
  - PNG
  - PDF
- Obter relatórios estatísticos de um modelo

## 5. Roteiro de Testes

Você agora dará início aos testes. Para começar, utilize o sistema durante cinco minutos à sua vontade fazendo perguntas que achar necessárias. Após esse prévio conhecimento do EcosModeling, você pode executar as 5 tarefas abaixo. Evite fazer perguntas agora. Você está livre para realizar as tarefas da maneira que achar melhor. Lembre-se: é o EcosModeling que está sendo avaliado e não você. E se alguma coisa der errado, é porque

o EcosModeling não está atendendo corretamente aos padrões de usabilidade.

**Tarefa 1** - Para que você tenha uma melhor experiência e possa usar todas as funcionalidades da ferramenta, realize o cadastro do seu perfil.

**Tarefa 2** - Verifique se você já está logado na ferramenta e logo em seguida procure por um modelo para ver seus detalhes.

**Tarefa 3** - Suponha que você gostou do modelo escolhido na tarefa 2 e deseja contribuir com ele, fazendo alguma melhoria no modelo, então abra-o para editar.

**Tarefa 4** - Insira pelo menos 3 elementos da notação SSN no modelo escolhido nas tarefas anteriores.

**Subtarefa 4.1** - Dentre os 3 elementos escolha um do tipo Cliente;

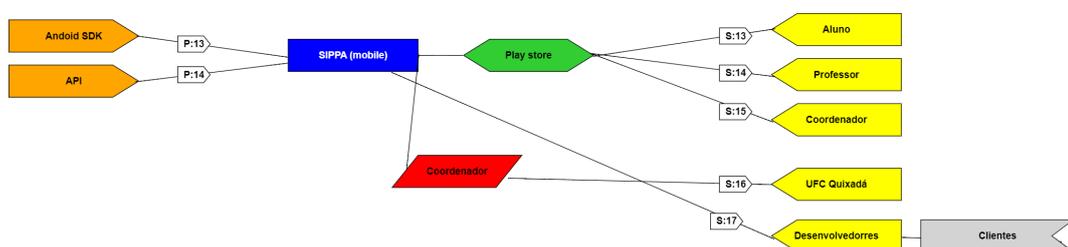
**Subtarefa 4.2** - Renomeie o rótulo do elemento da Subtarefa 4.1 para Campus Quixadá;

**Subtarefa 4.3** - Faça a ligação do elemento da Subtarefa 4.1 com um outro elemento;

**Subtarefa 4.4** - Ao final de tudo desfaça todas as suas alterações;

**Tarefa 5** - Nada melhor que começar algo do zero, não é mesmo? Abra um novo modelo em branco

**Subtarefa 5.1** - Recrie o modelo da imagem abaixo:



**Subtarefa 5.2** - Altere o rótulo “SIPPA (mobile)” para “SIPPA (aplicativo)” e coloque-o em negrito;

**Subtarefa 5.3** - Com o modelo finalizado reordene os elementos de posição para que nenhuma ligação fique sobreposta;

**Subtarefa 5.4** - Uma vez que o modelo está finalizado, é importante salvá-lo, salve o modelo com o nome “Aplicativo SIPPA” e para a descrição escreva o que achar melhor.

## 6. Questionário de avaliação

Para finalizar sua participação contamos com uma última atividade, responder esse questionário da forma mais franca possível.

- <https://www.ecosmodeling.ml/rate>

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA AVALIAÇÃO

**Questão 1.** Qual seu curso de graduação ou de pós-graduação?

- (a) Ciência da Computação
- (b) Design Digital
- (c) Engenharia de Computação
- (d) Engenharia de Software
- (e) Redes de Computadores
- (f) Sistemas de Informação
- (g) Mestrado - PCOMP - Quixadá

**Questão 2.** Qual seu semestre de entrada no curso?

- (a) 2017.1
- (b) 2017.2
- (c) 2018.1
- (d) 2018.2
- (e) 2019.1
- (f) 2019.2
- (g) 2020.1
- (h) 2020.2
- (i) 2021.1
- (j) 2021.2
- (k) 2022.1
- (l) 2022.2
- (m) Outros

**Questão 3.** Você já cursou a disciplina de Análise e Projeto de Sistemas (ou equivalente)?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 4.** Você já cursou a disciplina de Engenharia de Software (ou equivalente)?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 5.** Você já utilizou alguma ferramenta de modelagem de software?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 6.** Você já utilizou alguma ferramenta para modelos de software que permitia salvar online?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 7.** O quanto você se considera conhecedor de modelagem de software?

- (a) Entendo muito
- (b) Entendo pouco
- (c) Neutro
- (d) Quase nada
- (e) Não sei nada

**Questão 8.** Antes da aula, você já tinha ouvido falar de Ecossistemas de Software?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 9.** Qual o grau de dificuldade em utilizar a ferramenta?

- (a) Muito fácil
- (b) Fácil
- (c) Neutro
- (d) Um pouco difícil
- (e) Muito difícil

**Questão 10.** Qual o grau de satisfação em utilizar a ferramenta?

- (a) Muito satisfeito
- (b) Satisfeito
- (c) Neutro
- (d) Insatisfeito
- (e) Muito insatisfeito

**Questão 11.** Você recomendaria a ferramenta para alguém que queira conhecer sobre modelos / modelar Ecossistemas de Software

- (a) Altamente recomendável
- (b) Recomendável
- (c) Neutro
- (d) Pouco recomendável
- (e) Não recomendaria

**Questão 12.** O visual da interface da ferramenta é agradável?

- (a) Altamente agradável
- (b) Agradável
- (c) Neutro
- (d) Pouco agradável
- (e) Não é agradável

**Questão 13.** A ferramenta é útil para o usuário?

- (a) Altamente útil
- (b) Útil
- (c) Neutro
- (d) Pouco útil
- (e) Não é útil

**Questão 14.** A ferramenta atende a todos os requisitos que propõe?

- (a) Altamente atendidos
- (b) Atende
- (c) Neutro
- (d) Pouco nível de atendimento
- (e) Não atende

**Questão 15.** Qual o seu nível de esforço mental para realizar uma modelagem e salvar seu modelo no repositório?

- (a) Nenhum esforço
- (b) Um pouco de esforço
- (c) Neutro
- (d) Um esforço considerável
- (e) Esforço muito grande

**Questão 16.** Que elementos você encontrou na ferramenta que considera como ponto forte?

**Questão 17.** Que elementos você encontrou na ferramenta que considera como ponto fraco?

**Questão 18.** Quais sugestões de melhoria para a ferramenta?