

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**André Luiz Campos Esqueff Abdalla**

**R.ECOS - Plataforma para suporte de um Ecosistema de Software  
para Sistemas de Recomendação**

**Juiz de Fora, MG - Brasil**

**2018**

**André Luiz Campos Esqueff Abdalla**

**RECOS - Plataforma para suporte de um Ecossistema de Software  
para Sistemas de Recomendação**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação. Área de concentração: Engenharia de Software e Banco de Dados.

Orientador: Dr. Victor Ströele de Andrade Menezes.  
Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Fernanda Cláudia Alves Campos.

**Juiz de Fora, MG - Brasil**

**2018**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Abdalla, André Luiz Campos Esqueff.

R.ECOS - Plataforma para suporte a um Ecossistema de Software para Sistemas de Recomendação / André Luiz Campos Esqueff Abdalla. -- 2018.

132 p.

Orientador: Victor Ströele de Andrade Menezes

Coorientadora: Fernanda Cláudia Alves Campos

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação, 2018.

1. Sistema de Recomendação. 2. Ecossistema de Software. 3. Engenharia de Software. I. Menezes, Victor Ströele de Andrade, orient. II. Campos, Fernanda Cláudia Alves, coorient. III. Título.

**André Luiz Campos Esqueff Abdalla**

**R.ECOS – Plataforma para suporte a um Ecossistema de Software  
para Sistemas de Recomendação**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação. Área de concentração: Engenharia de Software e Banco de Dados

Aprovada em 22 de março de 2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Victor Ströele de Andrade Menezes - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Dr<sup>a</sup>. Fernanda Cláudia Alves Campos - Coorientadora  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Dr. José Maria Nazar David  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Dr<sup>a</sup>. Rosa Maria Esteves Moreira da Costa  
Universidade Estadual do Rio de Janeiro



## AGRADECIMENTOS

À minha família, que não para de crescer com a chegada este ano do Theo.

À minha noiva Maria Fernanda pela parceria e incentivo desde a graduação até o mestrado.

À toda minha família que participa sempre das minhas lutas.

Aos orientadores Victor e Fernanda pela parceria, ajuda, paciência e atenção durante todo este trabalho, onde mostraram possuir grande conhecimento científico e acadêmico.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFJF, que contribuem desde o início das aulas com a formação dos alunos do programa.

Aos discentes do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFJF, por estarem sempre presentes e dispostos a ajudarem.

Aos novos amigos que ganhei durante este processo: Heitor, Hugo, Iuri, João, Leonardo, Pedro, Rian e Wallace.

## RESUMO

Os Sistemas de Recomendação (SR) buscam apresentar informações relevantes para os usuários no momento do consumo. A necessidade de recomendar recursos em diferentes domínios de aplicação e a necessidade do desenvolvimento de soluções focadas no reuso de componentes de SR, criam um cenário interessante para adoção de soluções na perspectiva de um Ecossistema de Software (ECOS). Um ECOS para SR deve permitir, além da interação entre atores e tecnologia, a integração com outros sistemas e plataformas que suportem outros ECOS. Através da proposição de uma plataforma tecnológica que suporte um ECOS, é possível auxiliar pesquisadores na compreensão acerca das diferentes maneiras que as organizações se relacionam. Ao aplicar a perspectiva ECOS em um domínio específico é possível centralizar os requisitos para o desenvolvimento de soluções, facilitando o reuso, criação e evolução de técnicas e abordagens específicas. A granularidade das soluções em SR, sem a possibilidade da definição de padrões de arquiteturas, aliada aos benefícios relacionados ao reuso e compartilhamento de técnicas e abordagens para SR, demonstra a necessidade de desenvolvimento de uma plataforma tecnológica, onde seja possível criar novas soluções, usufruir das soluções existentes e incentivar pesquisas nas duas principais áreas de estudo deste trabalho, Sistemas de Recomendação e Ecossistema de Software. Desta forma, o problema abordado por este estudo é a integração dos variados métodos, técnicas e abordagens de SR existentes de maneira sistemática e centralizada, sendo possível facilitar a implementação de novas soluções em SR, e ainda promover o reuso e compartilhamento destas soluções e também a colaboração entre os atores envolvidos. O objetivo geral deste estudo é propor o R.ECOS, uma plataforma tecnológica para suportar um ecossistema de software para recomendação de recursos a usuários, permitindo a integração entre suas soluções e de outros ECOS e ainda facilitar o desenvolvimento, reuso e compartilhamento destas soluções em SR. A avaliação da proposta foi realizada em duas etapas. Primeiro foram definidos dois Estudos de Viabilidade para validar a tecnologia utilizada e a arquitetura proposta. A seguir foram realizados dois Estudos de Caso em um contexto real de utilização. Os resultados indicam a viabilidade da proposta do estudo.

**Palavras-chave:** Sistema de Recomendação, Ecossistema de Software.

## ABSTRACT

*Recommender Systems (RS) attempt to present relevant information to users at the time of consumption. The need to recommend resources in different application domains and the need to develop solutions focused on the reuse of RS components, creates an interesting scenario for adopting solutions from the Software Ecosystem (SECO) perspective. A SECO for RS should allow, in addition to interaction between actors and technology, integrations with others systems and platforms that support others SECO. By proposing a technology platform that supports a SECO, it is possible to assist researchers in understanding the different ways that organizations relate. By applying the SECO perspective in a specific domain, it is possible to centralize the requirements for developing solutions, facilitating the reuse, creation and evolution of specific techniques and approaches. The granularity of RS solutions, without the possibility of defining architecture patterns, combined with the benefits related to the reuse and sharing of approaches for SR, demonstrates the need to develop a technological platform where it is possible to create new solutions, taking advantage of existing solutions and encouraging research in the two main areas of this work, Recommendation Systems and Software Ecosystem. In this way, the problem addressed by this study is the integration of the methods, techniques and approaches of existing RS in a systematic and centralized way, being possible to facilitate the implementation of new solutions in RS, and also to promote the reuse and sharing of solutions and also the collaboration among the involved actors. The general objective of this study is to propose R.ECOS, a technological platform to support a software ecosystem to recommend resources, allowing the integration between their solutions and other ECOS. The evaluation of the proposal was carried out in two stages. First, two Feasibility Studies were defined to validate the used technology and the proposed architecture. Later, two Case Studies were carried out in a real context of use. The results indicate the feasibility of the study proposal.*

**Keywords:** *Recommender System, Software Ecosystem.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão geral da organização de dissertação. ....	18
Figura 2 - Exemplo de um sistema de recomendação com filtragem baseada em conteúdo. ...	22
Figura 3 - Exemplo de um sistema de recomendação com filtragem colaborativa. ....	23
Figura 4 - Exemplo de um sistema de recomendação com filtragem demográfica. ....	24
Figura 5 - Visão geral da proposta híbrida de sistemas de recomendações (KARDAN; EBRAHIMI, 2013). ....	26
Figura 6 – Trajetória da reutilização de software em 4 gerações (SANTOS, 2013). ....	28
Figura 7–Framework 3+1 ReuseECOS (SANTOS; WERNER, 2012). ....	30
Figura 8 – Etapas do HEAL ME, processo de avaliação de saúde de ECOS (CARVALHO et al., 2018). ....	32
Figura 9 – Arquitetura típica de um Sistema de Recomendação (VENGROFF, 2011). ....	34
Figura 10 – Arquitetura do PEN recsys e seus componentes (GARCIN; FALTINGS, 2013). ....	36
Figura 11 - Arquitetura de um <i>web service</i> de recomendação genérico (SCHMEDDING et al., 2016). ....	37
Figura 12 - Arquitetura aberta MMRecommender (SIMÕES et al., 2017). ....	38
Figura 13 – Visão modular de algoritmos de recomendação (TECH et al., 2018). ....	40
Figura 14 - Arquitetura do OpenRec (TECH et al., 2018) dividida em três camadas principais. .....	41
Figura 15 - Componentes básicos de um Sistema de Recomendação. ....	45
Figura 16 - Serviços do R.ECOS. ....	47
Figura 17 – Nível de conhecimento dos participantes sobre Sistemas de Recomendação e Ecossistemas de Software. ....	49
Figura 18 - Distribuição das respostas dos participantes sobre as funcionalidades de um Sistema de Recomendação. ....	50
Figura 19 - Distribuição das respostas dos participantes sobre os componentes sociais. ....	51
Figura 20 - Distribuição das respostas dos participantes sobre os componentes tecnológicos. ....	52
Figura 21 - Componentes sociais e suas interações no R.ECOS. ....	53
Figura 22 - Componentes tecnológicos e suas localizações no R.ECOS. ....	58
Figura 23 - Cenário de relacionamentos I. ....	61
Figura 24 - Cenário de relacionamento II. ....	62
Figura 25 - Cenário de relacionamento III. ....	63
Figura 26 - Modelo incremental aplicando diversos ciclos com o passar do tempo (PRESSMAN, 2011). ....	65
Figura 27 - Arquitetura da plataforma R.ECOS, com suas camadas e seus componentes sociais e tecnológicos. ....	67
Figura 28 – Arquitetura da plataforma R.ECOS com suas principais tecnologias. ....	70
Figura 29 – Diagrama de sequência representando o fluxo de requisições na R.ECOS-API. ....	71
Figura 30 - Painel de indicadores sobre R.ECOS. ....	72
Figura 31 - Tela de cadastro na plataforma R.ECOS. ....	73
Figura 32 - Formulário para registro de um novo projeto. ....	74
Figura 33 -Lista de projetos com seu <i>token</i> e opções para ver estatísticas, editar ou excluir. ....	74
Figura 34 - Componentes tecnológicos e sociais do Estudo de Viabilidade I. ....	78
Figura 35 - Fórum de discussões disponível na plataforma R.ECOS. ....	80
Figura 36 - Sistema de <i>helpdesk</i> disponível na plataforma R.ECOS. ....	80
Figura 37 - Formulário de cadastro de um novo serviço. ....	81
Figura 38 - Lista de serviços cadastrados pelo ator com perfil de desenvolvedor externo. ....	81
Figura 39 - <i>Marketplace</i> do R.ECOS. ....	82

Figura 40 - Componentes tecnológicos e sociais do Estudo de Viabilidade II. ....	84
Figura 41 - Implementação em PHP para requisitar recursos na R.ECOS-API. ....	85
Figura 42 - Retorno da requisição com informações sobre cada recurso. ....	86
Figura 43 - Recursos recomendados, com a opção para avaliá-los. ....	86
Figura 44 - Painel de indicadores sobre um projeto selecionado. ....	87
Figura 45 - Painel de indicadores após a mudança na composição do SR. ....	87
Figura 46 - Componentes tecnológicos e sociais do Estudo de Caso I. ....	92
Figura 47 - Integrações entre R.ECOS e BROAD-ECOS. ....	93
Figura 48 - Saída de uma requisição à BROAD-ECOS-API, retornando informações sobre o perfil educacional de um aluno. ....	94
Figura 49 - Saída do BROAD-MOODLE-INFO, retornando a descrição sobre a atividade cadastrada no Moodle. ....	95
Figura 50 - Integração entre <i>recos-repository-youtube</i> e API MeaningCloud. ....	95
Figura 51 - Implementação em linguagem PHP para realizar requisições na API MeaningCloud. ....	96
Figura 52- Integração entre <i>recos-repository-youtube</i> e a API YouTube. ....	97
Figura 53 - Implementação em linguagem PHP para realizar requisições na API YouTube. .	97
Figura 54 - Camada Adaptador como uma implementação no código do Moodle. ....	98
Figura 55 - Saída de uma requisição na R.ECOS-API. ....	99
Figura 56 - Recomendação de recursos com dispositivo para avaliação. ....	99
Figura 57 - Componentes tecnológicos e sociais do Estudo de Caso II. ....	102
Figura 58 – (a) Aluno com as similaridades calculadas entre todos os outros alunos. (b) Aluno com as similaridades mais relevantes para o agrupamento. ....	105
Figura 59 – Grafo representando grupos de alunos similares. ....	106
Figura 60 - Distribuição dos artigos encontrados de acordo com a base. ....	119
Figura 61 - Quantidade de artigos selecionados na busca e aceitos pelos critérios. ....	119
Figura 62 - Artigos primários aceitos por ano. ....	123

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro comparativo entre os trabalhos relacionados .....	42
Tabela 2 – Etapas de um SR e suas possíveis características .....	46
Tabela 3 - Componentes sociais, funções e exemplos.....	56
Tabela 4 - Componentes tecnológicos e exemplos.....	59
Tabela 5 - Palavras-chave para realizar busca por artigos.....	117
Tabela 6 - Quantidade de artigos primários em cada fase do mapeamento .....	122
Tabela 7 - Artigos primários do mapeamento sistemático .....	122

## LISTA DE ABREVIATURAS

AVA .....	Ambiente Virtual de Aprendizagem
ECOS .....	Ecosistema de Software
ES .....	Engenharia de Software
JSON .....	Javascript Object Notation
REST .....	Representational State Transfer
RS .....	Recommender System
SR .....	Sistema de Recomendação
UFJF .....	Universidade Federal de Juiz de Fora
XML .....	Extensible Markup Language

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1. MOTIVAÇÃO .....	14
1.2. PROBLEMA .....	15
1.3. QUESTÃO DE PESQUISA .....	15
1.4. OBJETIVOS .....	15
1.5. METODOLOGIA .....	16
1.6. ORGANIZAÇÃO .....	16
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>19</b>
2.1. SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO .....	19
2.1.1. Recomendação para grupos .....	20
2.1.2. Técnicas de Filtragem .....	21
2.1.2.1. Filtragem baseada em conteúdo .....	22
2.1.2.2. Filtragem colaborativa .....	22
2.1.2.3. Filtragem demográfica .....	23
2.1.2.4. Filtragem social .....	24
2.1.2.5. Filtragem híbrida .....	25
2.1.3. Modelos de recomendação .....	26
2.1.4. Recomendação de recursos .....	27
2.2. ECOSSISTEMAS DE SOFTWARE .....	28
2.2.1. Atores .....	30
2.2.2. Indicadores de saúde .....	31
2.3. TRABALHOS RELACIONADOS .....	32
2.3.1. MyMediaLite .....	32
2.3.2. Reclab .....	34
2.3.3. PEN recsys .....	35
2.3.4. Recalot .....	37
2.3.5. MMRecommender .....	38
2.3.6. OpenREC .....	39
2.4. ANÁLISE COMPARATIVA .....	41
2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....	42
<b>3. SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO SOB A PERSPECTIVA ECOS</b> .....	<b>44</b>
3.1. COMPOSIÇÃO BÁSICA DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO .....	44



3.2. SERVIÇOS DO R.ECOS.....	45
3.3. ESTUDO EXPLORATÓRIO PARA VALIDAÇÃO DOS COMPONENTES.....	48
3.4. COMPONENTES DE UM ECOS PARA SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO .....	52
3.4.1. Componentes sociais.....	53
3.4.1.1. <i>Keystones</i> .....	53
3.4.1.2. Provedores.....	54
3.4.1.3. Consumidores .....	55
3.4.2. Componentes tecnológicos .....	57
3.4.3. Relacionamentos entre componentes sociais e tecnológicos .....	60
3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....	63
4. PLATAFORMA R.ECOS .....	65
4.1. ARQUITETURA DA PLATAFORMA R.ECOS.....	66
4.1.1. Camada Serviços.....	67
4.1.2. Camada de Configuração.....	68
4.1.3. Camada Adaptador .....	68
4.1.4. Camada de Interface.....	68
4.2. IMPLEMENTAÇÃO DA PLATAFORMA .....	69
4.2.1. Soluções tecnológicas .....	69
4.2.2. R.ECOS-API.....	70
4.2.3. Painel de indicadores.....	71
4.2.4. Utilização da plataforma.....	72
4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....	74
5. AVALIAÇÃO .....	76
5.1. ESTUDOS DE VIABILIDADE .....	76
5.1.1. Estudo de viabilidade I - Cadastro de novos serviços por desenvolvedores externos.....	77
5.1.1.1. Objetivo .....	78
5.1.1.2. Planejamento .....	79
5.1.1.3. Execução .....	79
5.1.1.4. Evidências observadas.....	82
5.1.2. Estudo de viabilidade II – Recomendação de vídeos sobre gestão escolar	83
5.1.2.1. Objetivo .....	84
5.1.2.2. Planejamento .....	84
5.1.2.3. Execução .....	85
5.1.2.4. Evidências observadas.....	88

<b>5.1.3. Análise dos resultados dos Estudos de Viabilidade.....</b>	<b>89</b>
<b>5.2. ESTUDOS DE CASO .....</b>	<b>89</b>
<b>5.2.1. Estudo de caso I – Integração com serviços e ECOS externos.....</b>	<b>90</b>
<b>5.2.1.1. Objetivo.....</b>	<b>92</b>
<b>5.2.1.2. Planejamento .....</b>	<b>93</b>
<b>5.2.1.3. Execução .....</b>	<b>94</b>
<b>5.2.1.4. Evidências observadas.....</b>	<b>100</b>
<b>5.2.2. Estudo de caso II –Recomendação para grupos de alunos .....</b>	<b>101</b>
<b>5.2.2.1. Objetivo.....</b>	<b>103</b>
<b>5.2.2.2. Planejamento .....</b>	<b>103</b>
<b>5.2.2.3. Execução .....</b>	<b>104</b>
<b>5.2.2.4. Evidências observadas.....</b>	<b>107</b>
<b>5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....</b>	<b>108</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>110</b>
<b>6.1. LIMITAÇÕES.....</b>	<b>111</b>
<b>6.2. TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>112</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE I – MAPEAMENTO SISTEMÁTICO.....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE II – TERMO DE CONSENTIMENTO E CONFIDENCIALIDADE .....</b>	<b>126</b>
<b>APÊNDICE III – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DO ECOS DE SR .....</b>	<b>127</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O cenário de utilização da Internet nos dias atuais apresenta números impressionantes, e a quantidade de usuários conectados, bem como o consumo de serviços aumentam ano após ano. De acordo com o relatório *Measuring the Information Society Report*, em 2017 há uma estimativa de que existam 4,2 bilhões de pessoas conectadas à Internet (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, 2017). Não é difícil perceber a quantidade de informação que é apresentada aos usuários enquanto utilizam serviços *online*, sendo que mais de 1,3 bilhões de sites estão disponíveis nos dias atuais (INTERNET LIVE STATS, 2017), e quanto destas informações são irrelevantes a estes usuários no momento da apresentação, podendo gerar insatisfação a eles. Para tentar mitigar estes inconvenientes, alguns destes ambientes possuem dispositivos para filtrar o tipo de informação que é apresentado, tentando melhorar a experiência dos usuários enquanto navegam. Estes dispositivos são conhecidos por Sistemas de Recomendação (SR).

Atualmente, é visível a utilidade dos SR ao usufruir de serviços disponíveis na Internet. Exemplos desses serviços de recomendação são: sites de busca por artigos científicos que recomendam outros artigos relacionados ao tema de pesquisa do usuário; ao pesquisar livros sobre algum tema específico recomendações de exemplares com temas relacionados são apresentados; ao participar de um curso online, recursos educacionais relacionados ao tema da disciplina ou ao nível de conhecimento do aluno são apresentados; dentre outros.

A necessidade de recomendar recursos em diferentes domínios de aplicação e do desenvolvimento de soluções focadas no reuso de componentes de SR, cria um cenário interessante para a adoção de soluções na perspectiva de um Ecosistema de Software (ECOS), objetivando o reuso e a integração de soluções em sistemas com características de recomendação. Manikas e Hansen (2013) revisitaram o conceito de ECOS e definiram como a interação entre tecnologia e atores em uma plataforma tecnológica comum, resultando em um conjunto de contribuições que direta ou indiretamente influenciam o ecossistema (MANIKAS; HANSEN, 2013).

Existem diferentes estratégias para o desenvolvimento intensivo de software, sendo uma destas abordagens a perspectiva ECOS (JANSEN; CUSUMANO; BRINKKEMPER, 2013). Esta perspectiva torna possível que diferentes instituições e organizações contribuam com soluções e inovações para a construção de SR cada vez mais ricos em diversidade de conteúdo, serviços, experiências e capacidade de encontrar recursos aderentes às reais necessidades dos usuários em um domínio definido.

## 1.1. MOTIVAÇÃO

Os sistemas para recomendação de recursos são adotados em uma variedade de domínios de aplicação, desta forma um ECOS para SR deve permitir integração com outros sistemas ou plataformas que suportem outros ECOS, aumentando o alcance de utilização das soluções produzidas. É possível encontrar trabalhos acerca de SR com variados objetivos, alguns aplicando as recomendações como um fim, ou seja, propostas de evolução de modelos ou algoritmos de recomendação; e também trabalhos utilizando recomendação como um meio, ou seja, propostas que utilizam recomendação como suporte da função principal do sistema. Já que os SR podem ser módulos de outros sistemas, a necessidade de pensar soluções para o reuso dos componentes e também do próprio SR é reforçada.

Através da proposição de uma nova plataforma tecnológica de ECOS é possível auxiliar pesquisadores na compreensão acerca das diferentes maneiras que organizações se relacionam. Ao aplicar a perspectiva de ECOS em um domínio específico, é possível centralizar os requisitos para o desenvolvimento de soluções neste domínio, incentivando o reuso, criação e evolução de técnicas e abordagens específicas no contexto do ECOS para SR. Mostra-se então relevante a ampliação do conhecimento a respeito da perspectiva de ECOS.

Também motivadora é a possibilidade de poder contribuir com o desenvolvimento de novas soluções de SR, ao centralizar os requisitos para a criação de novos SR, e até mesmo evoluir os já existentes, ao estabelecer e fomentar uma plataforma *online* contendo os componentes necessários para seu pleno funcionamento, independentemente do domínio de aplicação do SR.

Esta dissertação faz parte do projeto BROAD (ABDALLA et al., 2017; CAMPOS; DAVID; BRAGA, 2012; SIMÕES et al., 2017), pertencente ao Núcleo de Pesquisas em Engenharia do Conhecimento (NEnC) do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Juiz de Fora. PEREIRA et al. (2014) apresentou uma proposta na qual foram extraídos perfil e contexto de usuários de uma rede social, enquanto que em outra proposta (ALMEIDA et al., 2016) foram utilizadas características de grupos de usuários nas redes sociais para realizar a busca e seleção de recursos educacionais, considerando o interesse do grupo. Revisões de literatura (ALMEIDA et al., 2015; SIMÕES et al., 2016) demonstram a consolidação da área de pesquisa relacionada aos SR, apontando para a necessidade do desenvolvimento de soluções que facilitem o reuso dos componentes destes sistemas.

## 1.2. PROBLEMA

A granularidade das propostas de soluções em SR, sem a possibilidade da definição de padrões de arquiteturas, aliada aos benefícios relacionados ao reuso e compartilhamento de técnicas e abordagens de recomendação (ALBRECHT; DEAN; HANSEN, 2005), demonstra a necessidade do estabelecimento de uma plataforma tecnológica, onde a partir dela é possível criar novas soluções, usufruir das soluções existentes e incentivar pesquisas nas duas principais áreas de estudos deste trabalho, Sistemas de Recomendação e Ecossistema de Software.

Desta forma, o problema abordado por este estudo é: como integrar os variados métodos, técnicas e abordagens de SR existentes de maneira sistemática e centralizada, sendo possível facilitar a implementação de novas soluções em SR, e ainda promover o reuso e compartilhamento destas soluções e também a colaboração entre os atores envolvidos?

## 1.3. QUESTÃO DE PESQUISA

A partir da motivação e problema apresentados, a questão de pesquisa deste trabalho é:

*Como a concepção e fomento de uma abordagem sob a perspectiva de ECOS para SR, favorece o reuso e compartilhamento de soluções, possibilitando a integração com outros sistemas e ECOS?*

## 1.4. OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é propor o R.ECOS (*Recommender ECOSystem of Software*), uma plataforma tecnológica para suportar um ecossistema de software para recomendação de recursos a usuários.

Como objetivos específicos do trabalho, é possível citar:

I. Definir a arquitetura da plataforma R.ECOS, com seus componentes tecnológicos e sociais, e seus possíveis relacionamentos.

II. Desenvolver e disponibilizar a plataforma R.ECOS, permitindo o compartilhamento e reuso das soluções desenvolvidas.

III. Avançar em relação às pesquisas do Grupo de Pesquisa em Engenharia do Conhecimento (NEnC) em Sistemas de Recomendação e Ecossistemas de Software.

## 1.5. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo foi realizada em 4 etapas principais: (i) revisão da literatura; (ii) definição de uma arquitetura para uma plataforma que suporte o ECOS para Sistema de Recomendação; (iii) implementação e disponibilização da plataforma *online*; e (iv) avaliação da proposta apresentada através de dois estudos de viabilidade e ainda dois estudos de caso.

A revisão da literatura se deu pela condução de um estudo terciário para detectar as principais soluções em Sistemas de Recomendação, visando encontrar estudos secundários que, por sua vez, podem ajudar a revelar o estado da arte da área.

A definição da arquitetura se deu através da formalização da composição básica de um SR. Nessa dissertação, com base em trabalhos da literatura, considera-se que um SR é composto por técnicas, métodos ou abordagens com funcionalidades distintas. A partir desta composição é definido o núcleo da arquitetura proposta, contendo os chamados serviços de recomendação. Estando com o núcleo da arquitetura definido, a seguir foi realizado um estudo exploratório para identificar e validar as tecnologias, os atores e os relacionamentos necessários para a definição de uma plataforma tecnológica de suporte ao ECOS.

Para avaliar a arquitetura proposta foi realizada a implementação de uma plataforma, contendo os componentes identificados anteriormente. Nesta etapa foram definidas as tecnologias adequadas para a implementação, levando em conta as gratuitas e de livre uso, e também o nível de conhecimento do desenvolvedor, evitando assim esforço desnecessário. Uma *Application Programming Interface* (API) também foi desenvolvida para definir o padrão de comunicação entre os componentes da plataforma, assim como o nível de acesso dos usuários de acordo com o seu papel.

A avaliação da proposta foi feita através de dois Estudos de Viabilidade, para coletar informações e auxiliar na tomada de decisões em relação às tecnologias utilizadas e à arquitetura proposta, e com os resultados foram definidos dois Estudos de Caso para finalizar as avaliações da dissertação.

## 1.6. ORGANIZAÇÃO

Neste Capítulo introdutório foram apresentadas a motivação para a realização do estudo, o problema a ser tratado durante o trabalho, a questão de pesquisa e a metodologia a

ser seguida para alcançar os objetivos propostos. No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica para o pleno entendimento da temática abordada neste estudo e os trabalhos relacionados. No Capítulo 3 é apresentada a proposta de um SR sob a perspectiva ECOS, denominada R.ECOS, enquanto que no Capítulo 4 é apresentada a arquitetura e camadas da plataforma R.ECOS. O Capítulo 5 apresenta a avaliação da proposta realizada, e no Capítulo 6 são feitas as considerações finais da dissertação. A Figura 1 apresenta a visão geral da organização da dissertação.

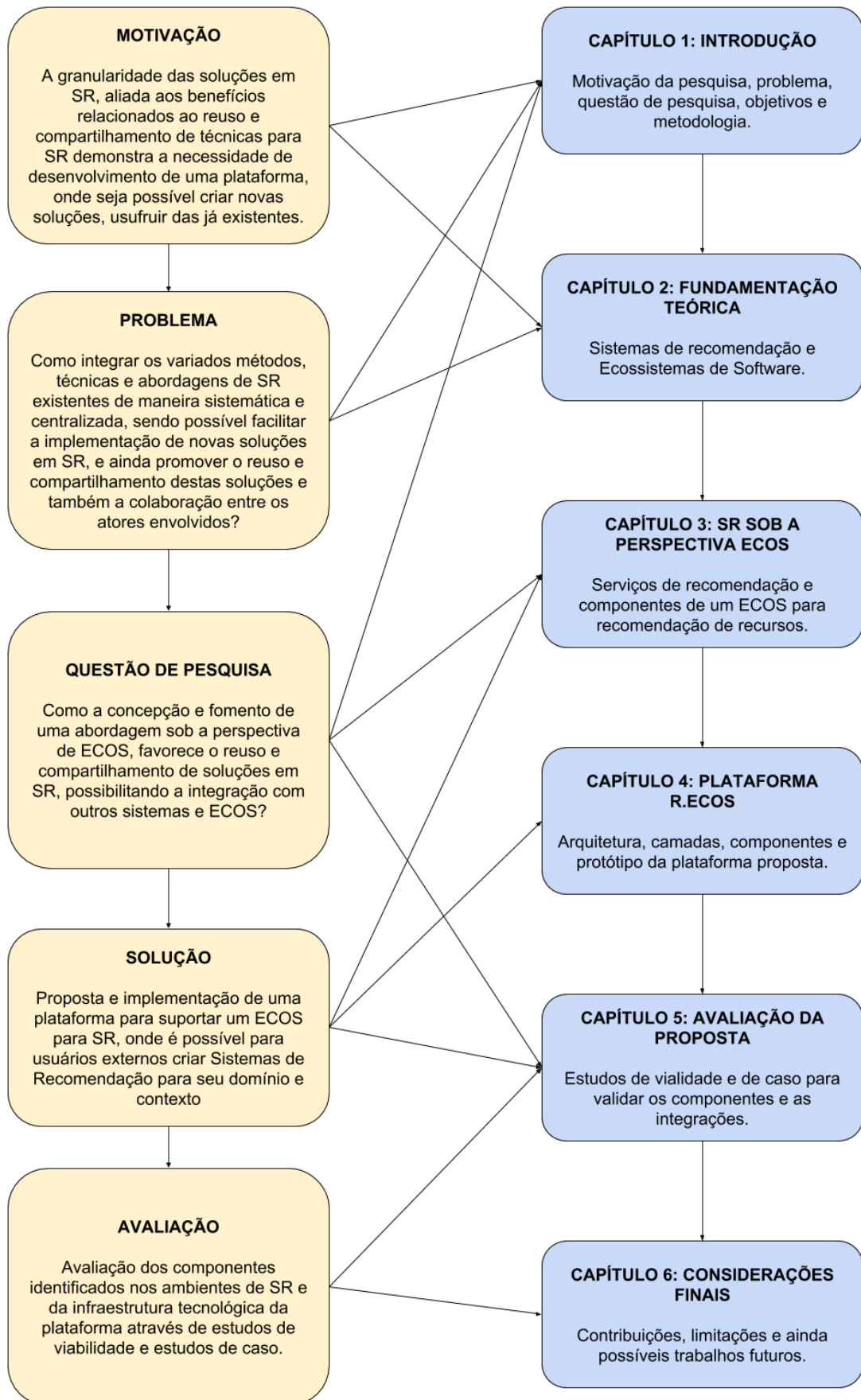


Figura 1 - Visão geral da organização de dissertação.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste Capítulo é apresentada a fundamentação teórica necessária para o entendimento dos conceitos abordados neste estudo, considerando as principais áreas de pesquisa: Sistemas de Recomendação e Ecossistema de Software.

### 2.1. SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

Uma das primeiras propostas de um sistema com características de realizar recomendações foi apresentada por GOLDBERG et al. (1992), ao definirem o termo “filtragem colaborativa”, se referindo a um sistema de e-mails experimental, em que os pesquisadores queriam evitar que os usuários do sistema recebessem grandes quantidades de mensagens irrelevantes. RESNICK e VARIAN (1997) preferiram utilizar em seu estudo um termo mais genérico, “Sistema de Recomendação”, justificando que a colaboração nestes sistemas não é sempre explícita.

Com base nessa definição inicial muitas pesquisas relacionadas aos Sistemas de Recomendação são realizadas e diversas definições foram elaboradas. Neste estudo, foi utilizada a definição que Sistemas de Recomendação são programas que apresentam um conjunto de recursos (itens, vídeos, artigos, serviços, dentre outros) para usuários considerando os seus interesses (HERNANDO et al., 2013). Estes sistemas auxiliam os usuários a identificarem recursos relevantes em uma grande quantidade de recursos disponíveis, de acordo com seus gostos, preferências e necessidades (RESNICK et al., 1994; SCHAFER; KONSTAN; RIEDL, 1993).

Usuários que consomem os recursos disponibilizados em um ambiente são parte importante de um SR, pois, através das informações dos seus perfis e contextos, é possível recomendar recursos o mais aderente possível a eles. Para GATZIOLIS e BOUCOUVALAS (2016) o perfil de um usuário é o conjunto de características ou padrões utilizados para descrevê-lo. Os autores consideram ser especialmente decisiva a definição do perfil do usuário para sistemas *online*, pois o perfil é que irá possibilitar a captura de suas preferências e a recomendação de produtos e serviços personalizados, melhorando a satisfação dele ao utilizar este ambiente. Ao ter definido o perfil do usuário o sistema passa a entendê-lo, conseguindo, desta forma, melhorar a experiência enquanto usa o ambiente do sistema.

O perfil pode ser extraído de duas formas: explícita e implícita. A extração explícita ocorre quando o sistema solicita que o próprio usuário preencha suas informações, promovendo a definição do seu perfil inicial, podendo ser atualizado ao longo do tempo. Este

preenchimento é feito através de formulários, pesquisas e ainda avaliações sobre informações apresentadas a ele.

A extração implícita ocorre quando as informações para definição do perfil são obtidas sem uma ação por parte do usuário, ou seja, ocorre de forma passiva, geralmente refletindo o comportamento dele em um ambiente. São comuns os sistemas que utilizam uma abordagem onde a extração do perfil é realizada em uma primeira fase de forma explícita, e, em um diferente momento, a extração é realizada de forma implícita, compondo uma extração de perfil ainda mais completa.

Considerando o contexto dos usuários ou grupos de usuários, deve ser levado em conta qualquer informação que possa ser reconhecida pelo sistema, através de informações históricas, comportamento ao utilizar o sistema, sensores, entre outros. Neste estudo o contexto é categorizado entre interno (obtido com uso do sistema, competências do usuário, conhecimentos prévios e preferências) e externo (com o uso de informações temporais, de localização ou até mesmo do ambiente físico em que se encontra) (FLEISHMANN; BASTOS; PERNAS, 2012).

Vale ressaltar que tanto o perfil quanto o contexto dos usuários variam de acordo com a situação ou o passar do tempo.

### **2.1.1. Recomendação para grupos**

Indicado para domínios específicos, onde indivíduos se agrupam com o intuito de participar de atividades em comum, a recomendação para grupos trouxe melhorias e aumentou o grau de satisfação dos membros destes grupos (O'CONNOR et al., 2001). Por outro lado, para MASTHOFF (2011), recomendar para grupos é mais complicado do que para um indivíduo, e ainda afirma em seu estudo que técnicas de recomendação para grupos são úteis inclusive em recomendações individuais. O autor apresenta uma classificação utilizada para os SR para grupos seguindo algumas dimensões:

- Preferências individuais são conhecidas ou desenvolvidas com o tempo, e, na maioria dos cenários, os SR para grupos partem das preferências individuais dos usuários;
- Itens recomendados são experimentados pelo grupo ou apresentados como opção;
- O grupo pode ser ativo ou passivo na maioria dos casos, o grupo em si não influencia na forma que as preferências individuais são agregadas.

Existem muitos estudos no campo de recomendação para grupos, visando aprimorar a formação destes grupos, propondo novas técnicas de agrupamento de itens e usuários, e ainda lidando com desafios como partida fria, privacidade dos membros nos grupos e realização de recomendações mais precisas e confiáveis, buscando maior satisfação aos membros dos grupos.

Ao realizar recomendações para grupos de usuários, JAMESON e SMYTH (2007) afirmam que algumas características devem ser consideradas, como (i) a maximização da satisfação, com o sistema buscando maximizar a satisfação de todos os associados do grupo; (ii) o sistema deve prover a todos os membros do grupo um grau mínimo de satisfação, em casos onde algum membro esteja insatisfeito com alguma recomendação; (iii) tratamento diferenciado em ocasiões nas quais uma parte do grupo possui prioridade nas recomendações; (iv) evitar manipulação de informações por parte dos membros; e, por fim, (v) a transparência do sistema, mostrando quais critérios foram considerados para cada membro receber aquela recomendação.

Desta forma, de acordo com as características dos indivíduos, técnicas de agrupamento são propostas considerando as características dos membros dos grupos, ou de acordo com o histórico do mesmo, ou ainda de acordo com o contexto e situações em que se apresentam.

É possível categorizar os grupos definidos em Sistemas de Recomendação para grupos (BORATTO e CARTA 2011; BORATTO et al. 2009 *apud* ALMEIDA et al., 2016) entre: **grupo estabelecido**, quando os membros escolhem fazer parte do grupo devido a algum interesse de longo prazo compartilhado. **Grupo ocasional** quando pessoas ocasionalmente realizam algo juntos devido a um objetivo comum em um momento particular. **Grupo aleatório**, onde seus membros compartilham um ambiente em um momento específico, porém sem interesse explícito em comum. E, por último, **grupo identificado automaticamente**, de acordo com as preferências dos usuários ou recursos disponíveis.

### 2.1.2. Técnicas de Filtragem

A categorização mais utilizada na literatura divide os tipos de filtragens em: (i) baseada em conteúdo, (ii) colaborativa, (iii) demográfica, (iv) social e (iv) híbrida, quando duas ou mais filtragens são utilizadas em conjunto no mesmo SR (BOBADILLA et al., 2013). A seguir são apresentadas as filtragens consideradas neste estudo.

### 2.1.2.1. Filtragem baseada em conteúdo

Na Filtragem Baseada em Conteúdo (FBC) os recursos são recomendados baseados nas características e preferências dos usuários, e os critérios para a recomendação são baseados na similaridade entre os recursos disponíveis no sistema (BALABANOVIC; SHOHAM, 1997; KARDAN; EBRAHIMI, 2013). Algumas deficiências apontadas pelos autores podem ser destacadas, como a dificuldade de extrair características sobre os recursos recomendados, e ainda o viés que pode existir em sistemas em que alguns recursos são muito avaliados, e outros, por não serem utilizados, nunca são recomendados.

A Figura 2 mostra um exemplo quando um USUÁRIO avalia positivamente o “RECURSO A” disponível no sistema. O sistema verifica quais outros recursos são similares a este dentre os disponíveis, como os recursos “RECURSO B”, “RECURSO C” e “RECURSO D”. Ao verificar que o “RECURSO B” é similar ao “RECURSO A”, o sistema irá recomendar para o USUÁRIO o “RECURSO B”.

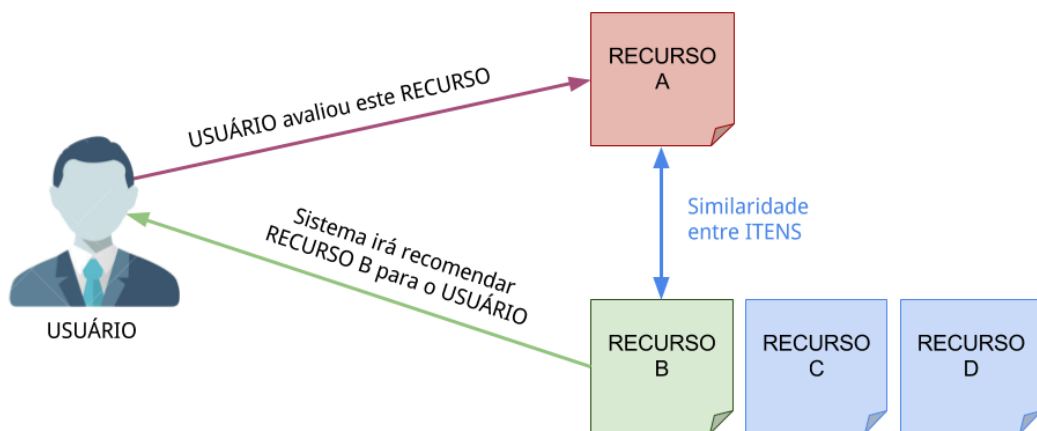


Figura 2 - Exemplo de um sistema de recomendação com filtragem baseada em conteúdo.

### 2.1.2.2. Filtragem colaborativa

Na Filtragem Colaborativa (FC) os usuários, após consumirem os recursos, colaboram com avaliações acerca desses recursos, indicando se são relevantes ou irrelevantes para eles (GOLDBERG et al., 1992). Desta forma, o sistema é capaz de realizar novas recomendações considerando as avaliações de outros usuários do sistema. Assim, é possível

recomendar recursos mais aderentes às preferências de usuários com avaliações anteriores similares.

Ao invés de recomendar um recurso considerando sua similaridade com outros recursos, esta abordagem faz recomendações de acordo com a semelhança das avaliações dos usuários (BALABANOVIC; SHOHAM, 1997). A FC resolve deficiências da FBC, pois ao utilizar avaliações de outros usuários, é possível lidar com qualquer tipo de conteúdo a ser recomendado, mesmo sem conhecer suas características. Como as avaliações de outros usuários influenciam no que é recomendado, existe o potencial de manter o desempenho da filtragem através de um número pequeno de avaliações de qualquer usuário.

Novos problemas aparecem ao utilizar esta abordagem, como um novo recurso que não possui nenhuma avaliação não é recomendado a nenhum usuário, problema conhecido como partida fria; ou a existência de um usuário com gosto totalmente diferente do restante dos usuários, levando a recomendações irrelevantes, problema conhecido como ovelha negra.

A Figura 3 traz um exemplo onde os USUÁRIOS A e B avaliam positivamente o “RECURSO A”. Como o “USUÁRIO A” também avaliou positivamente o “RECURSO B”, o sistema entende que seria adequado recomendar o “RECURSO B” também para o “USUÁRIO B”, por causa de suas avaliações similares anteriormente realizadas.

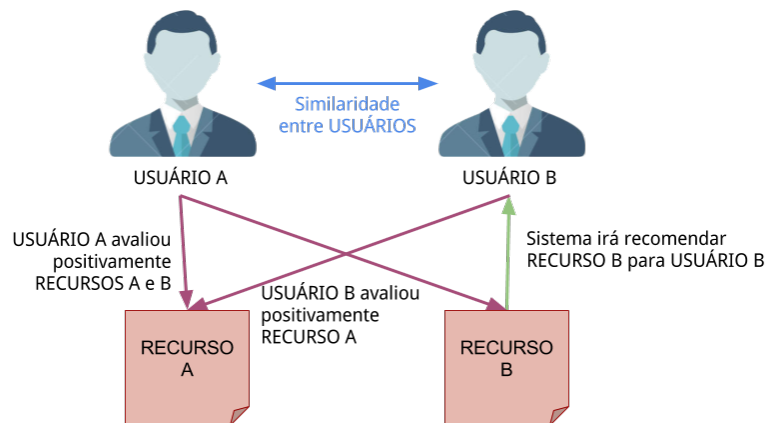


Figura 3 - Exemplo de um sistema de recomendação com filtragem colaborativa.

### 2.1.2.3. Filtragem demográfica

A filtragem demográfica tem como base a ideia de que pessoas com características semelhantes, também possuem interesses e preferências em comum (PAZZANI, 1999). O autor apresentou uma proposta onde foram realizadas recomendações levando em consideração informações demográficas dos usuários. O autor utilizou

informações como idade, gênero, grau de educação, entre outras, dependendo da sua disponibilidade no momento da extração do perfil.

A Figura 4 apresenta um exemplo desta filtragem, onde temos 3 usuários, MARIA e LARA com 15 anos, morando na mesma cidade de Juiz de Fora e frequentando o Ensino Básico, e ainda LUIGI com 45 anos, morando em Três Rios e cursando pós-doutorado. Ao analisar suas características demográficas, MARIA e LARA são demograficamente similares entre si, e não são similares demograficamente a LUIGI. Desta forma, um recurso que é avaliado positivamente por MARIA pode ser recomendado para LARA pelo sistema, mas não para LUIGI.

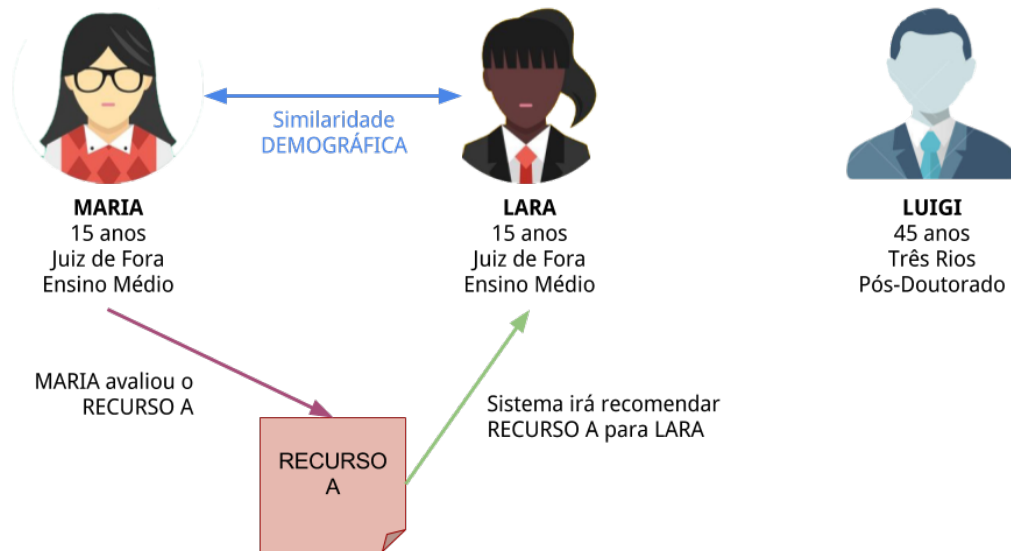


Figura 4 - Exemplo de um sistema de recomendação com filtragem demográfica.

Um dos problemas que surge ao utilizar esta abordagem é que as recomendações realizadas são genéricas, provavelmente não capturando as preferências de usuários com perfis demográficos semelhantes.

#### 2.1.2.4. Filtragem social

A filtragem social se tornou mais popular com o crescimento do uso das redes sociais como o Facebook<sup>1</sup>, ResearchGate<sup>2</sup>, LinkedIn<sup>3</sup>, entre outras. Uma nova abordagem foi

<sup>1</sup>www.facebook.com

<sup>2</sup>www.researchgate.com

<sup>3</sup>www.linkedin.com

proposta, chamada filtragem social, em que eram consideradas informações como “amigos”, “amigos de amigos”, “seguidores” e “seguidos por” para definir o funcionamento do SR (DELL’AMICO; CAPRA, 2008).

Ao utilizar estas informações, os autores afirmam que as recomendações são realizadas baseadas na confiança que existe em usuários com duas características importantes: (i) ser bem-intencionado e (ii) ser competente.

Por exemplo, em uma rede social, JOÃO tem confiança em LUIZ, assim LUIZ é considerado bem-intencionado e competente por JOÃO. Ao ampliar esta ideia em toda rede social, forma-se uma rede de confiança, sendo possível identificar usuários com boa reputação e confiança por parte dos outros usuários. Quando for necessário recomendar recursos para algum usuário, verifica-se os usuários de confiança que ele possui relacionamento na rede, e recomenda de acordo com as preferências do usuário bem-intencionado e competente.

#### **2.1.2.5. Filtragem híbrida**

A Filtragem Híbrida busca superar os problemas apontados nas filtragens citadas anteriormente combinando duas ou mais filtragens. Um sistema híbrido foi apresentado por BALABANOVIC e SHOHAM (1997), com características tanto da FBC quanto da FC, visando utilizar as vantagens de ambos os métodos para apresentar melhores resultados de recomendações para os usuários.

Em sua proposta, KARDAN e EBRAHIMI (2013) utilizaram o conteúdo dos grupos de discussões como um componente importante em seu ambiente de recomendações. Muitas das propostas anteriores utilizavam somente a similaridade entre os usuários para realizar recomendações, enquanto poucos consideravam tanto a similaridade entre os itens quanto entre os usuários. Uma nova abordagem, combinando técnicas de FC e FBC foi implementada para estes grupos de discussão. Os autores aplicaram técnicas de mineração de regras de associação e também técnicas chamadas *Word Sense Disambiguation* para gerar as recomendações. A Figura 5 apresenta a arquitetura do sistema proposto, sendo dividida em três seções: *Content-based Filtering*, *Collaborative Filtering* e *Hybrid Filtering*. A seção FC é responsável por definir similaridade entre usuários, enquanto a seção FBC é responsável por descobrir similaridades semânticas no conteúdo dos grupos de discussão. A seção FH combina os resultados obtidos nas outras seções para obter recomendações, de acordo com os autores, consistentes e precisas.

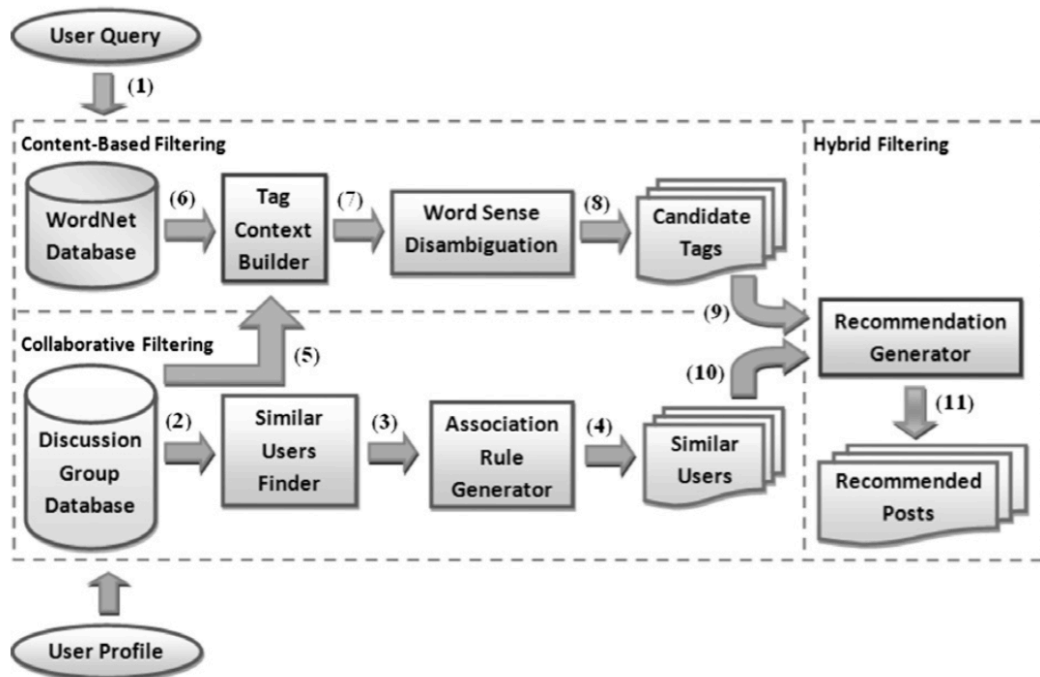


Figura 5 - Visão geral da proposta híbrida de sistemas de recomendações (KARDAN; EBRAHIMI, 2013).

### 2.1.3. Modelos de recomendação

Neste estudo, são considerados modelos de recomendação as abordagens que definem quais estratégias de recomendação são aplicadas. Uma taxonomia muito utilizada separa os modelos entre baseado em memória (*memory-based*) e baseado em modelo (*model-based*), afirmam BOBADILLA et al. (2013).

Os modelos de recomendação *memory-based* são definidos como abordagens que atuam na matriz de avaliações dos usuários sobre os recursos do sistema. Geralmente, utilizam métricas como Distância Euclidiana, Similaridade de Cosseno e Correlação de Pearson para calcular a similaridade entre usuários ou entre recursos que são recomendados e consumidos em um SR. Algumas limitações destes modelos foram apresentadas, como os resultados não serem satisfatórios quando a quantidade de recursos disponíveis for baixa, e ainda citam o problema da partida fria para novos usuários e novos recursos (ADOMAVICIUS; TUZHILIN, 2005).

Já os chamados *model-based* utilizam as informações de avaliações prévias para criar um modelo, que é então utilizado para tentar prever as preferências dos que recebem as



recomendações. Exemplos são os classificadores Bayesianos, redes neurais, sistemas Fuzzy, algoritmos genéticos, entre outros.

Há ainda modelos de recomendação híbridos, combinando características de *method-based* e *model-based* na tentativa de mitigar problemas e limitações que cada modelo apresenta.

#### 2.1.4. Recomendação de recursos

Também relevante em um SR é a definição sobre as diferentes maneiras que os recursos podem ser apresentados aos usuários, os repositórios onde são obtidos esses recursos e o ambiente no qual os recursos são recomendados.

Uma maneira de apresentar recursos aos consumidores é utilizando o padrão de projeto *Adapter* (GAMMA et al., 1995), que visa melhorar a integração de diferentes sistemas e serviços. Além de definir um padrão para apresentar as recomendações, também é relevante a definição da forma que os recursos são escolhidos e disponibilizados. Entre as maneiras mais utilizadas na literatura, estão os “top-N”, onde os N recursos mais indicados a serem recomendados para o usuário ou grupo de usuários são escolhidos e ordenados em uma lista. Esta lista é gerada ao considerar os recursos já consumidos por outros usuários similares, e ordenando os recursos candidatos a serem recomendados por ordem decrescente de relevância (DESHPANDE; KARYPIS; KARYPIS, 2004).

De nada adianta definir a maneira de realizar recomendações se não for definido onde serão obtidos os recursos. Desta forma é necessário elencar as possibilidades existentes para esta aquisição. As estruturas que armazenam os recursos, ou informações sobre onde obtê-los, são chamados neste estudo de repositórios. Os sistemas de recomendação que disponibilizamos recursos no próprio sistema possuem repositórios internos. Por exemplo, um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) onde são disponibilizadas vídeo-aulas proprietárias, e estas vídeo-aulas estão armazenadas nos servidores do próprio AVA. Em contrapartida, existem os sistemas que utilizam recursos armazenados externamente, como repositórios de vídeo YouTube<sup>4</sup> ou DailyMotion<sup>5</sup>. Estes sistemas fazem uso de repositórios externos. Outra característica que é possível observar em repositórios é em relação a sua publicidade, podendo ser categorizado entre repositórios públicos ou privados.

---

<sup>4</sup>[www.youtube.com](http://www.youtube.com)

<sup>5</sup>[www.dailymotion.com](http://www.dailymotion.com)

Um dispositivo muitas vezes opcional, mas de suma importância para evoluir as recomendações realizadas, é a existência de uma maneira de avaliar as recomendações. Essa avaliação pode ser implícita, onde o sistema avalia se os usuários gostaram ou não do recurso recomendado através das ações desses usuários (consumo ou não do recurso); ou explícita, onde os próprios usuários avaliam o recurso recomendado pelo sistema. Na avaliação explícita existem diferentes formas adotadas nos SR: respostas como “sim” ou “não”, onde os usuários informam se gostaram ou não do recurso; escala com valores entre 1 e 5; ou então utilizando alguma escala mais conhecida, como escala de Likert.

## 2.2. ECOSSISTEMAS DE SOFTWARE

Para propor uma plataforma para Sistemas de Recomendação sob a perspectiva de Ecossistemas de Software, é preciso entender como ocorreu a evolução a partir dos sistemas monolíticos até os dias de hoje. Uma trajetória histórica foi apresentada, partindo da Engenharia de Software (ES) tradicional para os ECOS, utilizando a perspectiva da reutilização de software apresentada na Figura 6, onde são apresentadas 4 gerações desta trajetória, com duas direções possíveis: (i) partindo do sistema monolítico indo em direção aos ECOS; e (ii) partindo dos ECOS em direção a uma ES sustentável e diversificada. Além das gerações citadas, existem também os sistemas baseados em componentes e linha de produto (SANTOS, 2013).

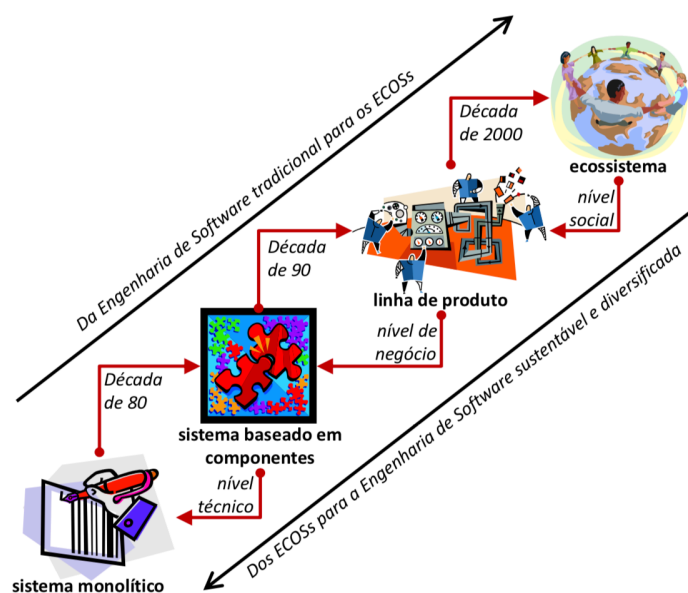


Figura 6 – Trajetória da reutilização de software em 4 gerações (SANTOS, 2013).

Algumas motivações levam uma organização a adotar a perspectiva de ECOS, por exemplo: a necessidade de desenvolver funcionalidades ser maior que a capacidade de produzi-las; acreditar que o apoio de atores externos à organização seja um mecanismo efetivo para auxiliar na customização em massa das soluções disponibilizadas; gerar atratividade em novos usuários ao promover a plataforma; acelerar o processo de produção através da inovação compartilhada; e reduzir o custo que o proprietário tem com a plataforma do ECOS ao compartilhar soluções com parceiros no ECOS (BOSCH, 2009).

Cada ator em um ECOS é motivado por interesses e modelos de negócios específicos, estando conectado aos demais atores e ao ECOS por meio de relacionamentos em que ambas as partes obtém vantagens, chamados de simbióticos (MANIKAS; HANSEN, 2013). Segundo MANIKAS (2016), não é possível desenvolver a arquitetura de um ECOS sem considerar o aspecto social, juntamente com os processos de gerenciamento (tecnológico) e regras de negócio. É essencial que existam comunicação e interação tanto entre os atores como entre os atores e a plataforma que suporta o ECOS.

Assim como em diversos aspectos da Engenharia de Software, é possível definir os ciclos de vida de um ECOS. O ciclo de vida de um ECOS pode ser dividido em 4 etapas: estabelecimento de mercado; surgimento da rede inicial; estímulo das comunidades e, conseqüente, diminuição do poder da empresa dominante; e, finalmente, a manutenção da comunidade onde o poder é todo distribuído e não existe uma empresa dominante (JANSEN; BRINKKEMPER; FINKELSTEIN, 2009).

Uma maneira de analisar a perspectiva de ECOS é através de uma visão levando em consideração 3 dimensões que são os pilares de um ECOS, envolvendo a reutilização de software, a arquitetura, o trabalho cooperativo, redes sociais, aspectos sociotécnicos, a qualidade do software e economia de recursos (CAMPBELL; AHMED, 2010). A dimensão **técnica** está focada na plataforma que suporta o ECOS, qual tecnologia utilizada, como será a organização e infraestrutura necessária. A dimensão de **transacional** foca no fluxo de conhecimento do ECOS, seus artefatos, recursos e informações. Já a dimensão **social** está focada nos atores envolvidos com o ECOS e seus possíveis relacionamentos.

A Figura 7 apresenta uma evolução da visão apresentada, onde as três dimensões foram evoluídas ao adicionar a dimensão Engenharia e Gerenciamento de ECOS, se tornando o *framework* “3+1” ReuseECOS (SANTOS; WERNER, 2012).

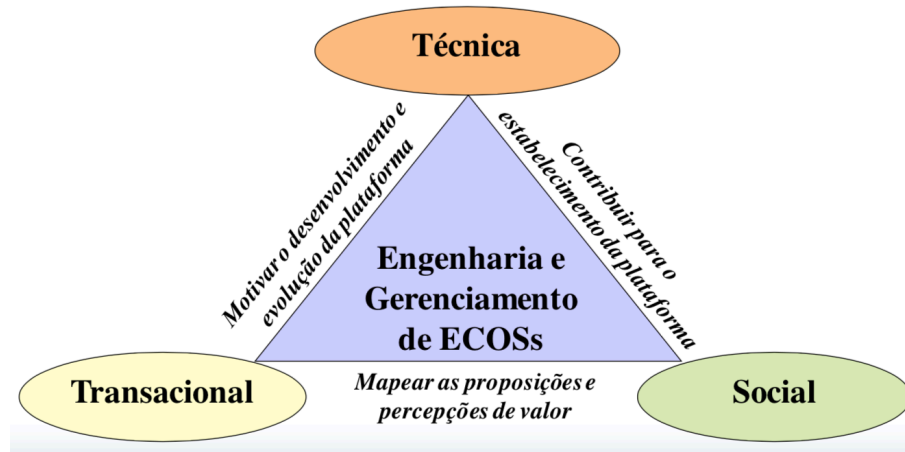


Figura 7–Framework 3+1 ReuseECOS (SANTOS; WERNER, 2012).

Os mecanismos de Engenharia e Gerenciamento do ReuseECOS são utilizados em processos para realizar diagnósticos (gerenciamento) do ECOS e também intervenções (engenharia) nos mesmos. As análises realizadas em cada dimensão são divididas em passos, e cada passo é dividido em atividades, ou seja, a dimensão social possui três passos, sendo que um passo é relacionado à modelagem de redes de relacionamentos no ECOS, e uma das atividades deste passo é modelar relacionamentos entre 2 atores.

Nesta dissertação, como o ECOS proposto ainda está em um estágio inicial do seu ciclo de vida, são focados os componentes das dimensões **técnica** e **social**, não sendo abordadas as dimensões **transacional** e “**Engenharia e Gerenciamento**”.

### 2.2.1. Atores

Em relação à dimensão social é necessário considerar todos os atores que podem estar envolvidos nas etapas de um ECOS. Através de uma revisão de literatura, (BOSCH-SIJTSEMA; BOSCH, 2015) analisaram como os papéis de atores são representados em ECOS de diferentes domínios, e ainda identificaram os modelos de engajamento usados por eles nestes ECOS. Definiram as principais posições em que atores podem se encontrar em um ECOS, como os *keystones* - donos da plataforma; *dominant players*- principais *players* no desenvolvimento da plataforma; *complementors* - auxiliam no desenvolvimento de complementos em uma plataforma já existente; *integrators*– auxiliam na integração de diversos elementos de diferentes atores. A partir destas principais posições, é possível identificar outros papéis que podem ser desempenhados de acordo com o domínio do ECOS.

A partir das posições elencadas acima, e levando também em consideração os papéis dos atores inicialmente identificados na primeira versão dessa proposta (ABDALLA et al., 2017), é possível que os componentes da dimensão social do ECOS proposto sejam categorizados entre *keystones*, consumidores e colaboradores. Os componentes serão melhor abordados no Capítulo 3 da dissertação.

### 2.2.2. Indicadores de saúde

Analisar a saúde de um ECOS consiste em quantificar e qualificar indicadores de saúde a partir de sua plataforma (SANTOS, 2013). Diferentes indicadores de saúde de um ECOS estão sendo propostos, de acordo com uma revisão de literatura (JANSEN, 2014). Após analisar as propostas encontradas na revisão, os autores propuseram um *framework* para análise da saúde de ECOS, utilizando três indicadores como pilares, **produtividade**: representando o nível de atividade do ECOS, através de métricas como o volume de transações criadas, taxa de produção de serviços, número de relatórios gerados, entre outros; **robustez**: sendo a capacidade do ECOS se recuperar após algum acontecimento ou estresse, com métricas como a perda de participantes, saída de pesquisadores, e ainda qualidade dos produtos gerados no ECOS e qualidade da pesquisa; e **criação de nicho**: sendo a capacidade do ECOS gerar novas oportunidades para participantes em novos nichos ou projetos.

Através dos resultados de um mapeamento sistemático, foi proposto um processo para avaliação de indicadores de saúde em ECOS, chamado HEAL ME (CARVALHO et al., 2018). Além dos três pilares citados anteriormente, os autores ainda destacaram a **sustentabilidade** e a **diversidade** como sendo relevantes, categorizando as 58 métricas encontradas no mapeamento, entre estes 5 indicadores. Com a utilização do HEAL ME pretende-se automatizar o processo de avaliação de saúde de um ECOS, através das 5 etapas apresentadas na Figura 8.

A **primeira etapa** é a coleta de dados considerando diversos parâmetros do ECOS relacionados à implementação, usuários, redes de relacionamentos, dentre outros. Os dados são coletados automaticamente através de APIs. Na **segunda etapa**, a métrica é parametrizada por especialistas de acordo com as características do ECOS. Estes parâmetros são utilizados para avaliar se os dados coletados na etapa anterior estão de acordo com a métrica. Já na **terceira etapa** ocorre a instanciação dos dados e parâmetros na ontologia utilizada. Nesta etapa é necessária a execução de uma avaliação semiautomática através de regras semânticas. A execução das regras é realizada na **quarta etapa**, utilizando os parâmetros, as regras

automaticamente avaliam se os dados estão de acordo com as métricas relacionadas. E, finalmente, na **quinta etapa** são apresentados os resultados gerados pelo processo de avaliação. Algumas técnicas de visualização são utilizadas para facilitar o entendimento por parte dos usuários.

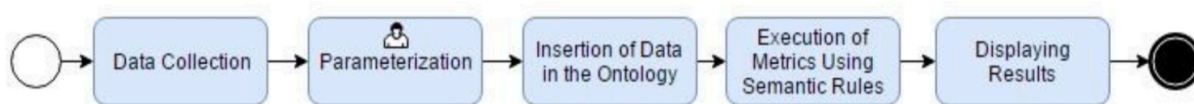


Figura 8 – Etapas do HEAL ME, processo de avaliação de saúde de ECOS (CARVALHO et al., 2018).

Na plataforma proposta neste estudo, estão previstos painéis com indicadores sobre a saúde do ECOS, de acordo com as métricas disponíveis no atual estágio de evolução do mesmo. A princípio são consideradas apenas algumas das métricas relacionadas aos pilares **robustez, produtividade e criação de nicho**.

### 2.3. TRABALHOS RELACIONADOS

Muitas propostas de Sistemas de Recomendação podem ser encontradas na literatura e, de alguma maneira, todas estão relacionadas com a pesquisa dessa dissertação. Entretanto, considerando a área de pesquisa deste trabalho, foi feito um estudo terciário para identificar trabalhos que abordassem os seguintes aspectos: a integração dos variados métodos, técnicas e abordagens de SR; a disponibilização desses recursos para agilizar e diminuir o custo de implementação de novas soluções em SR; e ainda trabalhos que discutissem o reuso e compartilhamento de soluções em SR. O objetivo desse estudo terciário foi identificar estudos secundários que, por sua vez, ajudam a levantar o estado da arte de uma determinada área.

A seguir são apresentadas as propostas encontradas que possuem características relevantes para o atual estudo e, no fim do Capítulo, é realizada uma análise comparativa entre os trabalhos relacionados.

#### 2.3.1. MyMediaLite

MyMediaLite (GANTNER; RENDLE, 2011) é uma biblioteca de algoritmos de Sistemas de Recomendação desenvolvida em C# e executada em uma plataforma .NET, que possui como público-alvo pesquisadores e também a indústria. Nesse trabalho foram abordados dois cenários na filtragem colaborativa: **previsão de avaliação** (*rating prediction*) através de uma escala de 1 a 5 estrelas, e ainda **previsão de item** (*item prediction*) a partir de avaliações implícitas através de cliques ou outras ações no ambiente.

A **previsão de avaliação** usa informações explícitas dos usuários para definir o quanto eles irão gostar de um item específico em uma escala predefinida. Algoritmos de previsão estimam uma avaliação sobre um item a partir de outras avaliações realizadas anteriormente em conjunto com características sobre os usuários e os itens. Esta previsão indica o quanto um usuário irá gostar de um item, ou então o sistema sugere uma lista de itens ordenados a partir das maiores probabilidades de o usuário gostar. A biblioteca possui diferentes variações dos modelos *k-nearest neighbor* (kNN), e ainda métodos de fatoração de matriz, todos utilizados para a previsão de avaliação.

Mesmo a previsão de avaliação sendo cada vez mais utilizada na comunidade acadêmica, muitos SR em sistemas reais, como comércio eletrônico, não utilizam estas informações, pois acreditam que usuários são difíceis de serem persuadidos a darem suas opiniões explicitamente. Ao mesmo tempo, os sistemas conseguem manter cada vez mais informações sobre os usuários no ambiente, como cliques, acessos, buscas realizadas, dentre outros. Desta forma, torna-se interessante a **previsão de itens** a partir de avaliações implícitas e positivas sobre os itens, sendo possível determinar quais itens um usuário irá procurar, visualizar ou consumir através dos eventos realizados no passado. A biblioteca MyMediaLite também contém modelos kNN e métodos de fatoração de matrizes para a realização desta atividade.

Além dos algoritmos citados anteriormente, a biblioteca também é capaz de lidar com atributos sobre os usuários (idade, profissão, localização etc.) e itens (palavras-chave, categorias etc.) e ainda relacionamentos entre os usuários (redes sociais) ou itens (taxonomias). Estão disponíveis na biblioteca algoritmos que utilizam estas informações sobre os usuários e itens para aprimorar as recomendações realizadas.

A biblioteca MyMediaLite contém ainda dispositivos para cálculo das principais métricas utilizadas em Sistemas de Recomendação, como *root mean square error* (RMSE), *mean average error* (MAE), *area under the ROC-curve* (AUC), *precision-at-N* (prec@N), *mean average precision* (MAP) e *normalized discounted cumulative gain* (NDCG).

De acordo com os autores, junto com a biblioteca está uma ampla documentação, contendo exemplos em linguagens como Python, Ruby e C#, e ainda tutoriais para realização de atividades comuns, como inserir recomendações em um programa, implementar um novo SR ou utilizar dispositivos disponíveis na MyMediaLite. Desta forma, é possível motivar usuários a contribuírem na evolução do projeto. Ainda com este objetivo, os autores utilizam práticas comuns em projetos livres e com código-fonte aberto, ao disponibilizar todo o código em bases públicas de repositórios.

Esta biblioteca está limitada a apenas dois cenários da filtragem colaborativa, limitando seu alcance de soluções para SR. Ainda que possua uma documentação bastante ampla para auxiliar no seu uso, e seu código seja aberto e público em um repositório, a biblioteca ainda depende de ser baixada e instalada em um ambiente com os requisitos necessários, podendo se tornar uma tarefa complexa aos usuários.

### 2.3.2. Reclab

Reclab (VENGROFF, 2011) é um sistema desenvolvido para permitir a criação e testes de algoritmos de recomendação para sites de comércio eletrônico. O sistema foi desenvolvido em linguagem Java, e sua execução ocorre em conjunto com um serviço fornecido pelos seus desenvolvedores chamado RichRelevance.

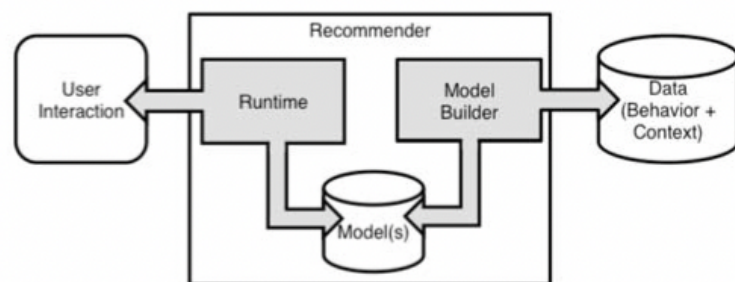


Figura 9 – Arquitetura típica de um Sistema de Recomendação (VENGROFF, 2011).

Para ser capaz de apoiar o desenvolvimento de uma grande variedade de SR, o sistema Reclab é representado através de uma visão de alto nível de como os SR são construídos. A Figura 9 apresenta esta visão como uma arquitetura típica de um SR, onde as setas representam leitura e escrita de dados, através do comportamento e contexto dos usuários, e ainda as interações dos mesmos.



O sistema possui como seu principal componente o *Reclab Core*, onde são definidas as interfaces e APIs para interação no ambiente do Reclab. Também provê implementações simples que ajudam os desenvolvedores no projeto, teste e depuração dos algoritmos de forma rápida e eficiente, sem ser necessário configurar um ambiente por conta própria. Este componente suporta diversos dados relacionados ao contexto e ao comportamento do usuário, e seus principais objetivos são: (i) garantir a construção rápida e fácil de um SR, não requerendo um ambiente complexo e robusto; (ii) prover tutoriais, exemplos e exercícios que ajudam os novos desenvolvedores; (iii) permitir testes e depurações em um novo algoritmo de recomendação; (iv) definir um formato de dados que é tão fácil para os humanos entenderem quanto para as máquinas analisarem; e (v) prover uma quantidade grande de dados sintéticos para permitir os testes.

Para o autor, ao garantir que os desenvolvedores consigam desenvolver um novo SR, eles podem se concentrar em construir e melhorar os seus algoritmos, sem se preocuparem com a configuração dos complexos ambientes. Atualmente, o sistema Reclab se transformou em uma ferramenta comercial e com código fechado, com foco na indústria.

Assim como outras propostas encontradas, este sistema é voltado para o domínio do comércio eletrônico. Embora o foco dos autores seja garantir que a construção de um SR seja rápida e fácil, o sistema não é utilizado em projetos dos próprios usuários e com usuários e recomendações em tempo real. Primeiro os usuários devem testar seu algoritmo em um ambiente de testes, para depois submetê-lo ao serviço fornecido pelos desenvolvedores, e caso seja aprovado pelos criadores do sistema, o algoritmo é utilizado em lojas virtuais verdadeiras que os criadores escolhem. Uma plataforma que permitisse aos usuários criarem seus algoritmos e prontamente utilizarem em suas lojas virtuais, seria mais interessante para a comunidade de Sistemas de Recomendação.

### 2.3.3. PEN recsys

PEN recsys (GARCIN; FALTINGS, 2013) é um *framework* para avaliação *online* de SR de notícias, e sua arquitetura é projetada baseada em 6 componentes principais (**Error! Reference source not found.**). O componente *dispatcher* é responsável por atribuir um SR entre os disponíveis para um usuário. O componente *statistics* contabiliza estatísticas sobre os cliques nas notícias. Já o *topic model* é atribuído para manter o modelo atualizado após uso do SR. Os itens candidatos a serem recomendados são entregues pelo componente *candidates*, neste caso as notícias a serem recomendadas. O componente *performance* gera relatórios

periódicos acerca da performance dos algoritmos sob avaliação, e o *database* armazena informações sobre os cliques e outras estatísticas para relatórios *offline*. E, finalmente, o componente *backup*, que periodicamente realiza uma cópia dos estados do sistema, sendo úteis em casos onde é necessário repetir alguma configuração anterior.

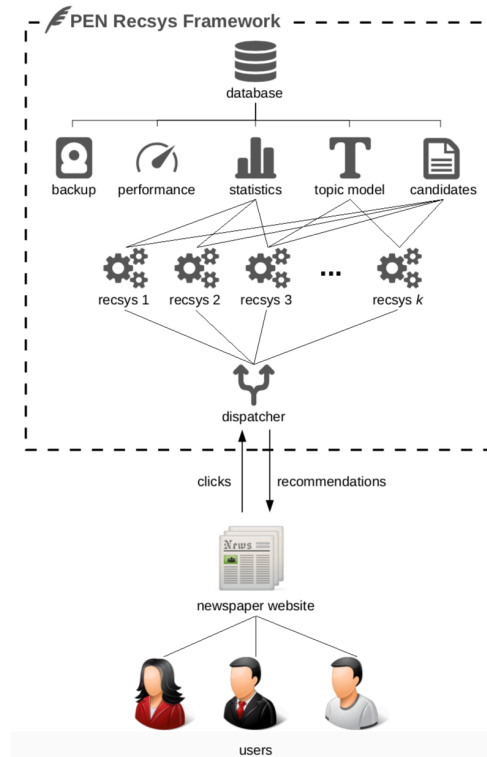


Figura 10 – Arquitetura do PEN recsys e seus componentes (GARCIN; FALTINGS, 2013).

O PEN recsys segue o paradigma Software-as-a-Service (SaaS) e é implementado utilizando Java EE. Já estão disponíveis nele alguns algoritmos de recomendação, como filtragem colaborativa e baseada em conteúdo, artigos mais populares e artigos randômicos. Para ser desenvolvido um novo algoritmo, basta aos criadores do *framework* implementar um novo método *getRecommendations()*.

O *framework* possui um painel de controle que permite ao usuário configurar o comportamento geral do ambiente, ativar ou desativar os algoritmos desejados, dentre outros parâmetros. Existe também no painel de controle uma página com métricas sobre a performance dos algoritmos, como  $\text{success}@k$ , MAP e média de cliques por visita, entre outros indicadores.

Embora seja possível que o usuário configure um SR, o PEN recsys não especifica os diversos papéis que os usuários podem desempenhar durante o planejamento,

desenvolvimento e uso dos Sistemas de Recomendação. Além disso, não é possível que usuários externos incluam novos métodos no *framework*, é específico para recomendações de notícias e não há uma plataforma que promova a interação entre os usuários, fatores que são essenciais quando se trata de um Ecossistema de Software.

### 2.3.4. Recalot

Recalot (SCHMEDDING et al., 2016) é um *framework* de um *webservice* RESTful para recomendação de recursos, reutilizável e genérico, projetado para auxiliar na análise de algoritmos de sistemas de recomendação, chamado Recalot. Este *framework* provê uma API que pode ser utilizada por aplicações de uso geral ou científico. Além de ferramentas para avaliações, também são disponibilizadas uma biblioteca de algoritmos para recomendações.

A arquitetura da proposta é apresentada na Figura 11, onde foi seguido o paradigma Software-as-a-Service (SaaS), permitindo que o *framework* seja executado em um local centralizado, porém sendo possível ser utilizado em diversas aplicações. É possível verificar que a arquitetura segue o padrão MVC (*model-view-controller*), e é separada entre as camadas Dados (*Data*), Recomendações (*Recommendations*) e Avaliação (*Evaluation*). Ao seguir os conceitos de programação modular ou baseada em componentes, cada módulo se torna independente e intercambiável no *framework*.

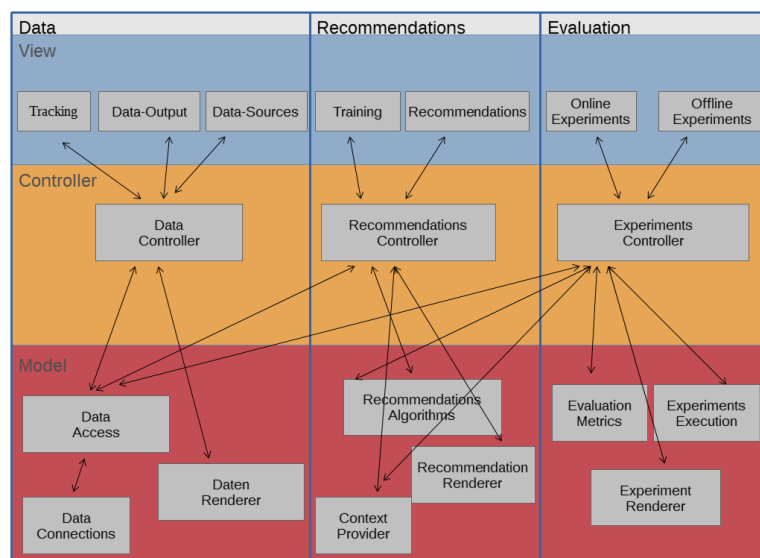


Figura 11 - Arquitetura de um *web service* de recomendação genérico (SCHMEDDING et al., 2016).

Também não está prevista a disponibilização de um ambiente para interação entre atores e a disponibilização das soluções desenvolvidas utilizando este *framework*, da mesma forma que não foram definidos os diferentes papéis que atores podem desempenhar durante o ciclo de vida de um SR.

### 2.3.5. MMRecommender

MMRecommender (SIMÕES et al., 2017) é uma arquitetura aberta que contém os componentes necessários para a construção de um SR, sendo composto por 4 etapas essenciais: (i) Extração, (ii) Filtragem, (iii) Método e (iv) Recomendação - e a sub-etapa opcional Enriquecimento. A Figura 12 apresenta a arquitetura proposta, onde estão refletidos o domínio e a lógica dos SR, e ainda o fluxo lógico, iniciando com a definição dos usuários ou grupos de usuários, seus dados de perfil e contexto, os algoritmos da abordagem de recomendação e a disponibilização dos itens a serem recomendados.

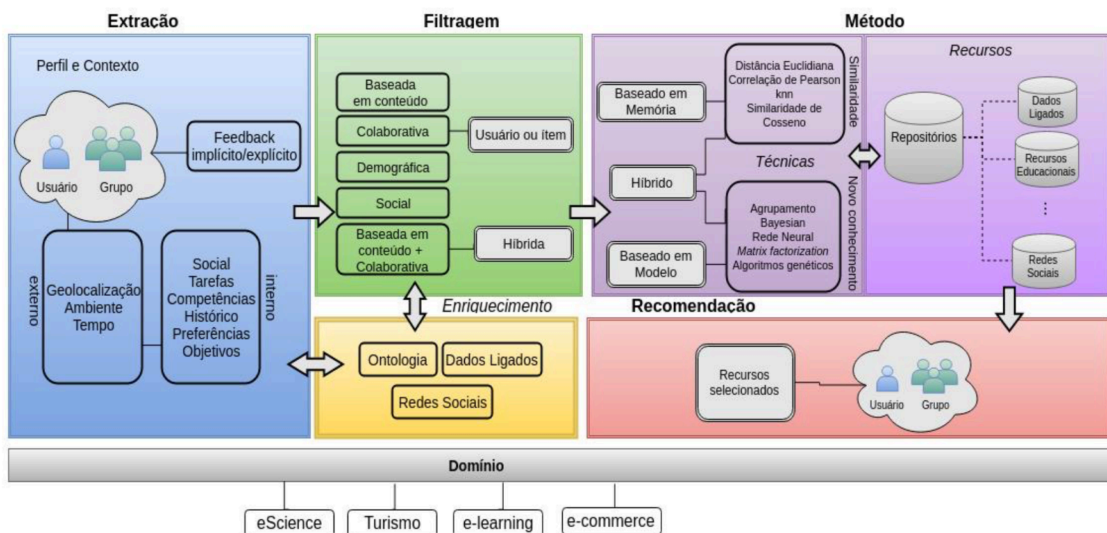


Figura 12 - Arquitetura aberta MMRecommender (SIMÕES et al., 2017).

O objetivo do trabalho não é propor novos modelos ou técnicas para SR, e sim uma arquitetura para auxiliar na criação de SR instanciados, baseados em diferentes estratégias, domínios, restrições e interações. Ao instanciar um SR utilizando a arquitetura aberta proposta, é necessário definir cada uma das etapas existentes, especificando os itens que a compõem.

Os autores acreditam que a proposta possui diversos benefícios, como a capacidade de atender à flexibilidade exigida pelos requisitos dos diferentes domínios dos SR, também a adoção de modelos que garantam a interoperabilidade dos diferentes componentes, ainda a disponibilidade de modelos, técnicas e algoritmos que permitem acesso a soluções já testadas em sistemas semelhantes, e, por fim, contribuir para que sejam desenvolvidos SR de alta qualidade para seus usuários.

A arquitetura aberta proposta pelos autores serviu como base para o núcleo da arquitetura da plataforma proposta nesta dissertação, assuntos abordados nos Capítulos 3 e 4. Porém, não fez parte da proposta a disponibilização de um ambiente *online* ou *off-line* para que um SR seja construído, nem mesmo a disponibilização de um *framework* a partir do qual seria possível o desenvolvimento de um novo SR.

### 2.3.6. OpenREC

OpenRec (TECH et al., 2018) é um *framework* aberto e modular em Python que suporta pesquisa adaptável e extensível em SR. Cada sistema é modelado como um grafo que consiste em um conjunto estruturado de módulos reutilizáveis conectados através de interfaces integradas. A Figura 13 apresenta a visão modular utilizada na proposta, onde estão 4 algoritmos diferentes (R1 a R4) com módulos reutilizáveis divididos em três categorias – módulo de extração, módulo de fusão e módulo de interação.

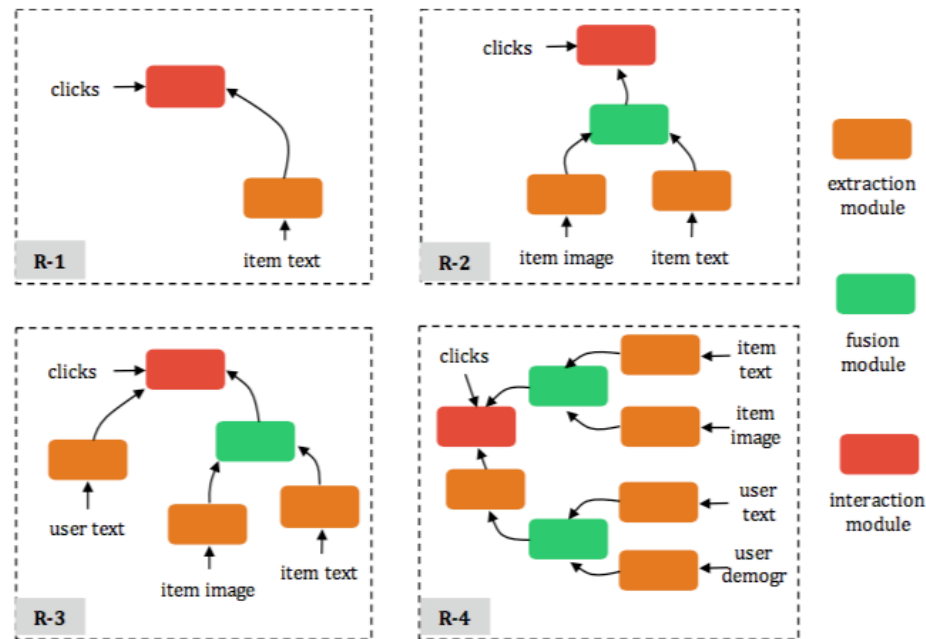


Figura 13 – Visão modular de algoritmos de recomendação (TECH et al., 2018).

A arquitetura do *framework* é composta por três camadas principais: *module*, *recommender* e *utility* (Figura 14). *Module* define as interfaces de entrada e saída padrões para cada categoria de componente. *Recommender* provê mecanismos para a construção de sistemas a partir dos módulos (*modules*). *Utility* inclui funções para amostragem eficiente de dados e avaliação de modelos. Segundo os autores, apesar de ilustrar o OpenRec apenas com abordagens de filtragem colaborativa, ele também funciona com outros tipos, como a baseada em conteúdo.

Para os autores, a filosofia por trás dos *recommenders* é transformar a construção de um sistema complexo em vários pequenos sistemas, tornando-os aptos a receberem novas funcionalidades. Já os *modules*, categorizados entre *interaction*, *extraction* e *fusion*, representam os componentes reutilizáveis em algoritmos de recomendação, sendo estas categorias os três componentes que tipicamente estão contidos em um SR. São eles que: (i) modelam as interações (avaliações, visualizações, cliques entre outros) entre usuários e itens, (ii) extraem a partir de dados as representações sobre um usuário, item ou contexto (informações demográficas, localização atual entre outros) e (iii) unem diversas características dos usuários, itens ou contextos.

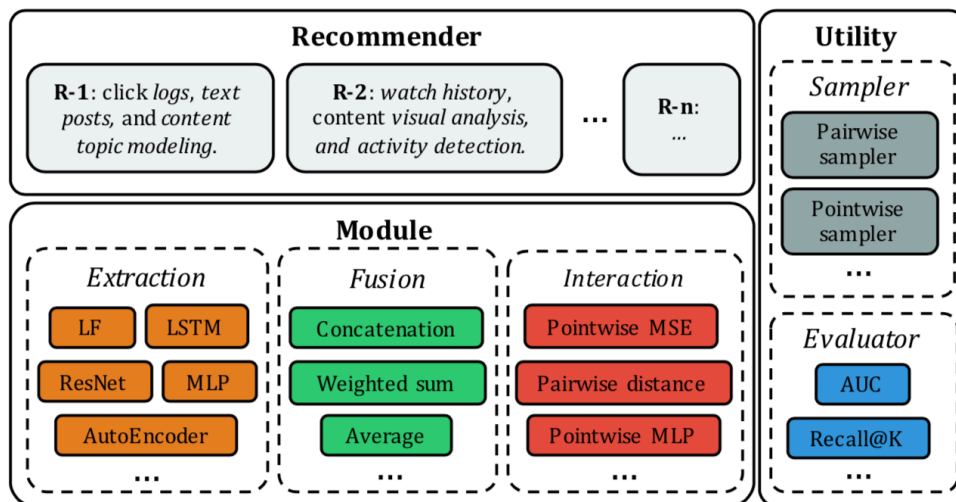


Figura 14 - Arquitetura do OpenRec (TECH et al., 2018) dividida em três camadas principais.

OpenRec foi desenvolvido com foco em demonstrar as vantagens da modularização e reusabilidade nesta área de pesquisa. Outro ponto positivo é a possibilidade do usuário poder trocar facilmente módulos que compõem um SR e realizar testes, verificando a performance após a alteração. Porém, não possui uma plataforma onde os SR possam ser criados e utilizados em sistemas reais, obrigando os usuários a fazerem o *download* do *framework* e configuração do ambiente onde será instalado.

## 2.4. ANÁLISE COMPARATIVA

As propostas anteriores apresentam diferentes maneiras de auxiliar a construção de SR, desde bibliotecas e *frameworks* até modelos de arquiteturas e definição de componentes básicos de sistemas de recomendação. As características a seguir são consideradas relevantes para o atual estudo, e desta forma são verificadas se existem nos trabalhos relacionados. São elas:

- C1 – Existência de uma plataforma tecnológica *online*
- C2 – Arquitetura baseada em serviços web
- C3 – Suporte a diferentes papéis de atores
- C4 – Código aberto
- C5 – Uso gratuito
- C6 – Existência de documentação oficial
- C7 – Painel de métricas

C8 – Componentes para interação entre usuários

C9 – *Marketplace* de serviços de recomendação

A Tabela 1 apresenta um quadro comparativo com as características dos trabalhos relacionados apresentados.

Tabela 1 – Quadro comparativo entre os trabalhos relacionados

	<b>MyMedia Lite</b>	<b>Reclab</b>	<b>PEN recsys</b>	<b>Recalot</b>	<b>MM Recommender</b>	<b>Open REC</b>	<b>R.ECOS</b>
<b>C1 – Plataforma</b>	Não	Sim	Sim	Sim	não se aplica	Sim	Sim
<b>C2 – Baseada em serviços</b>	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
<b>C3 – Papéis</b>	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
<b>C4 – Código aberto</b>	Sim	Não	Não	Sim	não se aplica	Sim	Sim
<b>C5 – Gratuito</b>	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>C6 – Documentação</b>	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
<b>C7 – métricas</b>	Sim	Sim	Sim	Não	não se aplica	Não	Sim
<b>C8 – Interação</b>	Não	Sim	Não	Não	não se aplica	Não	Sim
<b>C9 – Marketplace</b>	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim

## 2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O objetivo principal dessa dissertação é a definição de uma plataforma tecnológica que suporta um ECOS para SR. Nesta proposta estão definidos os módulos para a construção de um SR, os componentes tecnológicos que auxiliam a implementação e consumo dos SR e ainda a definição dos diversos papéis que usuários podem desempenhar nesta



plataforma, desde os criadores e mantenedores dos SR, colaboradores e também os consumidores dos produtos gerados na plataforma.

Alguns elementos das propostas anteriores serão considerados neste estudo, como a utilização da arquitetura aberta MMRecommender (SIMÕES et al., 2017) como base para definição da composição básica de um SR, a modularização dos SR presente nos *frameworks* OpenRec (TECH et al., 2018) e Recalot (SCHMEDDING et al., 2016), painéis com indicadores das métricas mais utilizadas em relação aos SR (GANTNER; RENDLE, 2011; GARCIN; FALTINGS, 2013; VENGROFF, 2011), a utilização de APIs para comunicação entre os componentes da biblioteca ou *framework* (SCHMEDDING et al., 2016; VENGROFF, 2011) e ainda a definição dos Serviços de Recomendação baseados na arquitetura RESTful (SCHMEDDING et al., 2016).

No próximo Capítulo é apresentada a ideia do sistema de recomendação sob a perspectiva ECOS.

### 3. SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO SOB A PERSPECTIVA ECOS

Revisitando o problema a ser tratado neste estudo, é apresentada neste Capítulo uma abordagem de uma plataforma tecnológica que suporta um ECOS para recomendação de recursos, onde é pretendido que a plataforma seja capaz de integrar diferentes métodos, técnicas e abordagens de Sistemas de Recomendação de maneira centralizada e sistemática, facilitando o reuso e desenvolvimento de sistemas com estas características.

Neste Capítulo é apresentada a composição básica de um SR, ainda os chamados serviços de recomendação, que combinados formam o núcleo da arquitetura a ser definida, e, por fim, os componentes sociais e tecnológicos de um ECOS que suporta a criação de um SR. Para tal, foi feito um estudo exploratório, através do qual foram detectados os componentes existentes e necessários para esta proposta, permitindo a definição de uma plataforma sob a perspectiva de um ECOS para SR.

#### 3.1. COMPOSIÇÃO BÁSICA DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

Um SR é considerado uma composição de técnicas, métodos ou abordagens, com funcionalidades e características distintas que se relacionam entre si, tendo como função realizar uma recomendação de um recurso a um usuário ou grupo de usuários.

Através de um mapeamento sistemático, SIMÕES et al. (2016) identificaram os componentes principais dos sistemas de recomendação presentes na literatura. Após analisar os artigos identificados no mapeamento foram definidas pelos autores as características necessárias para compor um SR, sendo divididas em 4 etapas principais: **extração de perfil e contexto, filtragem, modelo e recomendação**; além de uma etapa auxiliar para agregar informações ao perfil/contexto do usuário e auxiliar na etapa de filtragem, denominada **enriquecimento**. Desta forma, a composição básica de um SR segue o apresentado na Figura 15. A partir da composição básica, foi definido o núcleo da arquitetura da plataforma que suporta o ECOS para sistema de recomendação, denominada R.ECOS. Desta forma, o núcleo é a camada da arquitetura composta pelos Serviços de Recomendação, categorizados de acordo com a etapa adequada.

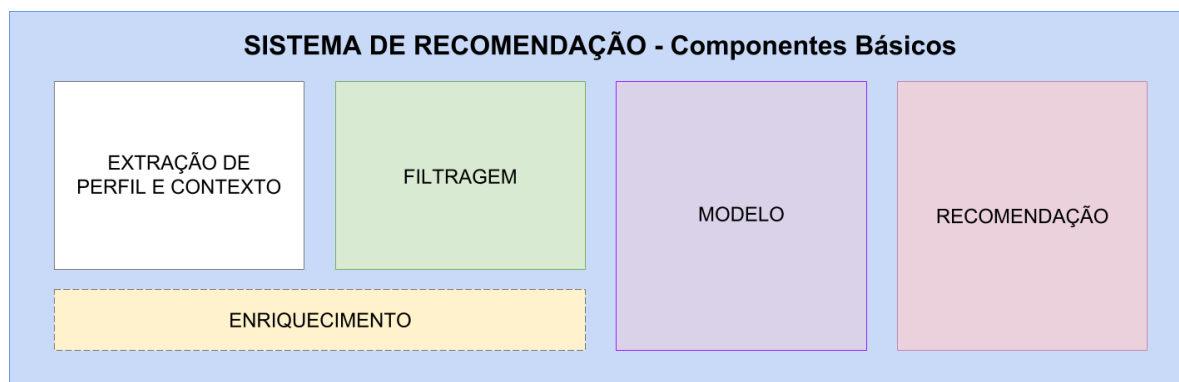


Figura 15 - Componentes básicos de um Sistema de Recomendação.

Dada a pluralidade de métodos, técnicas ou abordagens envolvidas na construção de SR, e considerando o objetivo de possibilitar e facilitar o reuso e compartilhamento das soluções em SR, os serviços do R.ECOS são baseados em *web services*. Com o uso dos mesmos é possível prover benefícios que não se obtém ao utilizar outras tecnologias, sendo possível destacar a interoperabilidade entre as aplicações e a comunicação entre os serviços independente da tecnologia e plataforma utilizada.

A seguir são apresentados os serviços do R.ECOS, considerado o núcleo da arquitetura da plataforma proposta.

### 3.2. SERVIÇOS DO R.ECOS

Os serviços da plataforma tecnológica que suporta o ECOS são um conjunto de padrões baseados em comunicação cliente/servidor entre aplicações independentemente de plataforma. Seguindo a proposta de VEIGA (2016), os padrões são baseados em XML (Extensible Markup Language) ou JSON (JavaScript Object Notation), utilizando protocolo HTTP. Sendo assim, estes serviços podem ser definidos como uma forma de integrar aplicações heterogêneas, permitindo que sejam disponibilizados recursos de negócio entre clientes, fornecedores e parceiros através da Internet.

Na arquitetura da plataforma R.ECOS os serviços de recomendação são elementos cruciais, sendo integrados entre si e ainda utilizados por diversos atores, mostrando a relevância de criar e manter um ECOS para SR com as características presentes neste trabalho. Os serviços atualmente são categorizados conforme descrito a seguir, podendo evoluir em trabalhos futuros e com a continuação do projeto (ABDALLA et al., 2017).

**Serviços de extração de perfil e contexto** são os utilizados para a definição do perfil e contexto do usuário ou grupo de usuários, podendo ser feito de maneira implícita ou

explícita. Ao analisar o contexto do usuário ou grupo, este pode ser definido como interno (social, tarefas, competências, histórico, preferências e objetivos) ou externo (geolocalização, ambiente e tempo).

Já os **serviços de filtragem**, são os que possuem as características que definem como serão selecionados os recursos a serem recomendados. Categorizados entre baseado em conteúdo (baseado nas escolhas feitas pelos usuários), colaborativa (baseado nas escolhas de outros usuários similares), demográfica (unindo os usuários a grupos considerando as características pessoais dos mesmos), social (baseado na recomendação em redes sociais) ou híbrida (combinando duas ou mais filtragens diferentes).

Já os **serviços de enriquecimento** são opcionais, sendo responsáveis pelo aprimoramento do perfil e contexto extraídos através de informações contidas nas redes sociais, em dados ligados e ou em ontologias. Esses serviços são utilizados em conjunto com os serviços citados anteriormente, pois podem ser aplicados para o enriquecimento dos dados do usuário ou dos objetos que serão recomendados.

Os **serviços de modelo** aplicam a estratégia de recomendação. Categorizados entre *model-based* (cria modelo para definição do perfil e preferências do usuário ou grupos de usuários), *memory-based* ou híbrido.

E, finalmente, os **serviços de recomendação**, responsáveis pela apresentação dos recursos disponíveis aos indivíduos ou grupos de indivíduos, através das características definidas em outras etapas, e que estão disponíveis em repositórios internos ou externos.

A Tabela 2 apresenta as características possíveis em cada uma das categorias de serviços apresentados, enquanto que a Figura 16 apresenta os serviços do R.ECOS, que compõem o núcleo da arquitetura da plataforma que será descrita no Capítulo 4, onde estão os serviços de acordo com suas características.

Tabela 2 – Etapas de um SR e suas possíveis características

SERVIÇO	CARACTERÍSTICAS
Extração de perfil e contexto	- implícito ou explícito - perfil e contexto internos ou externos
Filtragem	- baseada em conteúdo - colaborativa

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- demográfica</li> <li>- social</li> <li>- híbrida</li> </ul>
Enriquecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ontologia</li> <li>- dados ligados</li> <li>- redes sociais</li> </ul>
Modelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- baseado em memória</li> <li>- baseado em modelo</li> <li>- híbrido</li> </ul>
Recomendação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- para indivíduos ou grupos</li> <li>- repositórios internos ou externos</li> </ul>

Após a definição do núcleo da plataforma R.ECOS, foi realizada uma revisão da literatura com objetivo de identificar as tecnologias, os atores e as relações entre eles em SR, onde foram analisados artigos publicados entre 2009 e 2016. O primeiro passo foi realizar a leitura dos títulos e resumos de todos os artigos encontrados para analisar a aderência com o tema da pesquisa. A seguir foram selecionados 39 artigos com propostas relacionadas a SR, onde todos foram lidos por completo e foi possível identificar os componentes sociais e tecnológicos presentes em cada proposta.

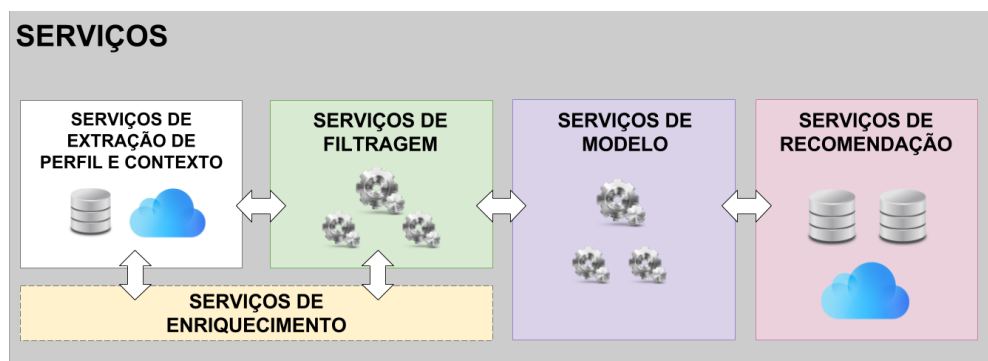


Figura 16 - Serviços do R.ECOS.

Em conjunto com a revisão realizada, também foram considerados os componentes elencados em outras propostas de ECOS (BOSCH-SIJTSEMA; BOSCH, 2015; MANIKAS, 2016; SANTOS; WERNER, 2012; VEIGA, 2016). Para avaliar a importância desses componentes no contexto dos sistemas de recomendação foi feito um estudo exploratório. A seguir é apresentada a metodologia e os resultados desse estudo exploratório.

### 3.3. ESTUDO EXPLORATÓRIO PARA VALIDAÇÃO DOS COMPONENTES

Após identificação de componentes sociais e tecnológicos presentes em SR, é necessário validar estes componentes com pesquisadores com conhecimento suficiente sobre as áreas de pesquisa envolvidas.

Para execução do estudo exploratório para validação dos componentes, foi realizada uma coleta de dados com auxílio de um questionário, seguindo os seguintes passos: (i) definição da relação do questionário com a teoria da pesquisa; (ii) projeto do questionário; (iii) definição do procedimento de aplicação; (iv) realização de um piloto; (v) coleta dos dados; (vi) análise dos dados e (vii) apresentação dos resultados (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

A definição da relação do questionário com a teoria da presente pesquisa é baseada na definição dos componentes de um ECOS para recomendação de recursos, realizada a partir da revisão da literatura, sendo validada através da coleta de dados com profissionais e pesquisadores das áreas de pesquisa envolvidas.

O projeto do questionário foi realizado contextualizando a pesquisa e definindo o uso de perguntas fechadas, onde as respostas utilizadas são da escala composta pelos níveis Dispensável, Neutro e Mandatório. O questionário validou além dos componentes sociais e tecnológicos, as funcionalidades de Sistemas de Recomendação. Nesta etapa também foram definidos os perfis dos participantes.

A aplicação do questionário foi realizada *online*, através da ferramenta gratuita Google Forms<sup>6</sup>. A primeira etapa se deu no envio dos termos de consentimento e de confidencialidade, garantindo aos participantes total sigilo das informações submetidas, e também que as informações podem ser utilizadas anonimamente na atual pesquisa (APÊNDICE II). A seguir foi apresentado o procedimento que os participantes devem seguir para responder ao questionário, e ainda foram disponibilizados e-mail e telefone para esclarecimento de dúvidas. Por fim, foi enviado o endereço para acesso ao questionário.

Um estudo piloto com 2 participantes com perfis distintos, porém ambos com experiência acadêmica, foi realizado antes do envio para todos os participantes. Através do retorno dos participantes do piloto foi possível aprimorar o questionário em relação à qualidade dos questionamentos e organização das informações. O questionário utilizado possui 35 questões, perguntando sobre a necessidade da existência de cada funcionalidade ou componente apresentado. Estas questões são divididas em 3 temas diferentes. O primeiro

---

<sup>6</sup><https://docs.google.com/forms>

tema é sobre as funcionalidades de um sistema de recomendação, contendo 13 questões. O segundo valida a necessidade de existirem os componentes sociais de um ECOS para recomendação de recursos, com 11 questões. O terceiro tema aborda, através de 11 questões, os componentes tecnológicos utilizados pelos atores na interação entre eles e com a plataforma. Complementando o questionário, também existem questões acerca do perfil do participante e também do nível de conhecimento acerca dos temas Sistemas de Recomendação e Ecosistema de Software. O questionário utilizado está disponível no APÊNDICE III, e ficou aberto para recebimento de respostas pelo período de duas semanas, tempo suficiente para todos os convidados participarem.

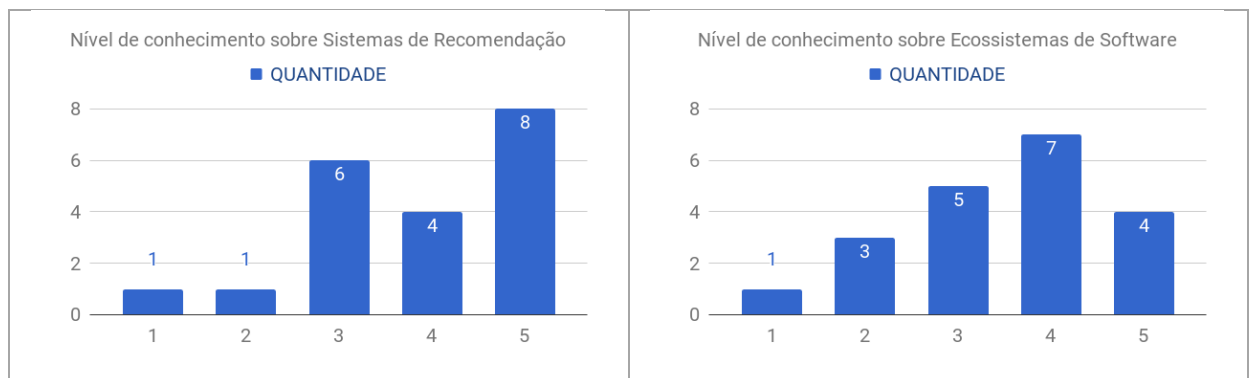


Figura 17 – Nível de conhecimento dos participantes sobre Sistemas de Recomendação e Ecosistemas de Software.

Os participantes deste estudo são pesquisadores com conhecimento nas áreas de Sistemas de Recomendação e Ecosistemas de Software, com perfis de professor universitário, estudante de mestrado, estudante de doutorado, analista de sistemas e desenvolvedor. No total 20 pessoas responderam ao questionário. Cerca de 85% dos participantes estão atualmente inseridos no meio acadêmico, realizando pesquisas nas principais áreas deste estudo, ou em áreas relacionadas. Ainda do total dos respondentes, 90% afirmam ter um conhecimento médio a avançado sobre Sistemas de Recomendação, enquanto que 80% possuem conhecimento médio a avançado sobre Ecosistemas de Software. A Figura 17 apresenta o nível de conhecimento dos participantes, onde 1 corresponde a NENHUM conhecimento e 5 quer dizer que o participante possui conhecimento AVANÇADO sobre a área em questão.

A escala utilizada nas questões de múltipla do questionário desse estudo foi:

- **DISPENSÁVEL**: quando o componente em questão é considerado pelo participante dispensável no cenário apresentado;
- **NEUTRO**: quando o participante não considera o componente dispensável, porém não acredita que seja obrigatório existir;
- **MANDATÓRIO**: quando o componente é considerado essencial pelo participante no cenário apresentado.

Desta forma, foi definido um critério de eliminação de componentes de acordo com as respostas obtidas. Não foram incorporados na arquitetura os componentes que obtiveram uma quantidade de respostas “DISPENSÁVEL” maior que a soma das respostas “NEUTRO” e “MANDATÓRIO”. Por exemplo, caso um componente tenha obtido 11 respostas como “DISPENSÁVEL”, 5 como “NEUTRO” e 4 como “MANDATÓRIO”, este componente não foi incluído na arquitetura proposta. Os resultados obtidos com a análise dos questionários e após aplicação do critério de eliminação são apresentados a seguir, separados de acordo com o tema.

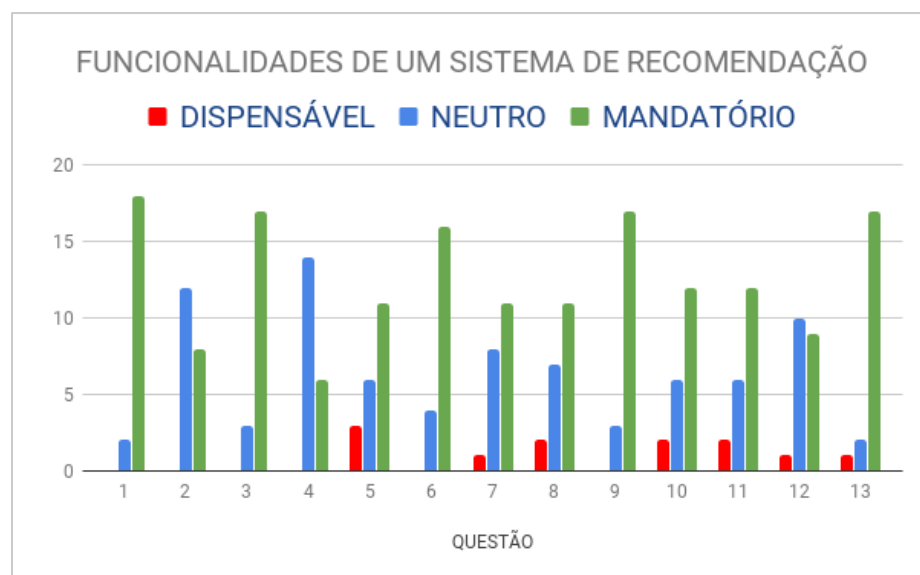


Figura 18 - Distribuição das respostas dos participantes sobre as funcionalidades de um Sistema de Recomendação.

O primeiro tema trata das funcionalidades de um Sistema de Recomendação. Das 13 funcionalidades apresentadas, a maioria dos participantes informou serem MANDATÓRIAS 10 (76,9%) delas, enquanto que 3 (23,1%) funcionalidades foram apontadas pela maioria como NEUTRAS, sendo elas: “*definição de perfil de forma implícita ou explícita*”, “*definição do contexto do usuário de forma implícita ou explícita*” e “*recomendar recursos disponíveis em diferentes repositórios*”. Nenhuma das 13



funcionalidades foi apontada pela maioria dos participantes como DISPENSÁVEIS. A Figura 18 apresenta a distribuição das respostas dos participantes sobre as funcionalidades de um Sistema de Recomendação.

Quando o tema abordado é sobre os componentes sociais, 6 entre os 11 itens apresentados são considerados MANDATÓRIOS pela maioria dos participantes, representando 54,5%, sendo eles “*mantenedor da plataforma*”, “*desenvolvedor interno*”, “*conteudista*”, “*usuário do ECOS*”, “*indivíduo que recebe recomendações*” e “*grupo de indivíduos que recebem recomendações*”. O componente social com maior número de respostas como DISPENSÁVEL foi o “*pesquisador acadêmico*” (questão 21), estando empatado com a opção NEUTRO. Os outros componentes, foram considerados NEUTROS pela maioria dos participantes. A Figura 19 apresenta a distribuição das respostas dos participantes sobre os componentes sociais.

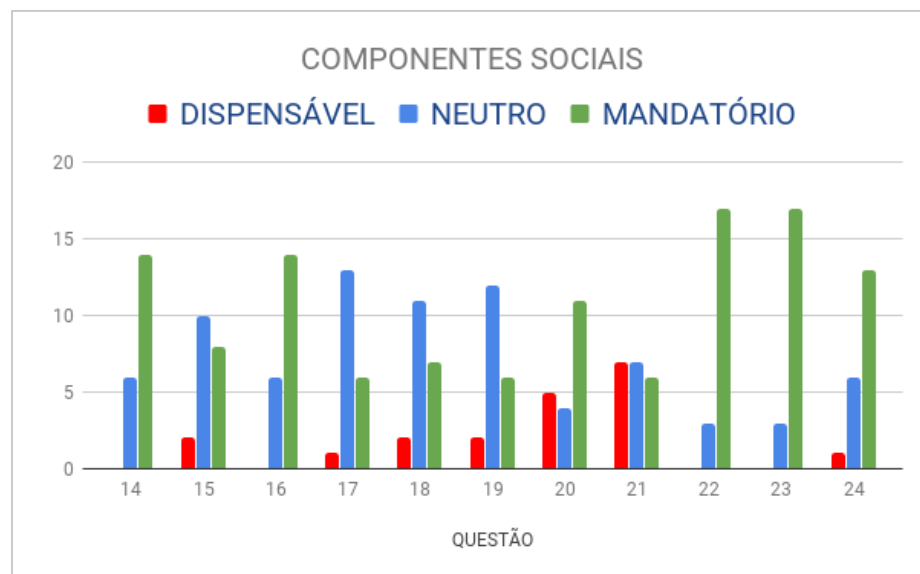


Figura 19 - Distribuição das respostas dos participantes sobre os componentes sociais.

Ao analisar o componente social “*pesquisador acadêmico*” (Questão 21), a sua necessidade foi apontada por grande parte dos participantes como dispensável, sendo possível questionar sua presença como um componente essencial no ECOS proposto. Acredita-se que isto tenha ocorrido pelo fato de já existirem vários algoritmos para SR validados na comunidade acadêmica, não havendo necessidade de pesquisadores proporem novas soluções. Ainda vale destacar que um usuário de um SR pode propor uma nova técnica de filtragem caso seja necessário, sem precisar ser um pesquisador acadêmico. Porém, considerando o critério de eliminação de componentes proposto, este componente foi mantido na arquitetura.

O último tema abordado no questionário é em relação aos componentes tecnológicos necessários em uma plataforma de suporte a um ECOS para recomendação de recursos, onde obtivemos 10 dos 11 componentes sendo considerados MANDATÓRIOS pela maioria dos respondentes, cerca de 90,9% do total. Apenas um componente tecnológico teve sua necessidade considerada NEUTRA, “*dados ligados*”, sendo nenhum componente considerado DISPENSÁVEL pela maioria dos participantes. A Figura 20 apresenta a distribuição das respostas dos participantes sobre os componentes tecnológicos.

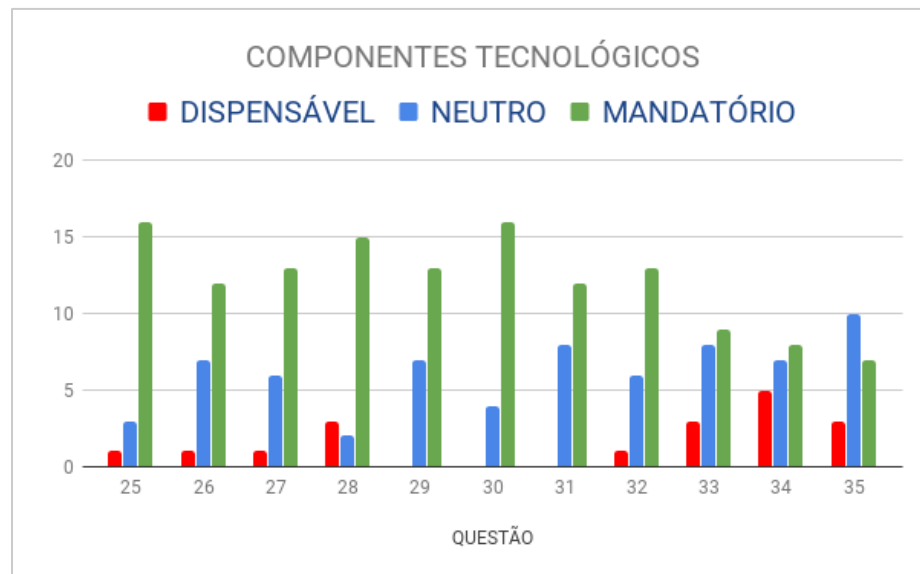


Figura 20 - Distribuição das respostas dos participantes sobre os componentes tecnológicos.

Ao analisar o componente “*ontologias*” (Questão 34) é possível perceber que nenhuma das possíveis respostas obteve um número significativamente maior que as outras. Acredita-se que isso tenha ocorrido por ser uma tecnologia muito disseminada no meio acadêmico, porém pouco conhecida na indústria, levando os participantes com perfil de professor considerarem este componente como NEUTRO ou MANDATÓRIO, enquanto que respondentes que trabalham na indústria o consideraram DISPENSÁVEL ou NEUTRO. Mesmo não sendo uma unanimidade entre os participantes este componente foi mantido na arquitetura proposta nessa dissertação.

Os resultados obtidos possibilitaram a validação de todos os componentes identificados na revisão da literatura realizada anteriormente. Nenhum deles foi eliminado pelo critério de eliminação definido.

### 3.4. COMPONENTES DE UM ECOS PARA SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

Para que diferentes instituições e organizações contribuam com soluções e inovações para a construção em SR, torna-se interessante a adoção de soluções sob a perspectiva de um ECOS, objetivando o reuso e a integração de soluções em sistemas com características de recomendação. Assim, além dos componentes identificados para SR, foram identificados também, através da revisão de literatura e do estudo exploratório, os principais elementos envolvidos em plataformas de Ecossistemas de Software. Seguindo a categorização definida por (MANIKAS, 2016), a seguir são definidos os componentes tecnológicos, sociais e as relações entre eles sob a perspectiva de um ECOS para SR.

### 3.4.1. Componentes sociais

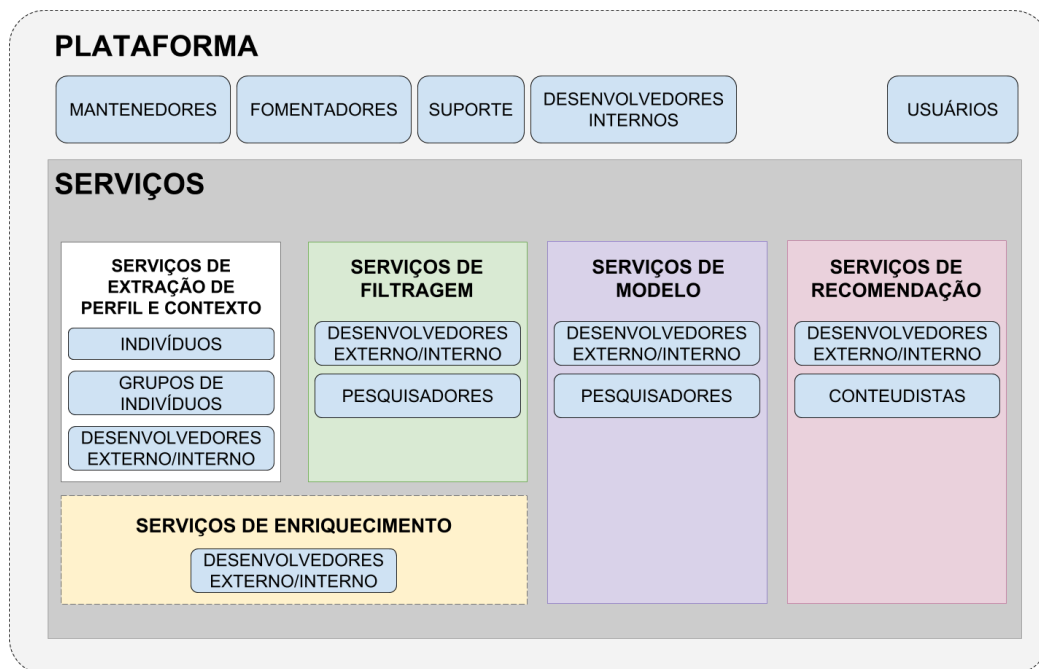


Figura 21 - Componentes sociais e suas interações no R.ECOS.

Entre os atores identificados na literatura e validados no estudo exploratório existem diversos papéis a serem desempenhados, sendo primariamente categorizados entre *keystones*, provedores ou consumidores, adaptado de (ABDALLA et al., 2017; BOSCH-SIJTSEMA; BOSCH, 2015). A Figura 21 apresenta onde os atores interagem com a plataforma e seus outros componentes.

#### 3.4.1.1. *Keystones*

Representa a categoria primária dos atores responsáveis pela definição, criação e gerenciamento da plataforma do ECOS. Nesta categoria estão inseridos os mantenedores, fomentadores, desenvolvedores internos e suporte.

Os **mantenedores** são apresentados, geralmente, na forma de organizações, e são responsáveis pela criação e manutenção da plataforma tecnológica de suporte ao ECOS, assim como a disponibilização de toda documentação, configuração dos servidores e repositórios onde estão disponíveis os componentes tecnológicos necessários para o seu pleno funcionamento. É possível dizer que a plataforma só existe, a princípio, pelo papel desempenhado por atores com este perfil. Ainda são responsáveis pela definição de padrões de acesso e segurança. Como exemplo é possível citar o Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Conhecimento<sup>7</sup> da UFJF, responsável pela proposta.

Já os **fomentadores** são as organizações responsáveis por estimular o desenvolvimento de projetos como o apresentado neste estudo, através de apoio técnico e apoio financeiro. Geralmente, as organizações fornecem bolsas e auxílios para estudantes, pesquisadores e instituições. Exemplos destas organizações são CNPq<sup>8</sup>, FAPEMIG<sup>9</sup>, FAPERJ<sup>10</sup> e CAPES<sup>11</sup>.

Os **desenvolvedores internos** fazem parte dos atores responsáveis pela criação do ECOS, pois auxiliam na implementação dos componentes tecnológicos da plataforma, assim como serviços de recomendação. Entre os componentes tecnológicos estão os serviços, as APIs e ainda os dispositivos utilizados para auxiliar no uso correto da plataforma.

Vislumbrando que novos atores possam ter dificuldade em utilizar a plataforma tecnológica e seus componentes, é necessário definir o papel de **suporte** dos atores, onde estes auxiliam outros atores na utilização dos recursos da plataforma. Podem auxiliar através dos componentes de comunicação síncrona ou assíncrona, como e-mail, *helpdesk* e fóruns de discussão.

#### 3.4.1.2. Provedores

---

<sup>7</sup><http://www.ufjf.br/nenc/>

<sup>8</sup><http://cnpq.br/>

<sup>9</sup><http://www.fapemig.br/>

<sup>10</sup><http://www.faperj.br/>

<sup>11</sup><http://www.capes.gov.br/>

Categoria dos atores que agregam valor à plataforma, com contribuições em elementos cruciais ao ECOS. Alguns atores específicos dessa categoria são os desenvolvedores externos, conteudistas, pesquisadores e apoio.

Os **desenvolvedores externos** são contribuintes essenciais neste ECOS, pois são estes que implementam novos serviços de recomendação e os disponibilizam para toda a comunidade poder utilizar.

Os **conteudistas** são semelhantes à definição de VEIGA (2016), sendo apresentados como os atores que desenvolvem conteúdo educacional em forma de vídeo, texto, áudio, jogos ou qualquer outra forma de mídia que possa ser recomendada, sendo que no contexto deste estudo, também são consideradas as mídias sem conteúdo educacional.

Atores com perfil de **pesquisadores** possuem a prerrogativa de propor novas soluções, como técnicas ou algoritmos, para o desenvolvimento de serviços de recomendação, como, por exemplo, uma nova técnica de filtragem em um SR.

Atores externos à plataforma, que auxiliam os consumidores do ECOS, são os chamados **apoio**, que auxiliam os usuários na configuração da camada *adaptador* na interface onde os recursos são recomendados, e também qualquer outra funcionalidade no processo do uso da plataforma tecnológica. Por serem externos à plataforma, estes atores não estão na Figura 21.

#### 3.4.1.3. Consumidores

Atores que consomem as soluções do ECOS, ou seja, são os usuários finais da plataforma do ECOS, ou indivíduos que receberão os recursos personalizados apresentados pelo SR.

Os **usuários** da plataforma, também conhecidos por usuários finais, são atores que fazem uso da plataforma tecnológica R.ECOS, onde é possível escolher serviços de recomendação de acordo com suas necessidades para compor um SR. Estes atores conseguem construir um SR através do reuso dos componentes da plataforma do ECOS, ou reutilizarem alguns serviços específicos. Não é necessário possuírem conhecimentos técnicos avançados em programação.

Já os **indivíduos** ou **grupos** são os atores que recebem as recomendações de recursos personalizados, através dos serviços escolhidos pelos usuários. Estes atores têm seu perfil e contexto extraído para que as recomendações sejam feitas de acordo com seus interesses.

É possível ainda definir outros papéis de atores na perspectiva de ECOS com a evolução do trabalho. Neste estudo foram utilizados somente os acima. A Tabela 2 apresenta os componentes sociais identificados neste estudo, a função e alguns exemplos de cada papel.

Tabela 3 - Componentes sociais, funções e exemplos

<b>PAPEL</b>	<b>FUNÇÃO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
Mantenedores	Criar e manter a plataforma tecnológica de suporte ao ECOS.	Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Conhecimento/UFJF
Fomentadores	Estimular o desenvolvimento de projetos.	CNPq, FAPEMIG, FAPERJ, UFJF
Desenvolvedores internos	Implementar os componentes tecnológicos da plataforma, assim como serviços de recomendação.	Programadores, desenvolvedores, administradores de banco de dados
Suporte	Auxiliar outros atores na utilização dos recursos da plataforma tecnológica.	<i>Help desk</i> , atendentes
Desenvolvedores externos	Implementar serviços de recomendação a serem disponibilizados para a comunidade.	Programadores, desenvolvedores
Conteudistas	Desenvolver recursos em forma de vídeo, texto, áudio, jogos ou qualquer outra forma de mídia que possa ser recomendada.	Youtubers, autores de artigos, desenvolvedores de jogos
Pesquisadores	Propor novas soluções, como técnicas ou algoritmos, para o desenvolvimento de serviços de recomendação.	Professores pesquisadores, alunos de mestrado e doutorado
Apoio	Auxiliar os usuários na configuração da camada adaptador na interface onde os recursos são recomendados, e também qualquer outra funcionalidade no processo do uso da plataforma	Operador ou administrador do sistema, secretário ou auxiliar de professores

	tecnológica.	
Usuários	Usar a plataforma tecnológica e compor um SR de acordo com os serviços de recomendação disponíveis.	Professor em um AVA, proprietário de um site de notícias
Indivíduos ou grupos	Receber os recursos recomendados.	Alunos em um AVA, navegantes em um site

### 3.4.2. Componentes tecnológicos

Além da definição dos componentes sociais em um ECOS, é necessário definir os componentes tecnológicos que, junto com os componentes de negócio, compõem os principais elementos de um ECOS. No contexto tecnológico é possível identificar desde softwares instalados nos dispositivos dos atores até os serviços integrados na plataforma. A Figura 22 apresenta onde os componentes tecnológicos estão inseridos, de acordo com sua funcionalidade. É possível verificar que alguns componentes estão na plataforma, enquanto que outros estão divididos em algumas categorias de serviços.

A **plataforma** é a infraestrutura tecnológica de suporte para o desenvolvimento de Sistemas de Recomendação. Na plataforma está toda configuração e implementação necessária para seu correto funcionamento. É através da plataforma que os atores se relacionam com outros atores e com os componentes tecnológicos.

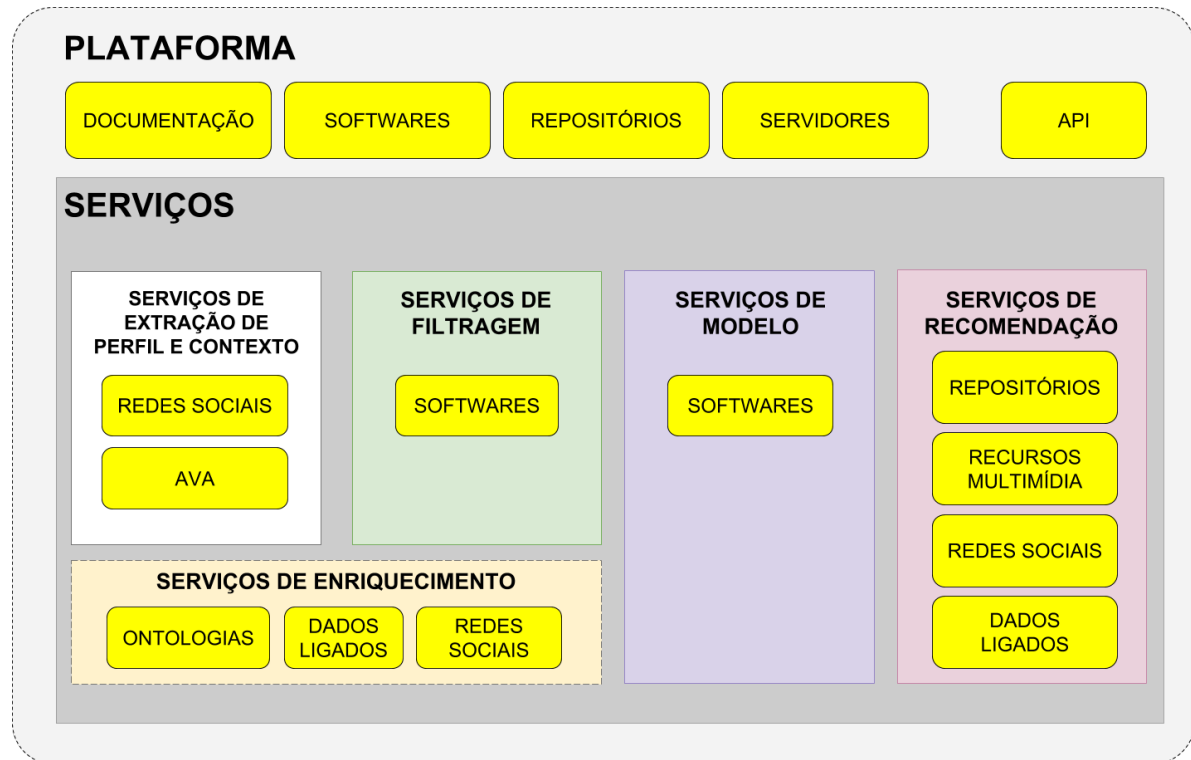


Figura 22 - Componentes tecnológicos e suas localizações no R.ECOS.

Os **softwares** podem ser utilizados para o apoio e uso dos atores na plataforma, e também para o desenvolvimento dos componentes tecnológicos. Podem ser considerados desde sistemas operacionais até softwares mais específicos. Também são considerados softwares as técnicas ou abordagens utilizadas nos serviços de recomendação. Entre os mais relevantes destacam-se: o AVA, o *marketplace* de serviços, o painel de indicadores, o fórum de discussão e o sistema de *helpdesk*.

Os **servidores** da plataforma tecnológica são os sistemas onde estão armazenados os códigos implementados e os bancos de dados da plataforma. Com intuito de utilizar tecnologia *open source*, os servidores utilizados são baseados em ferramentas gratuitas e de livre uso.

A **API** do R.ECOS é o conjunto de especificações para viabilizar a interoperabilidade e integração dos serviços internos e externos. Também estão previstas regras de segurança dos dados que circulam no ECOS. Ao utilizar a API não é necessário ter conhecimento sobre detalhes de implementação da plataforma, apenas utilizar os padrões de comunicação estabelecidos.



Os **recursos digitais** são os objetos, estáticos ou dinâmicos, que são recomendados aos atores adequados. Podem ser artigos científicos, notícias em sites, vídeos e áudios em repositórios, entre outros.

As **redes sociais** são estruturas sociais que conectam pessoas, comunidades e organizações por variados tipos de relações. Podem ser redes de amizade, redes científicas, redes de compartilhamento de informações entre outras. Através de uma rede social é possível extrair ou enriquecer o perfil de um indivíduo ou grupo de indivíduos candidato a receber recomendações de recursos.

As **ontologias** são modelos que representam conceitos e seus relacionamentos em um domínio específico, sendo utilizada para inferir novos conhecimentos. É composta por elementos como indivíduos, relacionamentos, classes e atributos. Os novos conhecimentos que podem ser inferidos ao utilizar uma ontologia podem auxiliar também na definição de perfil e contexto dos indivíduos.

Os **dados ligados** são um conjunto de dados estruturados e organizados para facilitar entendimento sobre eles. Com as informações obtidas em conjuntos de dados como estes é possível comparar e obter recursos semelhantes em diferentes fontes.

Os **repositórios de recursos digitais** são as estruturas que armazenam recursos ou informações sobre recursos, que são recomendados através de um SR. Também são utilizados para armazenar informações sobre avaliações feitas sobre as recomendações recebidas e ainda sobre o comportamento dos indivíduos no uso de um sistema.

A **documentação** para uso da plataforma tecnológica contém informações que auxiliam na correta utilização da mesma. São disponibilizadas em forma de páginas html, fóruns de discussão e wikis.

É possível ainda definir diferentes componentes tecnológicos com a evolução do trabalho. Neste estudo foram utilizados somente os acima destacados. A Tabela 4 apresenta os componentes tecnológicos identificados neste estudo, a função e alguns exemplos.

Tabela 4 - Componentes tecnológicos e exemplos

<b>PAPEL</b>	<b>FUNÇÃO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
Plataforma	Infraestrutura tecnológica de suporte a um sistema.	BROAD-ECOS, R.ECOS, E-SECO
<i>Softwares</i>	Sistemas para uso dos atores e para desenvolvimento dos componentes	Windows, Moodle, Wordpress, Android,

	tecnológicos.	<i>marketplace</i> de serviços, painel de indicadores
Servidores da plataforma	Sistemas de armazenamento dos códigos implementados e dos bancos de dados utilizados.	Apache, MySQL
API	Conjunto de especificações para interoperabilidade e integração dos serviços.	MeaningCloud, YouTube API, R.ECOS-API
Recursos digitais	Objetos que são recomendados aos indivíduos ou grupos.	Vídeos, artigos científicos, sites
Redes sociais	Estruturas que conectam pessoas, comunidades ou organizações por variados tipos de relações.	Facebook, ResearchGate, LinkedIn
Ontologias	Modelos que representam conceitos e seus relacionamentos em um domínio específico.	FOAF Ontology
Dados ligados	Conjunto de dados estruturados e organizados para facilitar entendimento sobre eles.	LinkedData, DBPedia
Repositórios de recursos digitais	Estruturas que armazenam recursos ou informações sobre recursos, que são recomendados através de um SR.	YouTube, DailyMotion, ACM Digital Library
Documentação	Informações que auxiliam na correta utilização da plataforma tecnológica.	Blog, Wiki, fóruns, tutoriais

### 3.4.3. Relacionamentos entre componentes sociais e tecnológicos

Diversas definições existentes acerca de ECOS demonstram que para a existência do ECOS deve haver relacionamentos entre seus componentes, tanto entre atores quanto entre as tecnologias envolvidas. Desta forma, MANIKAS e HANSEN (2013) afirmam que um ECOS pode ser definido como a interação entre um conjunto de atores em uma plataforma tecnológica em comum, resultando em soluções ou serviços. Ainda completam que se não

existirem interações e relacionamentos, uma plataforma tecnológica por si só não pode ser considerada um ECOS. Cada ator é motivado pelos seus interesses ou pelos modelos de negócio da plataforma, estando conectado aos outros atores e softwares através de relacionamentos simbióticos, enquanto que a plataforma tecnológica é construída de forma a permitir o envolvimento e contribuição de diferentes perfis de atores.

Diante da relevância dos relacionamentos apontada pelos autores através de uma revisão de literatura, torna-se indispensável definir as possibilidades de relacionamentos entre os componentes identificados anteriormente na plataforma R.ECOS. A seguir são apresentados três exemplos de relacionamentos entre os componentes.

**Cenário de relacionamentos I:** o proprietário de um sistema deseja se cadastrar na PLATAFORMA para configurar um Sistema de Recomendação e recomendar recursos de forma automática em seu ambiente *online*. Para isto, ele acessa a PLATAFORMA através do endereço de acesso, e se cadastra com perfil de USUÁRIO. A seguir ele cadastra um novo projeto e escolhe os SERVIÇOS disponíveis no MARKETPLACE para compor seu SR. Após configurar seu ambiente para realizar requisições na R.ECOS-API, o USUÁRIO consegue recomendar recursos, e logo em seguida pode acessar a PLATAFORMA para verificar indicadores do seu projeto, utilizando o PAINEL DE INDICADORES. A Figura 23 apresenta um diagrama de caso de uso representando o cenário de relacionamentos I.

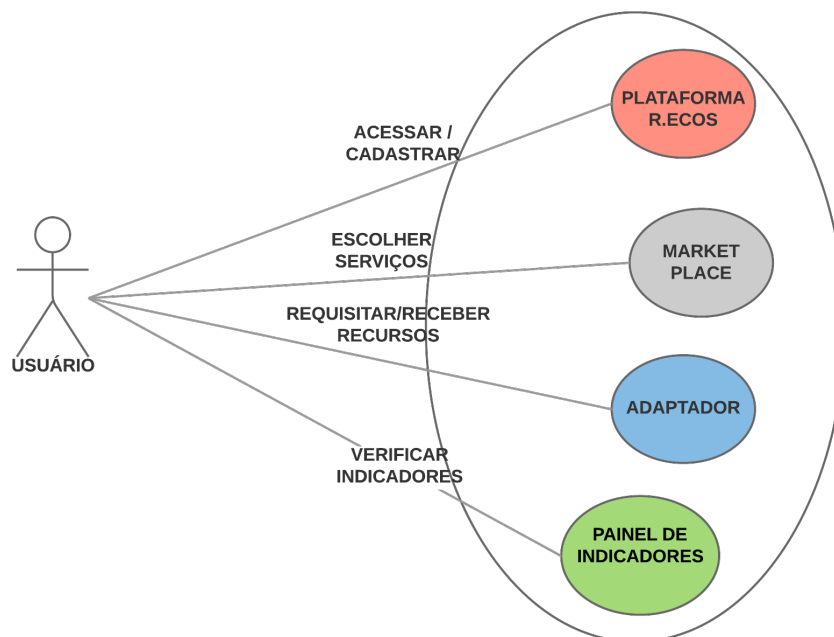


Figura 23 - Cenário de relacionamentos I.

**Cenário de relacionamentos II:** um desenvolvedor deseja compartilhar uma nova solução para filtragem em SR que ele implementou. Para isto, deve acessar e se cadastrar na PLATAFORMA com perfil de DESENVOLVEDOR EXTERNO. A seguir ele acessa a opção para cadastro de um novo SERVIÇO. Após implementar o serviço, ele acessa e verifica os padrões disponíveis na DOCUMENTAÇÃO do R.ECOS, preenche o formulário com os dados solicitados e envia seu novo serviço para ser avaliado pelo mantenedor e, posteriormente, disponibilizado ou rejeitado. A Figura 24 apresenta um diagrama de caso de uso representando o cenário de relacionamentos II.

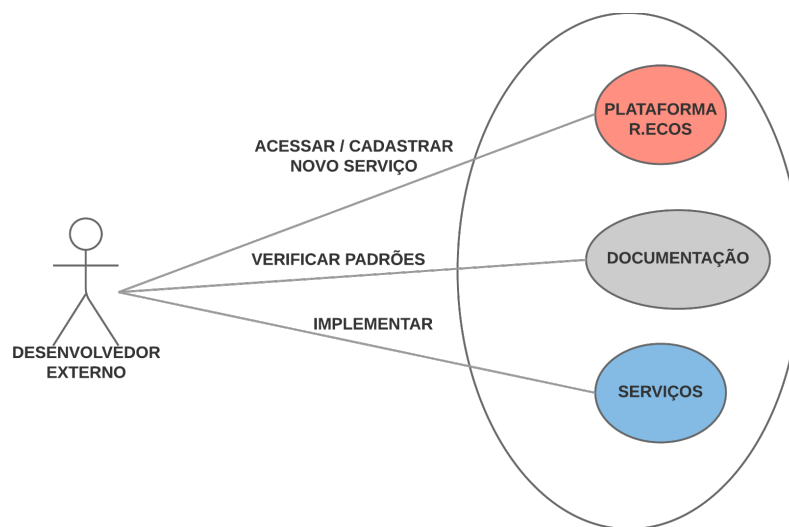


Figura 24 - Cenário de relacionamento II.

**Cenário de relacionamentos III:** um USUÁRIO está com dúvida em como configurar um novo projeto na PLATAFORMA, então ele acessa a PLATAFORMA e abre um chamado no HELPDESK (SOFTWARE) com sua dúvida. Uma notificação é enviada a um ator com perfil de MANTENEDOR que atribui este chamado para um ator com perfil de SUPORTE. Após analisar o chamado, o SUPORTE responde o chamado ao USUÁRIO. A Figura 25 apresenta um diagrama de caso de uso representando o cenário de relacionamento III.

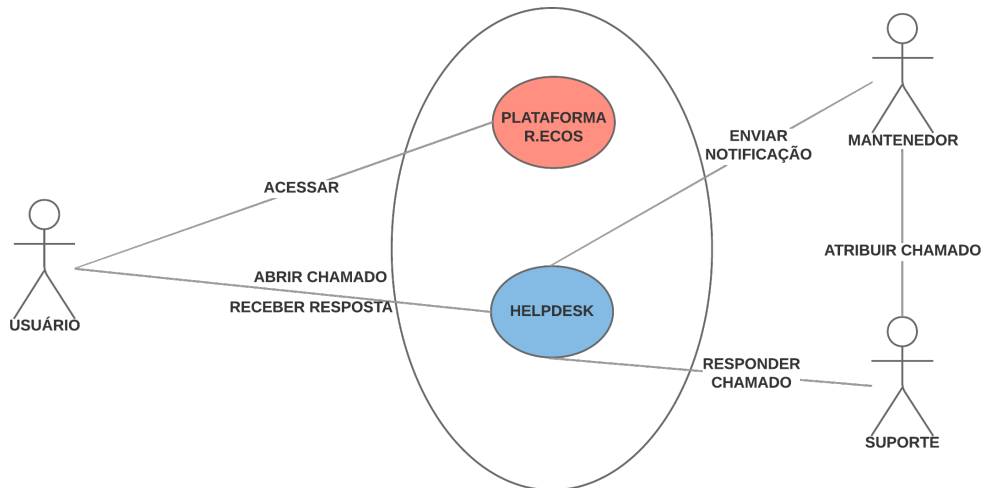


Figura 25 - Cenário de relacionamento III.

Devido ao grande número de propostas existentes, e, conseqüentemente, a grande variedade de relacionamentos que podem existir em um ECOS com características semelhantes a este proposto, é importante ressaltar que diferentes relacionamentos existentes não foram descritos neste Capítulo. Na avaliação da proposta, estão apresentados estudos de viabilidade e estudos de caso onde os relacionamentos são abordados com mais detalhes que os apontados acima.

### 3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste Capítulo foi apresentada a abordagem de Sistemas de Recomendação sob a perspectiva de ECOS, para promover reuso e compartilhamento de soluções entre diversos colaboradores. Foram apresentados os componentes básicos necessários para a existência de um Sistema de Recomendação, onde existem as quatro etapas principais extração de perfil e contexto, filtragem, modelo e recomendação, além da etapa auxiliar enriquecimento de perfil e contexto. No escopo deste estudo, a partir desta composição é possível construir um SR totalmente funcional.

A partir desta composição foi definido o núcleo da arquitetura da plataforma R.ECOS que será apresentada no próximo Capítulo, onde cada etapa citada é considerada um tipo de serviço de recomendação, com características baseadas em *web services*, que se comunicam através de padrões definidos em uma API.

A seguir foram identificados componentes essenciais em um ECOS para Sistemas de Recomendação, categorizados entre componentes sociais e tecnológicos, através de uma revisão da literatura e um estudo exploratório para validação dos componentes encontrados.

No próximo Capítulo é apresentada a plataforma R.ECOS, com sua arquitetura, suas camadas e ainda a implementação da plataforma e seus componentes tecnológicos.

#### 4. PLATAFORMA R.ECOS

Este Capítulo apresenta a plataforma tecnológica R.ECOS, que é proposta para suportar um ECOS para recomendação de recursos a usuários. Através da plataforma é possível integrar suas soluções com soluções externas, facilitando o desenvolvimento, reuso e compartilhamento dos seus produtos.

No desenvolvimento do R.ECOS foi utilizado o modelo de desenvolvimento incremental, que combina vantagens do modelo cascata, porém sendo aplicado de forma iterativa (PRESSMAN, 2011). O modelo é dividido em ciclos (incrementos) que contém as fases de comunicação, planejamento, modelagem (análise e projeto), construção (codificação e testes) e entrega (Figura 26). O primeiro ciclo realizado gerou o primeiro esforço de implementação da plataforma, que foi utilizado nos estudos de viabilidade apresentados no capítulo 5. A partir desta primeira versão, novos ciclos de desenvolvimento foram realizados para ser possível inserir novos componentes na plataforma, e ainda promover melhorias de usabilidade e correção de defeitos.

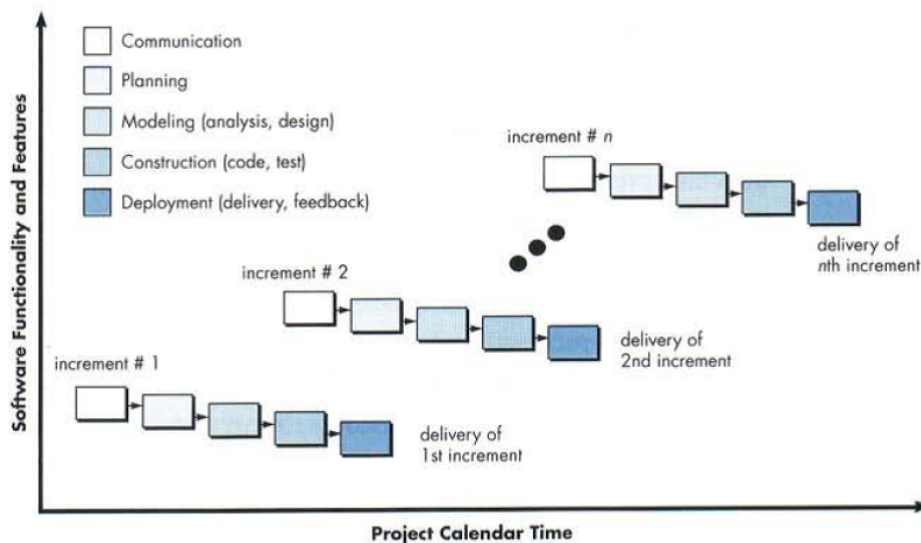


Figura 26 - Modelo incremental aplicando diversos ciclos com o passar do tempo (PRESSMAN, 2011).

O núcleo da plataforma do Ecosistema foi o primeiro a ser desenvolvido, por ser considerada a parte mais importante no contexto desta proposta gerando. A seguir foram implementados os módulos que permitem o cadastro e a interação entre os atores presentes na plataforma, através da definição dos acessos que cada perfil. Logo após, foram implantados os demais componentes tecnológicos que foram identificados e validados anteriormente. Apesar de seguir um modelo incremental, uma versão completa e final do produto desenvolvido não

está disponível nessa dissertação, tendo em vista que o ecossistema está em constante evolução.

A seguir é descrita a arquitetura da plataforma, as tecnologias escolhidas e ainda detalhes da implementação, com suas páginas, painéis e componentes tecnológicos para seu correto uso.

#### 4.1. ARQUITETURA DA PLATAFORMA R.ECOS

A arquitetura da plataforma de um Ecossistema de Software é definida como a estrutura do ECOS em relação aos seus elementos, as propriedades destes elementos e o relacionamento entre eles. Os elementos de um ECOS são os sistemas, os componentes dos sistemas e os atores, enquanto que os relacionamentos podem ser alusivos tanto à parte tecnológica quanto aos atores (MANIKAS; HANSEN, 2013).

O domínio dos SR é um cenário com soluções fragmentadas e específicas, onde diversos serviços são desenvolvidos por diferentes organizações, e dificilmente são integrados em uma solução unificada. Visando melhorar este cenário, o atual estudo propõe a plataforma baseada em reuso R.ECOS, para recomendação de recursos sob a perspectiva de ECOS, definindo sua estrutura, regras, tecnologias e possíveis papéis de atores.

O desenvolvimento desta plataforma foi realizado com intuito de incentivar a integração com serviços e ECOS externos, sendo implementado utilizando software livre e com código aberto. Para se tornar possível, algumas características são adicionadas à plataforma, como a **não restrição à tecnologia** ao utilizar uma arquitetura de comunicação que permita ser consumida por sistemas de diferentes linguagens e padrões; a **integração com APIs externas já conhecidas pela comunidade**, incentivando a implementação de soluções dentro do ECOS; e a **existência de um marketplace de serviços de recomendação** onde é possível que usuários e desenvolvedores externos tenham acesso às soluções já existentes, promovendo e facilitando o reuso destes serviços.

A plataforma R.ECOS possui sua arquitetura orientada à serviços (SOA), sendo assim interoperável, se comunicando de forma transparente com outras soluções e serviços. A adoção de SOA foi considerada pelos seguintes princípios apontados por (VEIGA, 2016): (i) eficiência de infraestrutura e desenvolvimento; (ii) reuso dos serviços; (iii) composição de aplicações a partir de serviços; e (iv) agilidade, flexibilidade e alinhamento ao oferecer uma



arquitetura que define padrões de informação e modelos que permitem a validação de conformidade em relação ao padrão estabelecido.

A Figura 27 apresenta a arquitetura da plataforma R.ECOS, com seu núcleo, camadas de configuração, adaptador e interface, e ainda seus componentes tecnológicos e sociais.

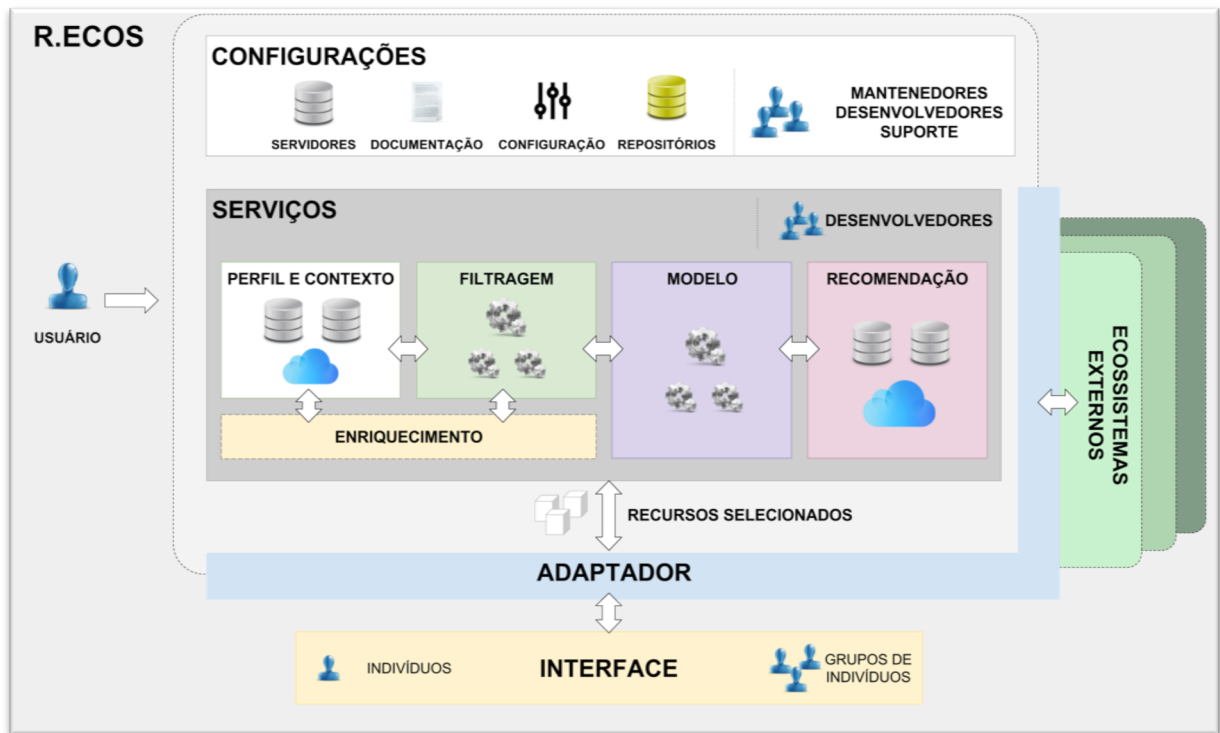


Figura 27 - Arquitetura da plataforma R.ECOS, com suas camadas e seus componentes sociais e tecnológicos.

#### 4.1.1. Camada Serviços

A camada serviços (Figura 16) é o núcleo da arquitetura da plataforma R.ECOS. Os atores com papel de desenvolvedor interno ou externo desempenham sua função nesta camada, através da implementação dos serviços. A partir da composição dos serviços disponíveis é possível construir os Sistemas de Recomendação, que geram recomendações de recursos aos interessados.

As categorias de serviços disponíveis são: extração de perfil e contexto, enriquecimento de perfil e contexto, filtragem, modelo e recomendação. A seção 3.2 apresentou cada tipo de serviço que está disponível atualmente na plataforma.

### 4.1.2. Camada de Configuração

A camada de configuração está sob a responsabilidade dos atores com perfil de mantenedores. Nesta camada estão disponibilizadas a documentação do R.ECOS, com as especificações de suas integrações, funções, parâmetros, entre outros, juntamente com *wikis* e fóruns de discussão, facilitando assim sua utilização e incentivando a dimensão social do ECOS.

Nesta camada estão configurados os servidores onde componentes tecnológicos e os serviços estão hospedados. Nesta camada atuam os atores com perfis de desenvolvedores internos, responsáveis pela implementação destes serviços, e ainda os atores com perfil de suporte, auxiliando no uso da plataforma.

### 4.1.3. Camada Adaptador

Com intuito de facilitar a interação entre componentes distintos, neste caso as soluções do R.ECOS e o ambiente onde serão realizadas as recomendações, foi definida a camada adaptador. Esta camada é baseada nos adaptadores presentes em propostas anteriores. ALARIO-HOYOS e WILSON (2010) apresentaram adaptadores que são utilizados como extensões de AVAs para que possam se comunicar com ferramentas externas sem que sejam necessárias alterações. Utilizando o padrão de projeto do *Adapter* (GAMMA et al., 1995), DODERO et al. (2015) propuseram o projeto ASCETA, com objetivo de melhorar a integração de recursos web, aplicações e serviços já existentes com AVAs, utilizando modelos de web semântica e dados ligados. A camada *adaptador* do R.ECOS é definida com características semelhantes à proposta por VEIGA (2016).

A camada *adaptador* é diretamente adaptada aos ambientes dos usuários onde os recursos são recomendados, como um AVA, uma rede social, um site ou qualquer outro ambiente onde usuários possam estar conectados. O adaptador se apresenta como uma intervenção no código-fonte do ambiente, um *plug-in*, ou uma extensão.

### 4.1.4. Camada de Interface

Esta camada representa o local por onde os indivíduos e grupos recebem as recomendações de recursos. Do ponto de vista destes atores não existe conhecimento sobre a utilização de uma plataforma para realização destas recomendações.

Exemplos desta camada são sites na Internet, sistemas diversos, AVAs e até mesmo aplicativos para *smartphones*.

## 4.2. IMPLEMENTAÇÃO DA PLATAFORMA

Com propósito de suportar um ECOS para SR, foi realizada a implementação da plataforma contendo os componentes tecnológicos e sociais identificados anteriormente. Também estão descritas nesta seção as tecnologias utilizadas, a primeira versão da R.ECOS-API, dispositivos para análise de indicadores e ainda informações sobre a utilização da plataforma.

### 4.2.1. Soluções tecnológicas

A implementação da plataforma foi realizada utilizando linguagens e banco de dados de uso gratuitos, como HTML, PHP e Javascript, juntamente com o banco de dados MySQL. A Figura 28 apresenta especificações de tecnologias utilizadas nesta implementação.

A Camada de Configuração pode ser dividida em três subcamadas: (i) servidores e repositórios, (ii) gerência de configuração de software, e (iii) documentação.

Na subcamada de servidores e repositórios as tecnologias utilizadas são as linguagens PHP, jQuery, HTML5 e CSS3, o banco de dados MySQL e o servidor HTTP Apache. Na subcamada gerência de configuração de software, a tecnologia utilizada é a plataforma de hospedagem de código-fonte e controle de versão GitHub. Na subcamada documentação é utilizado o software de gestão de conteúdo Wordpress, juntamente com seus *plug-ins* BuddyPress (para criação de comunidades online) e bbPress (disponibilizando um fórum de discussões).

A camada dos serviços de recomendações utiliza a tecnologia semelhante à subcamada de servidores e repositórios, como as linguagens e banco de dados utilizados. Em relação a cada serviço, é possível ainda utilizar, em conjunto, diferentes tecnologias de acordo com o tipo do serviço.

Serviços de extração de perfil e contexto utilizam tecnologias como a rede social Facebook e o AVA Moodle. Os serviços de recomendações utilizam tecnologias como YouTube API, MeaningCloud e DBPedia.

A solução tecnológica adotada para o desenvolvimento da camada Adaptador foi a utilização de uma API, denominada R.ECOS-API, que disponibiliza diversas ações a serem executadas pelos usuários da plataforma R.ECOS, como solicitar recursos para recomendação, acessar estes recursos e também enviar feedback sobre as recomendações realizadas. Esta API utiliza a notação JSON para comunicação entre os componentes, baseando-se na arquitetura REST.

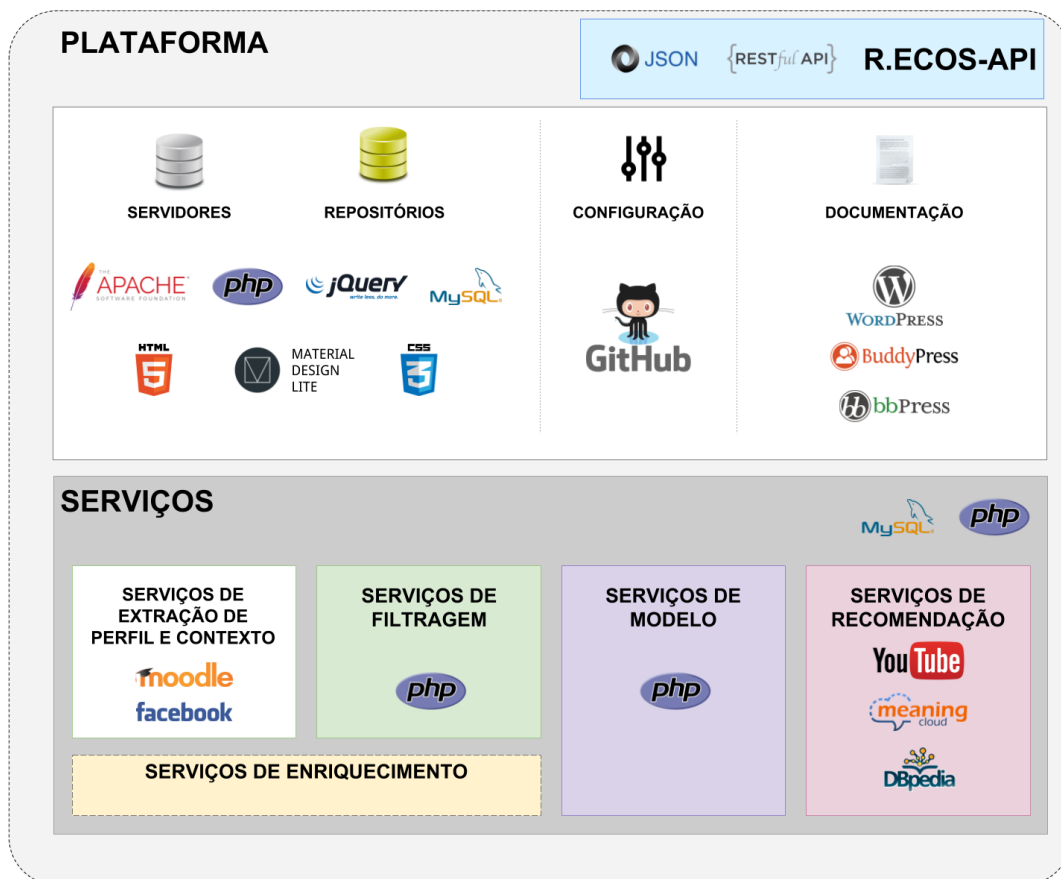


Figura 28 – Arquitetura da plataforma R.ECOS com suas principais tecnologias.

#### 4.2.2. R.ECOS-API

A definição de uma API consistente e de fácil utilização traz benefícios a um ECOS, pois através dela é possível consumir as soluções disponíveis e ainda auxiliar na integração com ECOS externos. Por isso, a R.ECOS-API segue os padrões da arquitetura REST, permitindo requisições na plataforma através de chamadas do tipo GET, POST e PUT. É responsável por toda orquestração e fluxo das informações entre os serviços dentro da plataforma.

Em toda requisição na R.ECOS-API é obrigatória a utilização de uma chave de segurança, chamada neste trabalho de *token*, sendo obtida pelo usuário da plataforma ao se cadastrar e criar um novo projeto, composto pelos serviços disponíveis. A Figura 29 apresenta um diagrama de sequência representando o fluxo de requisições à R.ECOS-API.

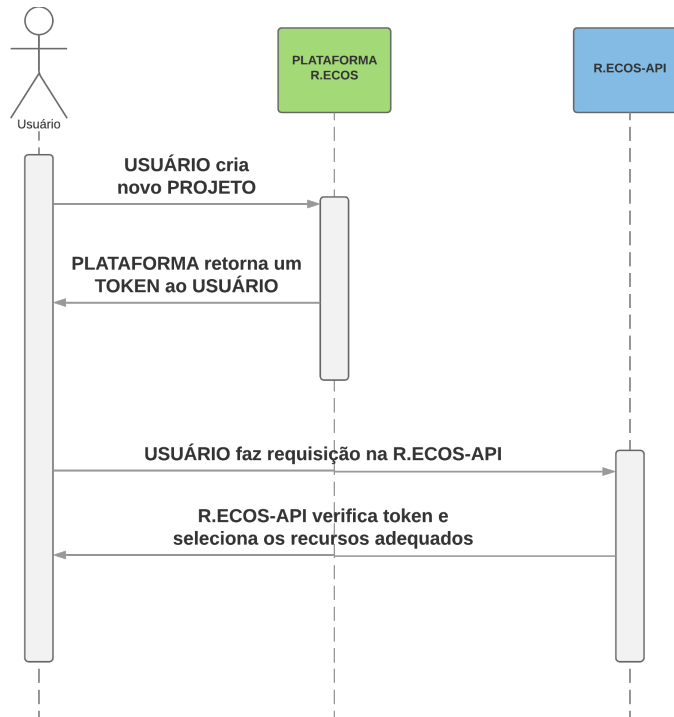


Figura 29 – Diagrama de sequência representando o fluxo de requisições na R.ECOS-API.

Do ponto de vista dos usuários da plataforma, a R.ECOS-API funciona como uma caixa preta, não sendo necessário conhecimento técnico por parte deles, somente com a obrigatoriedade de ter que realizar requisições seguindo os padrões disponíveis na documentação da plataforma.

#### 4.2.3. Painel de indicadores

Com o propósito de acompanhar o funcionamento e uso do ECOS, foram definidos na plataforma R.ECOS dois painéis com informações estatísticas do ecossistema e dos projetos cadastrados na plataforma. O objetivo desses painéis é prover informações e organizá-las para facilitar o entendimento das mesmas, e posterior realização de análises pelos usuários donos dos projetos e também pelos mantenedores do ECOS.

Um dos painéis disponíveis é referente a cada projeto cadastrado pelos usuários. Os indicadores disponíveis neste painel são relacionados às métricas de sistemas de recomendação, para verificar a aderência das recomendações com o perfil dos consumidores.

Ao visualizar indicadores como quantidade de recursos recomendados, quantidade de cliques nos recursos e quantidade de rejeições explícitas aos recursos, é possível saber quais recursos estão sendo aderentes ou não a estes indivíduos ou grupo de indivíduos. Um exemplo de utilização deste painel é apresentado nas avaliações do Capítulo 5.

Voltado para análise da saúde do ECOS, também está disponível na plataforma um painel para análise dos indicadores apresentados por (JANSEN, 2014). Atualmente, o R.ECOS disponibiliza indicadores relacionados principalmente à criação de nicho e robustez. Com a evolução do trabalho, novos indicadores serão disponibilizados. Através do mecanismo de avaliação destes indicadores é possível verificar informações para tomada de decisões pelos atores com perfil de mantenedores do ECOS. A Figura 30 apresenta o painel com indicadores sobre o R.ECOS. Neste momento estão sendo analisadas quantidades de usuários ativos e inativos, quantidade de projetos que estão realizando requisições, e ainda quantidade total de requisições realizadas através da R.ECOS-API.

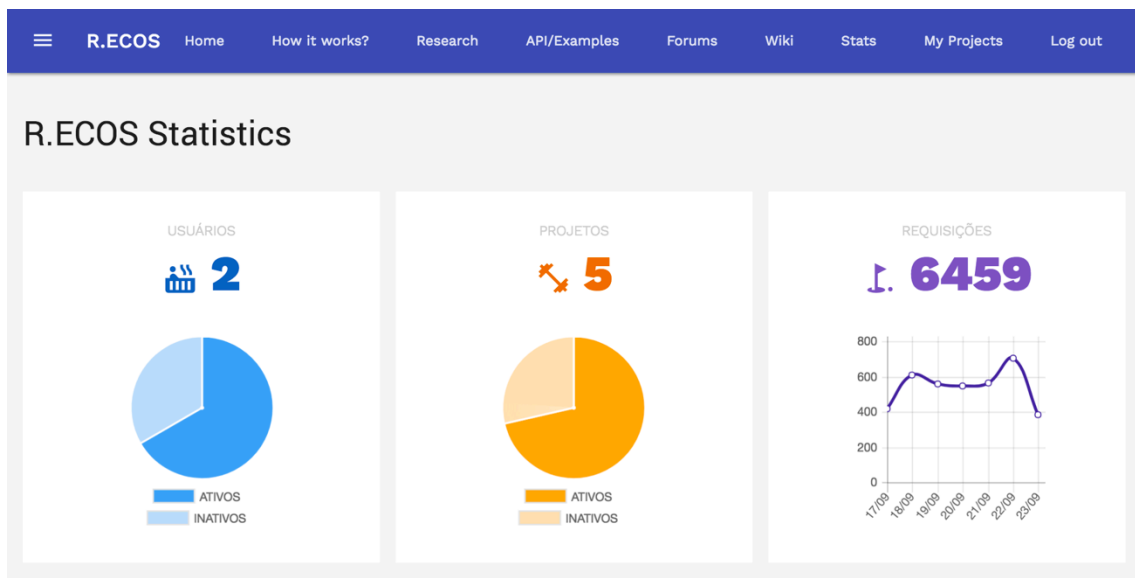


Figura 30 - Painel de indicadores sobre R.ECOS.

#### 4.2.4. Utilização da plataforma

A plataforma é acessível através do endereço **http://recos.online**, onde é possível se cadastrar como usuário final, verificar quais serviços de recomendação estão disponíveis e ainda ter acesso à toda documentação oficial e fóruns de discussões.

Para utilizar a plataforma como um usuário, o primeiro passo necessário é realizar o cadastro, preenchendo o formulário com informações como e-mail e senha de acesso, como apresentado na Figura 31.

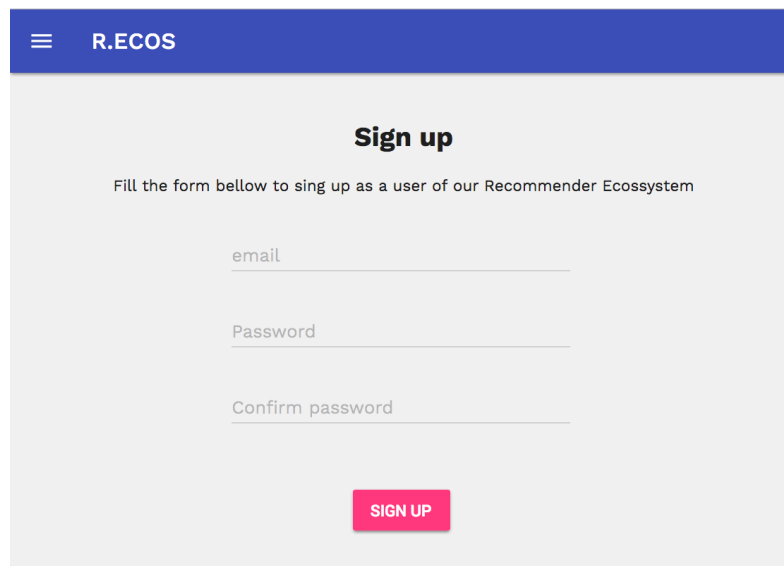


Figura 31 - Tela de cadastro na plataforma R.ECOS.

Tendo confirmado seu cadastro e efetivado o *login* na plataforma com suas credenciais, é permitido ao usuário cadastrar um novo projeto (Figura 32), e ao confirmar o cadastro é apresentado ao usuário o *token* único deste projeto (Figura 33), utilizado para realizar requisições através da R.ECOS-API.

Figura 32 - Formulário para registro de um novo projeto.

Project Title	Services	stats	edit	delete
<b>Gestao Escolar</b> key: c41a0c9dd1f509feee57b965c9e5bf9f <a href="#">getResources</a>	Gestao Escolar Method	📊	✏️	🗑️
<b>Inovar Publico</b> key: 4e5aa0f7146bea5e552352add94c2302 <a href="#">getResources</a>	Gestao Escolar Method	📊	✏️	🗑️
<b>Instituto Tres Rios</b> key: 770591dcd71df400ff33306003fcbccb <a href="#">getResources</a>	Gestao Escolar Method	📊	✏️	+

Figura 33 -Lista de projetos com seu *token* e opções para ver estatísticas, editar ou excluir.

Cada projeto cadastrado é composto por 4 tipos diferentes de serviços: um de extração e/ou enriquecimento de perfil, um serviço de filtragem, outro do tipo do modelo de recomendação e, finalmente, um de recomendação, seguindo os componentes básicos de um SR da Figura 15.

Tendo um projeto cadastrado, e a camada adaptador em funcionamento, é possível realizar requisições no R.ECOS utilizando o *token* específico do projeto e seguindo a documentação de uso da plataforma.

#### 4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO



A arquitetura de uma plataforma tecnológica que dê suporte a um ECOS para recomendação de recursos foi apresentada neste Capítulo. Foi utilizado software livre e com código aberto, e a arquitetura e implementação foram definidas levando em conta características como a não restrição à tecnologia utilizada, integração com APIs já conhecidas na comunidade, incentivando o uso das soluções deste ECOS e ainda a existência de um *marketplace* de serviços de recomendação. Ainda foram definidas as camadas que compõem a arquitetura, sendo as camadas de configuração, interface e adaptador.

Uma implementação foi realizada com os componentes identificados e validados anteriormente, ao definir as soluções tecnológicas utilizadas e ainda o desenvolvimento da R.ECOS-API, para definição dos padrões de comunicação no ECOS.

No próximo Capítulo são apresentadas as avaliações da plataforma R.ECOS, onde são apresentados dois estudos de viabilidade e dois estudos de caso.

## 5. AVALIAÇÃO

Neste Capítulo são apresentadas as avaliações realizadas da plataforma tecnológica do R.ECOS de suporte à construção de Sistemas de Recomendação, objetivo principal dessa dissertação. São avaliadas características como a viabilidade de uso dos componentes tecnológicos da plataforma, a integração do R.ECOS com diferentes ECOS e APIs, a qualidade das recomendações de recursos realizadas e ainda a contribuição de atores externos.

Para responder a questão de pesquisa apresentada no Capítulo 1 foi implementada a plataforma R.ECOS com seus componentes tecnológicos e possíveis papéis de atores necessários para suportar o ECOS e realizados dois estudos de viabilidade e dois estudos de caso. Com a implementação da plataforma do ecossistema tornou-se viável avaliar os objetivos do estudo, uma plataforma tecnológica para suportar um ecossistema de software para recomendação de recursos a usuários, permitindo a integração entre suas soluções e de outros ecossistemas e ainda facilitar o desenvolvimento, reuso e compartilhamento destas soluções em SR.

Os objetivos de cada estudo de viabilidade e de cada estudo de caso foram definidos de acordo com a abordagem *Goal/Question/Metric* (GQM) (BASILI, 1992), conforme o seguinte padrão:

- ***“Analisar o <objeto do estudo> com a finalidade de <objetivo> com respeito à <foco da qualidade> do ponto de vista de <perspectiva> no contexto de <contexto>.”***

Ao realizar os estudos de viabilidade e os estudos de caso, foi necessário obter informações com cada um dos atores participantes. De acordo com as características dos estudos, foi realizada uma coleta de dados informal, sendo possível obter evidências que são apresentadas no final de cada estudo, no item Evidências Observadas.

Após análise dos resultados dos estudos de viabilidade foram necessárias algumas adaptações na plataforma tecnológica desenvolvida. Seguente à essas modificações foram realizados os estudos de caso para então serem finalizadas as avaliações do ecossistema.

### 5.1. ESTUDOS DE VIABILIDADE

Ao desenvolver um primeiro esforço de implementação da plataforma R.ECOS, mostra-se necessário coletar informações que possam auxiliar na tomada de decisões em

relação às tecnologias utilizadas e à arquitetura proposta, características consideradas relevantes e que podem causar desperdício de esforço caso não sejam apropriadamente definidas.

Desta forma, como a primeira etapa da avaliação objetiva verificar a viabilidade da arquitetura e das tecnologias adotadas no desenvolvimento da plataforma, o Estudo de Viabilidade apresenta-se como uma opção adequada a ser utilizada. O objetivo principal de um estudo de viabilidade é criar uma quantidade suficiente de conhecimento sobre a aplicação de uma tecnologia, sem tentar, a princípio, encontrar uma resposta definitiva à questão de pesquisa (SHULL et al., 2004). Desta forma, o pesquisador consegue avaliar se esta tecnologia atende aos objetivos inicialmente definidos, justificando a continuação ou não da pesquisa. MAFRA, BARCELOS e TRAVASSOS (2006) completam que o conhecimento obtido com a aplicação de um estudo de viabilidade fornece base para o refinamento da tecnologia estudada e também para a geração de novas hipóteses a serem investigadas em pesquisas futuras.

No contexto desta pesquisa os estudos de viabilidade permitem demonstrar a viabilidade técnica da arquitetura proposta e tecnologias escolhidas para o desenvolvimento da plataforma. Sendo assim, o primeiro estudo de viabilidade apresenta o funcionamento dos componentes tecnológicos propostos no R.ECOS, utilizados por um colaborador externo para cadastrar um novo serviço de recomendação na plataforma. A seguir, o segundo estudo de viabilidade apresenta a construção de um SR, utilizando os recursos da plataforma implementada, em um site na Internet, através dos quais são recomendados recursos de vídeos sobre o assunto específico do site.

A estrutura utilizada nos estudos de viabilidades é adaptada das etapas de formalização de estudos de caso apresentadas por WOHLIN et al. (2012): (I) definição do estudo; (II) formalização do objetivo; (III) planejamento; (IV) execução; e (V) apresentação das evidências observadas.

#### **5.1.1. Estudo de viabilidade I - Cadastro de novos serviços por desenvolvedores externos**

Este estudo de viabilidade avalia o funcionamento dos componentes tecnológicos desenvolvidos na plataforma. Estes componentes são utilizados por um ator com papel de DESENVOLVEDOR EXTERNO, que possui o objetivo de cadastrar na plataforma um novo serviço de recomendação desenvolvido por ele.

O serviço desenvolvido é do tipo EXTRAÇÃO DE PERFIL E CONTEXTO, chamado *recos-profiling-researchgate*, onde são extraídas informações sobre usuários da REDE SOCIAL ResearchGate, analisando os relacionamentos entre pesquisadores do tipo “*segue*”, “*é seguido*” e “*colabora com*”.

Para desenvolver a plataforma e seus componentes foram utilizadas as tecnologias apresentadas no Capítulo 4, adotando prioritariamente as gratuitas e de livre uso. As linguagens de programação são PHP, HTML e Javascript, e o banco de dados é o MySQL.

Os atores envolvidos neste estudo de viabilidade são: DESENVOLVEDOR EXTERNO, MANTENEDORES, SUPORTE e INDIVÍDUOS. Os componentes tecnológicos são: PLATAFORMA, FÓRUM DE DISCUSSÃO, HELPDESK, DOCUMENTAÇÃO OFICIAL, MARKETPLACE, REDE SOCIAL e SERVIÇO. A Figura 34 apresenta os componentes tecnológicos e sociais envolvidos neste estudo de viabilidade.

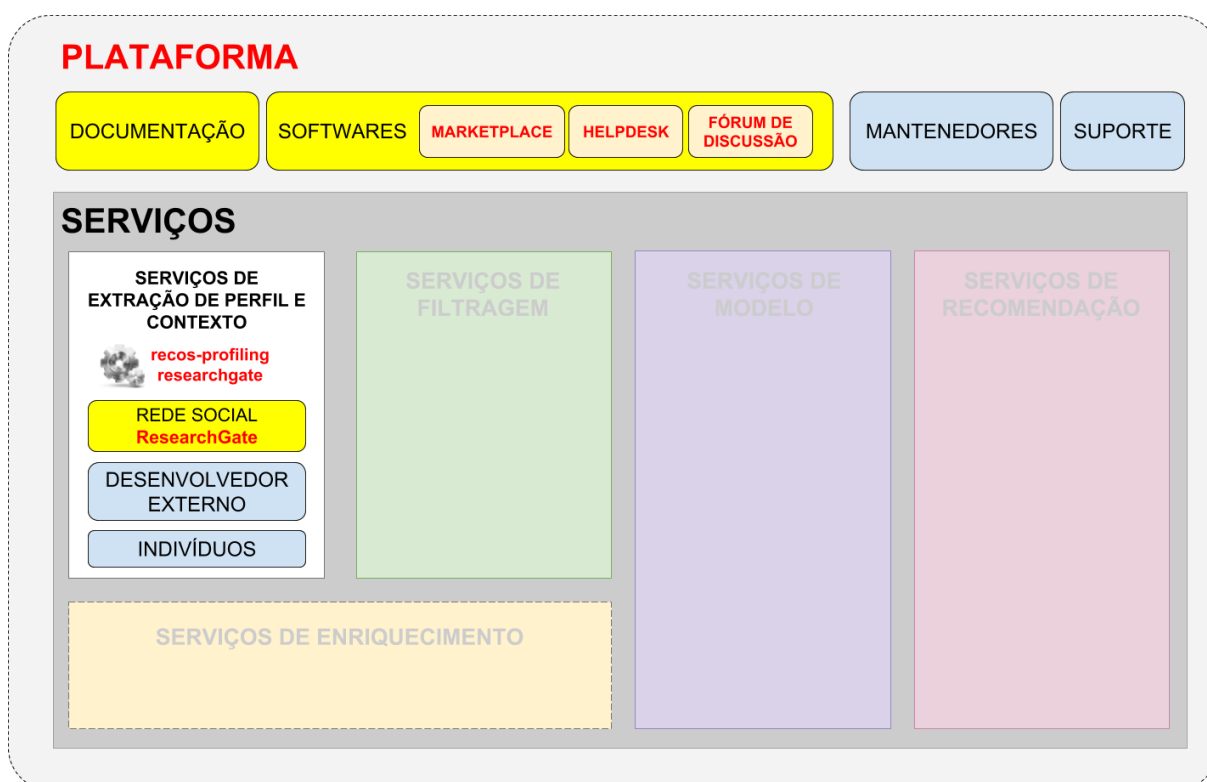


Figura 34 - Componentes tecnológicos e sociais do Estudo de Viabilidade I.

#### 5.1.1.1. Objetivo

O objetivo deste estudo de viabilidade é **analisar** a plataforma R.ECOS e seus componentes, **com a finalidade de** demonstrar a viabilidade de cadastro de novos serviços

**com respeito aos** elementos sociais facilitadores, como documentação oficial, fóruns de discussão e sistema de *helpdesk* **do ponto de vista dos** colaboradores externos **no contexto** de recomendação de recursos.

#### **5.1.1.2. Planejamento**

Para utilizar corretamente a plataforma com intuito de disponibilizar um novo SERVIÇO de extração de perfil e contexto, foi necessário o ator com papel de DESENVOLVEDOR EXTERNO realizar seu cadastro na PLATAFORMA e consultar a DOCUMENTAÇÃO OFICIAL para desenvolver o serviço seguindo os padrões da plataforma. Em situações em que o ator possua dúvidas, é necessário consultar os FÓRUMS DE DISCUSSÃO, ou então utilizar o sistema de HELPDESK, e contar com a ajuda dos atores com papéis de SUPORTE. Além de também ajudarem no HELPDESK, os atores com papel de MANTENEDOR ainda são os responsáveis pela verificação do novo serviço cadastrado, e posterior aceite ou reprovação do mesmo. Desta forma, foi necessária a implementação de um módulo administrativo onde os MANTENEDORES verificam os serviços submetidos pelos DESENVOLVEDORES.

#### **5.1.1.3. Execução**

O cadastro na plataforma R.ECOS se deu através do endereço <http://recos.online>, no qual foi necessário preencher um formulário com informações como e-mail e senha, similar ao apresentado na Figura 31. Após receber a confirmação de seu cadastro, o usuário com perfil de DESENVOLVEDOR EXTERNO, consegue submeter novos serviços ao R.ECOS, utilizando a seção de cadastro de serviços da PLATAFORMA.

O DESENVOLVEDOR desenvolveu um novo serviço, utilizando a linguagem PHP, seguindo a DOCUMENTAÇÃO disponível no R.ECOS. Durante a implementação do serviço, o DESENVOLVEDOR se deparou com um problema na integração com a REDE SOCIAL ResearchGate. Como esta dúvida não foi sanada ao verificar a DOCUMENTAÇÃO do R.ECOS, foi necessário recorrer ao FÓRUM DE DISCUSSÕES, onde são tratados variados assuntos, desde o funcionamento da plataforma, até a implementação e melhoria dos serviços já disponíveis. A Figura 35 apresenta os tópicos mais recentes do fórum, onde é possível visualizar o nome do tópico, a última postagem realizada, e a quantidade de discussões e postagens existentes.

ID	Topic	Last post	Discussions	Posts
5	<a href="#">Ideias and sugestions</a>	<a href="#">Re: news service ideia</a>	52	16
4	<a href="#">Services licenses</a>	<a href="#">Re: how can i get my license</a>	70	30
2	<a href="#">News</a>	<a href="#">New characteristics in rour R.ECOS</a>	89	32

Figura 35 - Fórum de discussões disponível na plataforma R.ECOS.

Ao pesquisar no fórum, o DESENVOLVEDOR não obteve êxito em encontrar uma solução para seu problema, então decidiu por recorrer ao HELPDESK, onde é possível abrir chamados e serem respondidos pelo SUPORTE do R.ECOS. A Figura 36 apresenta o painel do HELPDESK pela visão de um MANTENEDOR, sendo cada chamado composto por um assunto, o nome do cliente que fez a abertura, o status atual do chamado (“aberto”, “em progresso” ou “fechado”), a prioridade definida pelos mantenedores e a data de criação do chamado.

ID	Subject	Customer Name	Status	Priority	Date creation	Action
5	How can I access my evaluations?	Victor Stroele	<span style="background-color: #28a745; color: white; border-radius: 10px; padding: 2px 5px;">in progress</span>	high	3 hours ago	<a href="#">view</a>
4	Questions about integration	André Abdalla	<span style="background-color: #dc3545; color: white; border-radius: 10px; padding: 2px 5px;">open</span>	medium	7 hours ago	<a href="#">view</a>
3	About reprovved service	Fernanda Campos	<span style="background-color: #6c757d; color: white; border-radius: 10px; padding: 2px 5px;">closed</span>	low	13 hours ago	<a href="#">view</a>

Figura 36 - Sistema de *helpdesk* disponível na plataforma R.ECOS.

Tendo suas dúvidas sanadas, o DESENVOLVEDOR finalizou a implementação do SERVIÇO e submeteu sua contribuição para análise e posterior liberação ou rejeição. Para a submissão do serviço, o DESENVOLVEDOR selecionou na PLATAFORMA a opção Cadastrar Novo Serviço e a seguir preencheu o formulário apresentado na Figura 37, onde foi

necessário inserir informações como título, descrição, categoria e ainda selecionar um arquivo compactado (.zip ou .7z) contendo os arquivos que compõem o SERVIÇO.

Figura 37 - Formulário de cadastro de um novo serviço.

Após confirmação do cadastro, o serviço não foi disponibilizado imediatamente para uso, e permaneceu com status “*pendente*”, significando que um ator com perfil de MANTENEDOR deveria realizar a verificação do serviço, aprovando ou rejeitando-o.

Neste ponto foi necessário que o MANTENEDOR analisasse o SERVIÇO registrado e realizasse testes com o serviço para verificar se segue os padrões necessários. Após esta verificação, como o serviço seguia os requisitos da PLATAFORMA, o DESENVOLVEDOR EXTERNO recebeu uma resposta sendo informado que o serviço enviado foi aceito, estando agora disponível para ele e para outros usuários através do MARKETPLACE (Figura 39).

Service Title	Description	Status	edit	delete
Demonstration service 1	This is a demonstration service, used to show how that platform works.	PENDING		
Demonstration service 2	This is a demonstration service, used to show how that platform works.	APPROVED		
Demonstration service 3	This is a demonstration service, used to show how that platform works.	REFUSED		

Figura 38 - Lista de serviços cadastrados pelo ator com perfil de desenvolvedor externo.

A Figura 38 apresenta o painel de serviços do ponto de vista de um desenvolvedor, tendo três serviços cadastrados, um com status de “*rejeitado*”, um “*aprovado*” e outro ainda como “*pendente*”, aguardando ser avaliado pelo mantenedor.

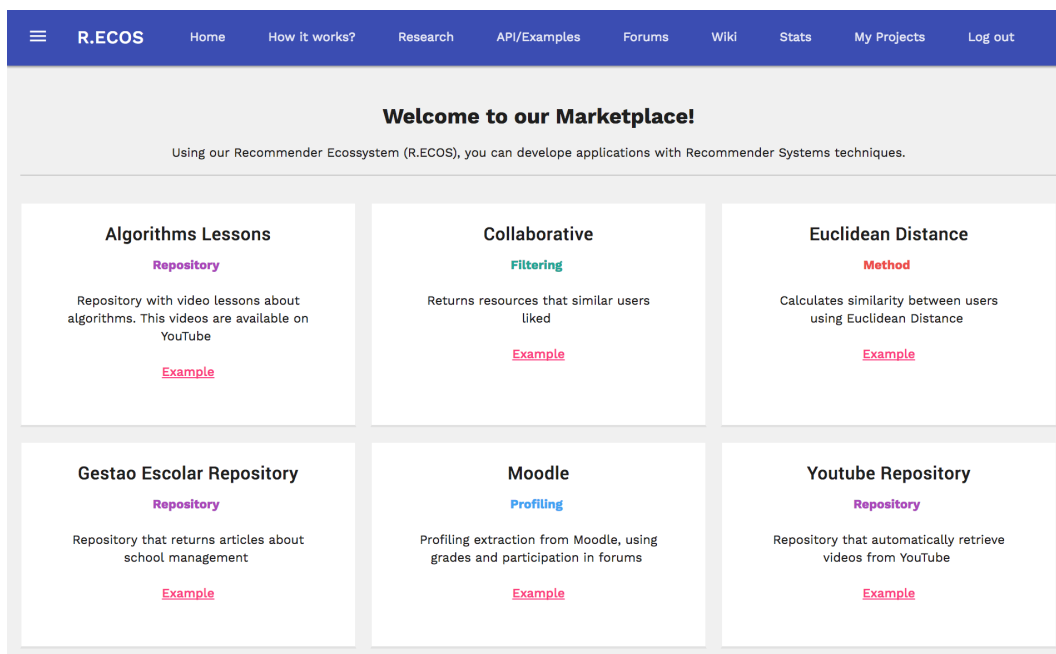


Figura 39 - *Marketplace* do R.ECOS.

#### 5.1.1.4. Evidências observadas

Neste estudo de viabilidade foi avaliado o cadastro de novos serviços de recomendação por qualquer membro da comunidade R.ECOS que se cadastra e recebe o papel de desenvolvedor externo.

Alguns dos componentes tecnológicos identificados na revisão foram validados, como o fórum de discussões, sistema de *helpdesk* e o *marketplace* de serviços. O fórum e o *helpdesk* mostraram ser relevantes ao agilizar o esclarecimento de dúvidas e facilitar novas implementações, enquanto que o *marketplace* ajuda na divulgação dos serviços ao apresentar todas as soluções já implementadas e disponíveis para uso na plataforma, contando ainda com filtros e buscas.

Apesar dos recursos disponíveis serem suficientes para resolver os problemas enfrentados pelo desenvolvedor externo, ele reportou que seria interessante que a plataforma possuísse um *chat* para comunicação instantânea, caso tenha algum ator disponível para esclarecimento de dúvidas.



Entre os atores envolvidos no estudo de viabilidade, o desenvolvedor externo tem sua participação destacada, sendo possível satisfazer sua necessidade de implementar e disseminar um novo serviço de extração de perfil utilizando a plataforma R.ECOS.

Para a implementação e disponibilização de um novo serviço no R.ECOS é necessário que o desenvolvedor externo tenha conhecimento técnico na linguagem de programação utilizada, PHP, assim como nos padrões de comunicação da R.ECOS-API, disponíveis na documentação. De acordo com o desenvolvedor, a documentação foi muito útil durante o processo, porém reportou alguns pontos na documentação que devem ser melhor descritos e apresentados, como a existência de mais tutoriais e exemplos sobre a R.ECOS-API.

Revisitando o objetivo deste estudo de viabilidade, é possível afirmar que a plataforma e seus componentes facilitaram o cadastro de novos serviços por desenvolvedores externos, ao utilizar a plataforma *online*, a documentação, fóruns de discussões, o sistema de *helpdesk* entre outros componentes.

### **5.1.2. Estudo de viabilidade II – Recomendação de vídeos sobre gestão escolar**

Um USUÁRIO apresentou a necessidade de incorporar componentes de recomendação em seu site focado em gestão escolar<sup>12</sup>. Desta forma, foi provido a ele o endereço de acesso à PLATAFORMA R.ECOS com a intenção de avaliar o seu uso para recomendar recursos em um ambiente onde não há controle sobre os consumidores do SR, pois são usuários da Internet que encontram o site através dos serviços de buscas como o Google<sup>13</sup>.

Nesse estudo foi analisada a operação de serviços já existentes no *MARKETPLACE* do R.ECOS, juntamente com o *PAINEL DE INDICADORES* utilizado para tomada de decisão. A análise considerou dois aspectos principais: (i) os resultados das recomendações realizadas no site proprietário, onde artigos relacionados à gestão escolar são publicados, e (ii) a utilização da plataforma R.ECOS pelo USUÁRIO.

Os atores envolvidos nesse segundo estudo de viabilidade são: USUÁRIO, INDIVÍDUOS e APOIO. Os componentes tecnológicos são: *MARKETPLACE*, *PAINEL DE INDICADORES* e R.ECOS-API. A Figura 40 apresenta os componentes tecnológicos e

---

<sup>12</sup> [www.gestaoescolarsimplificada.com.br](http://www.gestaoescolarsimplificada.com.br)

<sup>13</sup> [www.google.com.br](http://www.google.com.br)

sociais presentes nesse estudo de viabilidade, incluindo os serviços que compõem o SR criado no projeto em questão.

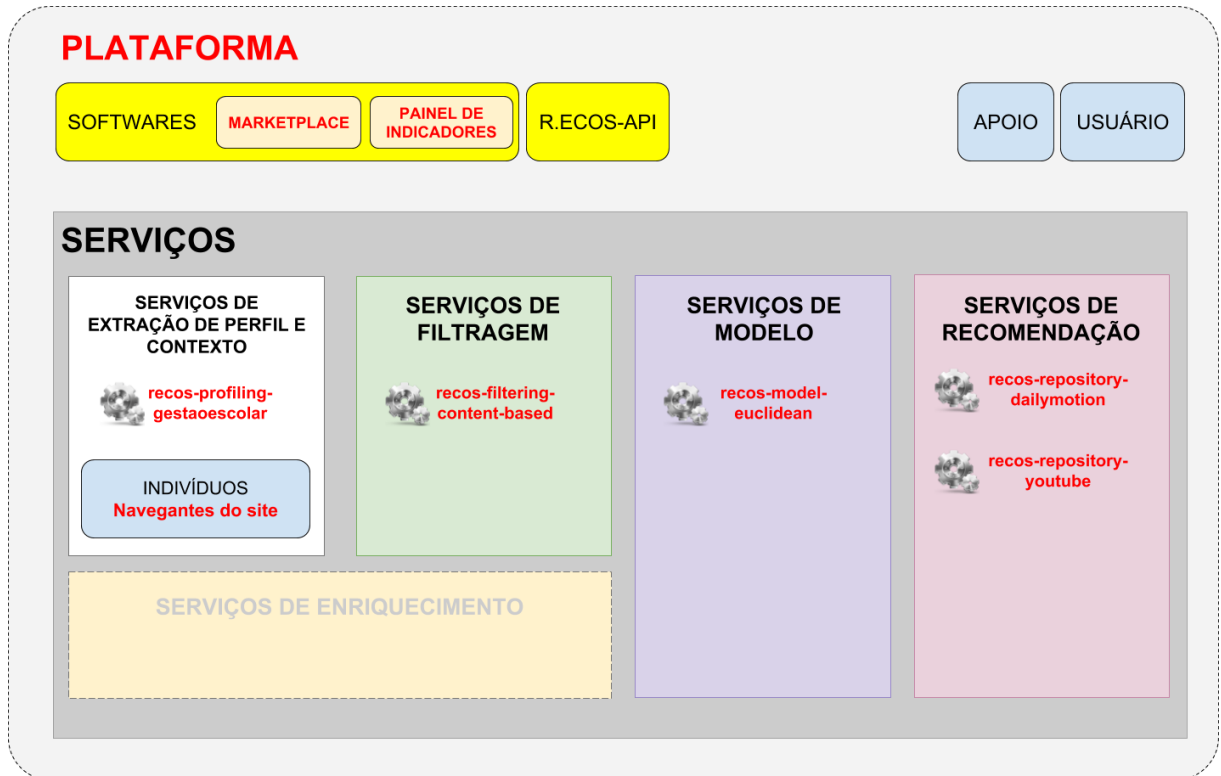


Figura 40 - Componentes tecnológicos e sociais do Estudo de Viabilidade II.

#### 5.1.2.1. Objetivo

O objetivo desse estudo de viabilidade é **analisar a** plataforma R.ECOS e seus componentes **com a finalidade de** criar um Sistema de Recomendação com o uso da plataforma **com respeito aos** serviços de recomendação já disponíveis **do ponto de vista do** usuário da plataforma **no contexto de** recomendação de recursos em um site na Internet.

#### 5.1.2.2. Planejamento

Para utilizar a plataforma R.ECOS e implementar um SR em um site é necessário que um ator com papel de USUÁRIO se registre. Após o registro, é necessário cadastrar um novo projeto (Figura 32) e a seguir receber o *token* único deste projeto.

Como o USUÁRIO não possuía conhecimento técnico para realizar alterações em seu site, foi necessária a ajuda de um ator com papel de APOIO, externo à PLATAFORMA,

para auxiliar na configuração da camada adaptador no site, e assim permitir requisições na R.ECOS-API para obter os recursos para recomendação.

### 5.1.2.3. Execução

Após acessar a plataforma, o USUÁRIO cadastrou um novo projeto, chamado *Recomendações para Gestão Escolar*, selecionando, entre os serviços disponíveis no *marketplace*, um serviço para extração de perfil chamado *recos-profile-gestaoescolar*, um serviço de filtragem baseada em conteúdo chamado *recos-filtering-content-based*, um serviço de modelo baseado em memória chamado *recos-model-euclidean* e por fim um serviço de recomendação chamado *recos-repository-dailymotion* que obtém recursos de vídeo da plataforma Daily Motion.

O ator com papel de APOIO que realizou a intervenção no código do site do USUÁRIO, consultou a documentação oficial do R.ECOS para implementar as requisições que são feitas através da R.ECOS-API.

```
<?
$url_api = 'http://recos.online/prototipo/api/v0.1/data.php';
$token = 'c41a0c9dd1f509fee57b965c9e5bf9f';
$action = 'getResourcesWordpress';
$url_resources = $url_api.'?action='.$action.'&key='.$token.'';

$retorno = file_get_contents($url_resources);

$resources = json_decode($retorno, true);
?>
```

Figura 41 - Implementação em PHP para requisitar recursos na R.ECOS-API.

A Figura 41 apresenta o código implementado na linguagem PHP para requisitar recursos na R.ECOS-API, enquanto que a Figura 42 apresenta o retorno desta requisição, contendo informações sobre cada recurso, como identificador, descrição e endereço de acesso.

```

{
  "page":1, "limit":3, "explicit":false, "total":137689259, "has_more":true,
  "list":[
    {
      "id":"xq3p3u",
      "title":"DIREITOS E DEVERES DOS PAIS E ALUNOS NA GESTÃO PARTICIPATIVA",
      "channel":"education",
      "owner":"xu8jsl"
    },
    {
      "id":"xj7bck",
      "title":"Educação convida alunos, servidores e sociedade a contribuírem
para a gestão democrática",
      "channel":"education",
      "owner":"xlatcp"
    },
    {
      "id":"xmehe4",
      "title":"Educação: Alunos discutem participação na Gestão Escolar",
      "channel":"education",
      "owner":"xlatcp"
    }
  ]
}

```

Figura 42 - Retorno da requisição com informações sobre cada recurso.

Ao receber as informações sobre os recursos, o APOIO as utilizou da maneira que considerou melhor adequada para este contexto. A Figura 43 apresenta os recursos que foram retornados para serem recomendados diretamente no site do USUÁRIO. Todos os recursos possuem um dispositivo que torna possível aos INDIVÍDUOS dar suas opiniões acerca da recomendação, avaliando-os.



Figura 43 - Recursos recomendados, com a opção para avaliá-los.

Após alguns dias recomendando recursos em seu site, o USUÁRIO verificou os indicadores do seu projeto através do PAINEL DE INDICADORES. Para isto, ele acessou a

lista de projetos cadastrados e selecionou a opção “Estatísticas do Projeto”. A Figura 44 apresenta os indicadores deste projeto, entre eles o total de recursos recomendados no dia, nos últimos 7 dias e também no último mês, assim como o total de cliques nos recursos e também o total de rejeições explícitas às recomendações.

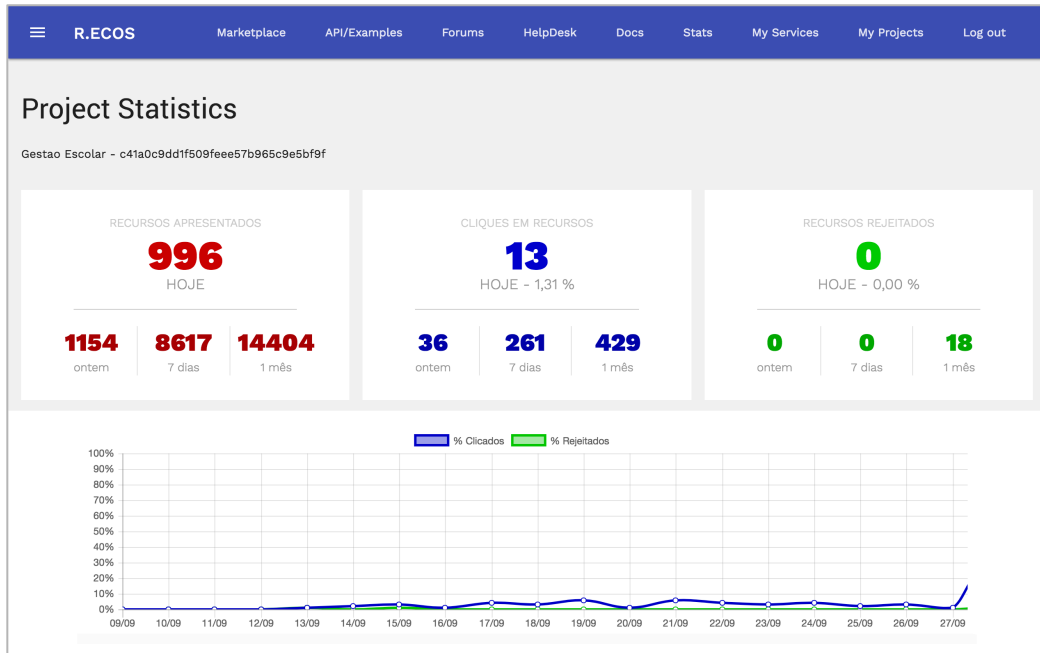


Figura 44 - Painel de indicadores sobre um projeto selecionado.

Ao perceber que seu projeto estava recebendo em média entre 2% e 5% de cliques por recomendação, o USUÁRIO editou seu projeto, alterando somente o serviço da etapa de recomendação, optando *recos-repository-youtube*, que realiza busca por recursos no repositório de vídeos YouTube. Desta forma, foi mantido o funcionamento do SR como antes, alterando somente um dos serviços que o compõe.

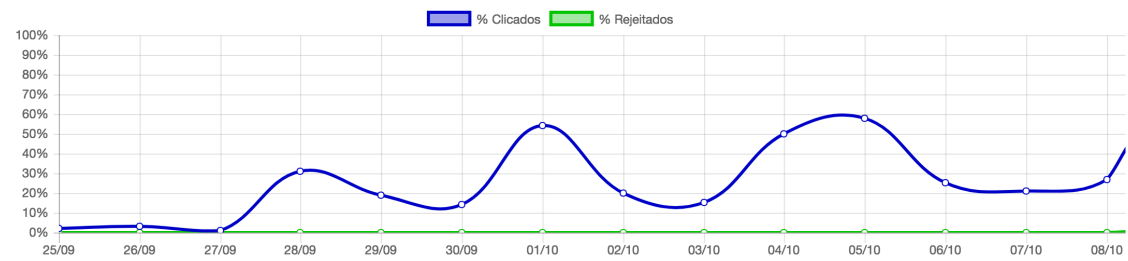


Figura 45 - Painel de indicadores após a mudança na composição do SR.

Novamente, após alguns dias, foi possível para o USUÁRIO verificar novamente os indicadores do projeto (Figura 45), tendo identificado que após a mudança do serviço, houve um aumento na média de cliques por recurso recomendado, entre 12% e 60%, sugerindo que a aderência das recomendações aos perfis dos INDIVÍDUOS melhorou.

#### **5.1.2.4. Evidências observadas**

Ao realizar o estudo de viabilidade foi observado que é possível utilizar a plataforma por USUÁRIOS fora do contexto do desenvolvimento do R.ECOS, assim como a implementação de um SR em um site disponível na Internet.

Através de uma entrevista informal com o USUÁRIO, algumas questões sobre a plataforma puderam ser observadas. O painel de indicadores estatísticos das recomendações proveu aos USUÁRIOS informações que tornaram possível analisar o comportamento do SR, permitindo a condução de uma mediação para melhorar as recomendações. Este mecanismo foi destacado pelo USUÁRIO como uma grande contribuição da plataforma, pois sem estes indicadores, ele não conseguiria saber se as recomendações estavam sendo aderentes aos interesses dos INDIVÍDUOS.

Outro destaque apontado pelo USUÁRIO foi a facilidade que ele teve ao alterar os serviços do seu projeto, tendo imediatamente visualizado as alterações nos indicadores, apresentando uma melhora na aderência das recomendações.

Outra evidência observada foi que o USUÁRIO conseguiu desenvolver um SR e incorporá-lo em seu site. Demonstrando que a plataforma R.ECOS possui componentes que permitem e auxiliam esta implementação.

Os relacionamentos entre atores com papéis de USUÁRIO e APOIO, e a utilização da plataforma R.ECOS também foi validada, visto que foi possível registrar e editar projetos, consultar a documentação oficial e ainda verificar os indicadores dos SR em tempo real.

O uso da plataforma pelo USUÁRIO não exigiu conhecimento nas tecnologias envolvidas. Entretanto, este conhecimento foi exigido ao ator com papel de APOIO, que precisou conhecer os padrões da R.ECOS-API juntamente com as tecnologias utilizadas no site do USUÁRIO onde os recursos foram recomendados, já que foi necessário realizar uma pequena intervenção em seu código fonte.

Concluindo este estudo é possível afirmar que o objetivo foi alcançado ao possibilitar a criação de um Sistema de Recomendação composto por serviços de recomendação disponíveis na plataforma *online*.

### **5.1.3. Análise dos resultados dos Estudos de Viabilidade**

Através das evidências observadas em ambos os Estudos de Viabilidade, pode-se verificar a viabilidade técnica da plataforma de oferecer componentes capazes de facilitar a contribuição de atores externos, assim como utilizar a plataforma para recomendar recursos na interface desejada pelo usuário. As tecnologias escolhidas para o primeiro esforço de implementação foram suficientes para o pleno funcionamento da plataforma, visto que todas elas são de uso por uma grande comunidade.

Os primeiros indícios de viabilidade técnica surgiram ao realizar estes estudos, onde ainda foram identificados e corrigidos problemas (como páginas não encontradas ou links quebrados) na plataforma desenvolvida e também foram realizados ajustes (usabilidade e organização da informação para os usuários), melhorando aspectos relevantes.

Assim, os resultados observados nos Estudos de Viabilidade possibilitaram e motivaram o planejamento e execução de dois Estudos de Caso, visando aumentar a capacidade de observação e a confiança na avaliação da proposta.

## **5.2. ESTUDOS DE CASO**

De acordo com (WOHLIN et al., 2012), existem três principais tipos de estratégias de investigação empírica, que são utilizadas dependendo do propósito da avaliação, quando se está avaliando uma técnica, método ou ferramenta. São elas: *surveys*, experimentação e estudos de caso.

*Survey* é uma maneira de coletar informações de ou sobre pessoas para descrever, comparar ou explicar seus conhecimentos, comportamento ou atitudes. O experimento é realizado em um ambiente controlado, geralmente um laboratório, e oferece maior nível de controle das variáveis envolvidas, sendo possível manipular as variáveis e medir o efeito da manipulação nos resultados.

Já um estudo de caso, no contexto da Engenharia de Software, é uma investigação empírica, que se baseia em diferentes fontes de evidência, utilizada quando o objeto do estudo

é um fenômeno contemporâneo difícil de ser estudado de forma isolada. Suas principais características são (RUNESON et al., 2012; WOHLIN et al., 2012):

- é um tipo de estudo flexível, onde é necessário lidar com características complexas e dinâmicas de fenômenos do mundo real;
- suas conclusões são baseadas em uma cadeia de provas apresentadas de forma clara, através de uma análise quantitativa ou qualitativa, coletadas de diferentes fontes e de forma planejada e consistente;
- o conhecimento pode ser baseado em uma teoria previamente estabelecida, ou então através da construção de uma nova teoria.

De acordo com WOHLIN et al. (2012) a principal vantagem de um estudo de caso é a facilidade de planejá-lo e também a característica de ser mais realista, enquanto que como desvantagem os autores apresentam a dificuldade de generalizar e interpretar os resultados obtidos.

A avaliação que está sendo apresentada neste estudo é descritiva e, apesar de não utilizar o formalismo de um estudo experimental, a utilização deste dispositivo contribui para a verificação dos artefatos desenvolvidos (plataforma e componentes tecnológicos) e ainda a avaliação da questão de pesquisa. Para o desenvolvimentos destes Estudos de Caso, também foram utilizadas as etapas adotadas nos Estudos de Viabilidade, adaptadas segundo a formalização de Estudos de Caso apresentada por (WOHLIN et al., 2012).

Os Estudos de Caso apresentados a seguir têm diferentes objetivos. O primeiro tem o objetivo de avaliar a integração da plataforma R.ECOS com outros ECOS e APIs externas, e o segundo tem o objetivo de avaliar a recomendação de recursos educacionais para grupos de alunos em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). O planejamento destes Estudos foi realizado identificando os atores presentes, assim como os componentes tecnológicos utilizados, e as características da plataforma necessárias para a execução. A seguir o Estudo de Caso é executado seguindo o planejamento, e posterior observação em busca das evidências relevantes. Ao final da execução de cada estudo de caso, as evidências são compiladas e apresentadas, verificando se o objetivo do estudo de caso foi alcançado e se o mesmo contribuiu para a resposta à questão de pesquisa desta dissertação.

### **5.2.1. Estudo de caso I – Integração com serviços e ECOS externos**

Neste primeiro estudo de caso foi analisada a integração do R.ECOS com serviços externos e outro ECOS. Essa integração foi feita com o BROAD-ECOS (VEIGA, 2016), um



ECOS de e-Learning que passou a ter um SR como meio, e também com serviços das APIs proprietárias MeaningCloud e YouTube API.

O BROAD-ECOS representa uma abordagem sob a perspectiva de ecossistema de e-Learning que identifica indivíduos, comunidades, organização e recursos de software em um ambiente e define uma arquitetura para transformar ambientes de e-Learning já existentes em plataformas que permitam a integração de serviços educacionais externos e favoreçam o desenvolvimento, reuso e compartilhamento de serviços educacionais compatíveis em um contexto interorganizacional.

O AVA utilizado neste estudo é o Moodle, que possui código aberto e é gratuito para uso comercial, além de possuir uma comunidade *online* ativa. Atualmente, o Moodle possui mais de 125 milhões de usuários cadastrados em todo mundo, contando com mais de 93.000 instalações registradas (MOODLE, 2018).

A integração foi realizada para auxiliar professores e alunos no AVA em questão. No contexto deste estudo de caso, o PROFESSOR desejava recomendar recursos educacionais aos ALUNOS de uma disciplina à distância que faz uso do AVA Moodle na Universidade Federal de Juiz de Fora. A disciplina tinha um total de 55 alunos e a recomendação precisava ser automática e de acordo com o perfil de cada aluno. O perfil educacional nesse estudo é definido através do nível cognitivo e comportamento (participação nas atividades e fóruns do AVA) do aluno, (ABDALLA et al., 2017), que são as informações sobre os alunos disponíveis neste momento.

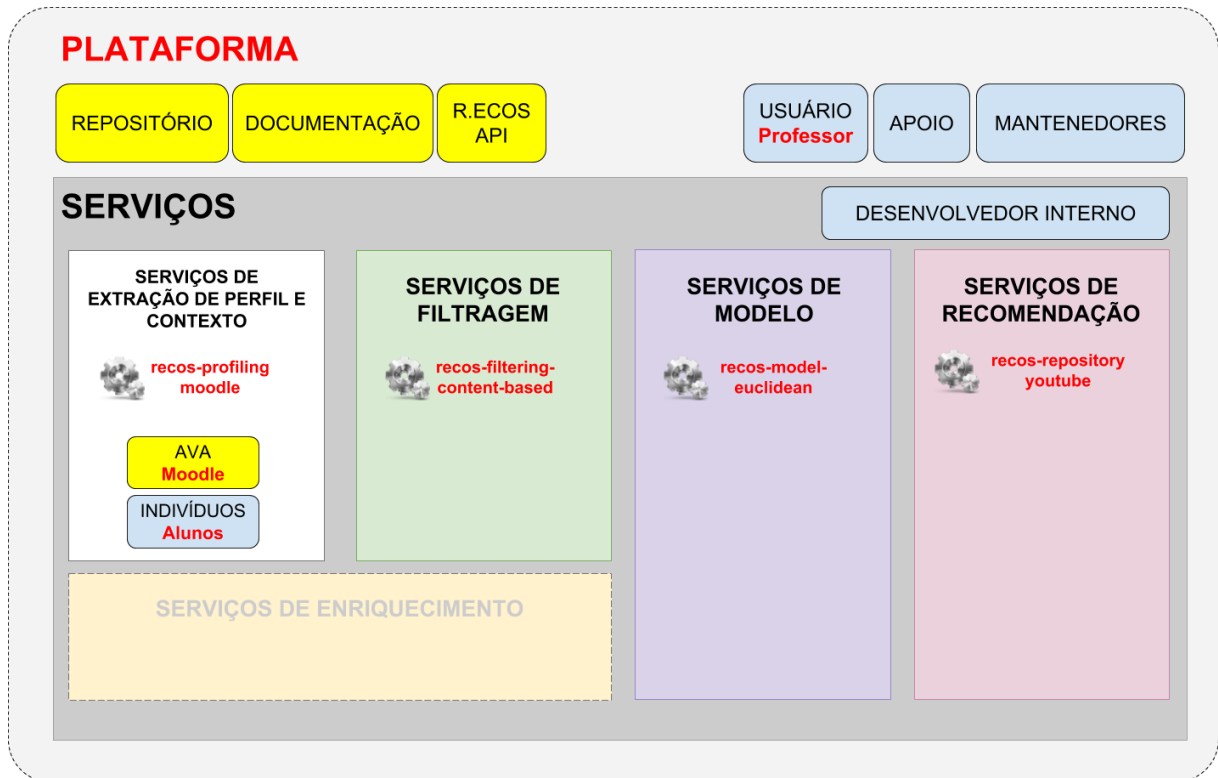


Figura 46 - Componentes tecnológicos e sociais do Estudo de Caso I.

Para que o R.ECOS faça recomendações de recursos educacionais é necessário obter o perfil e contexto dos alunos e apresentar os recursos no AVA desse aluno. Como o BROAD-ECOS está apto a receber requisições de informações sobre alunos, cursos e atividades, a integração entre os dois ECOSs foi feita com o intuito de compartilhar e reutilizar as soluções em e-Learning e SR.

Os atores envolvidos neste estudo de caso são MANTENEDORES, DESENVOLVEDOR INTERNO, APOIO, INDIVÍDUOS (neste estudo como alunos) e USUÁRIO (o professor). Os componentes tecnológicos são a PLATAFORMA, os REPOSITÓRIOS, os SERVIÇOS, a R.ECOS-API e a DOCUMENTAÇÃO. A Figura 46 apresenta os componentes tecnológicos e sociais presentes no Estudo de Caso I, incluindo os serviços que compõem o SR.

#### 5.2.1.1. Objetivo

O objetivo deste Estudo de Caso é **analisar a** plataforma R.ECOS e seus componentes **com a finalidade de** demonstrar a integração com serviços e ECOS externos **com respeito aos** componentes disponíveis na plataforma **do ponto de vista dos** atores envolvidos **no contexto de** recomendação de recursos educacionais.

### 5.2.1.2. Planejamento

A plataforma do BROAD-ECOS já é integrada ao Moodle (VEIGA, 2016), mas não há um serviço que retorne o perfil e o contexto dos alunos. Assim, um ator com papel de desenvolvedor no BROAD-ECOS deve implementar um novo serviço, BROAD-MOODLE-INFO, onde são retornadas informações do perfil educacional dos ALUNOS e também informações sobre as atividades do curso.

No R.ECOS, um ator com papel de DESENVOLVEDOR, interno ou externo, implementa serviços que compõem um projeto para seleção e recomendação de recursos, de acordo com as necessidades dos ALUNOS. Destes serviços, dois realizam integração com o serviço *BROAD-MOODLE-INFO* (BROAD-ECOS), são eles: *recos-profiling-moodle* e *recos-repository-youtube*. Os outros serviços que compõem este SR são o serviço de filtragem baseada em conteúdo *recos-filtering-contentbased* e, por fim, o serviço da categoria modelo baseado em memória *recos-model-euclidean*, que utiliza distância euclidiana para cálculo de similaridade.

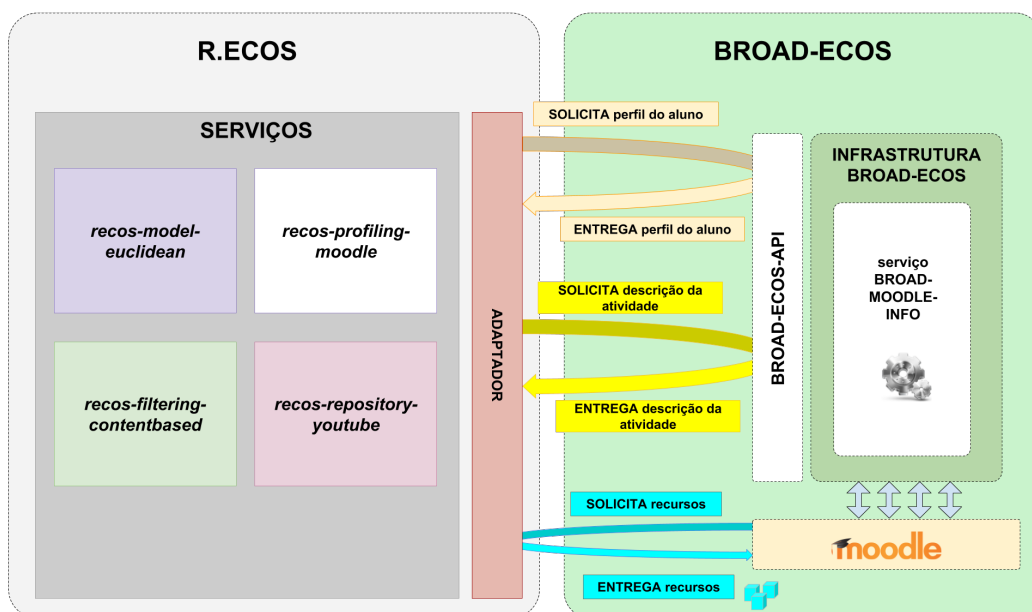


Figura 47 - Integrações entre R.ECOS e BROAD-ECOS.

A Figura 47 apresenta uma visão geral das integrações realizadas entre o R.ECOS e o BROAD-ECOS. A execução deste Estudo de Caso é descrita a seguir explicando com mais detalhes o processo de chamadas entre as plataformas.

### 5.2.1.3. Execução

Dada a necessidade de seus alunos (INDIVÍDUOS) receberem recursos auxiliares sobre o conteúdo de sua disciplina, o professor (USUÁRIO FINAL) solicitou que fossem recomendados recursos educacionais considerando o perfil e contexto desses alunos. Como o R.ECOS é capaz de desenvolver sistemas de recomendação como meio, mas não possui uma interface com o Moodle, optou-se por reutilizar os serviços já disponíveis no BROAD-ECOS. Assim, com o intuito de reduzir o tempo de desenvolvimento de novos serviços, foi feita a integração entre duas plataformas que suportam Ecosystemas de Software, o R.ECOS e o BROAD-ECOS.

O DESENVOLVEDOR INTERNO desenvolveu o serviço *recos-profiling-moodle* para realizar requisições no BROAD-ECOS, através da BROAD-ECOS-API, e obter informações sobre o perfil educacional do ALUNO. Uma parte do retorno obtido com esta requisição é apresentada na Figura 48, onde estão as notas que o aluno obteve em cada avaliação disponível no AVA.

```
{
  "10": {
    "1": "4.57143",
    "2": "0.00000",
    "3": "5.00000",
    "4": "5.00000",
    "5": "0.00000",
    "6": "5.00000",
    "7": "5.00000",
    "8": "20.00000",
    "9": "2.00000",
    "10": "0.00000",
    "11": "2.00000",
    "12": "0.00000",
    "13": "2.00000",
    "14": "5.00000",
    "15": "13.00000"
  }
}
```

Figura 48 - Saída de uma requisição à BROAD-ECOS-API, retornando informações sobre o perfil educacional de um aluno.

Além das notas dos alunos, o serviço *recos-profiling-moodle* também obtém informações sobre as atividades do curso no qual o ALUNO está matriculado. Através de diferentes chamadas na BROAD-ECOS-API o serviço recebe informações sobre a atividade corrente para a qual o aluno deve receber os recursos recomendados. A Figura 49 mostra o texto descritivo de uma das atividades da disciplina.

```

{"1":"SEMANA 1 - INTRODUÇÃO

Esta semana iremos estudar os conceitos iniciais sobre programação para WEB. Iremos aprender um pouco sobre a linguagem PHP, normalmente utilizada no desenvolvimento de sites dinâmicos e sistemas para internet. Para isto, nosso estudo inicia no capítulo 1 do nosso livro de estudos, tópico 1.4 (página 12). O livro de estudos está disponível no topo desta página do curso.

Em conjunto, gostaria que vocês pesquisassem sobre este tema na internet, e como atividade desta semana, entrem e participem do fórum de discussões.

Obrigado!

"}

```

Figura 49 - Saída do BROAD-MOODLE-INFO, retornando a descrição sobre a atividade cadastrada no Moodle.

O DESENVOLVEDOR INTERNO também desenvolveu o serviço *recos-repository-youtube* para viabilizar a análise semântica do texto descritivo das atividades. Este serviço foi responsável por fazer as chamadas a outros serviços externos ao R.ECOS e ao BROAD-ECOS, em particular a API MeaningCloud<sup>14</sup>. Esta API realiza a análise semântica em textos, identificando os principais conceitos e entidades presentes. A Figura 50 apresenta como são feitas as chamadas entre o serviço desenvolvido e a API, onde o *recos-repository-youtube* envia a descrição da atividade obtida anteriormente no BROAD-ECOS para a API MeaningCloud, que responde com as palavras-chave que representam os conceitos e entidades principais contidas no texto.

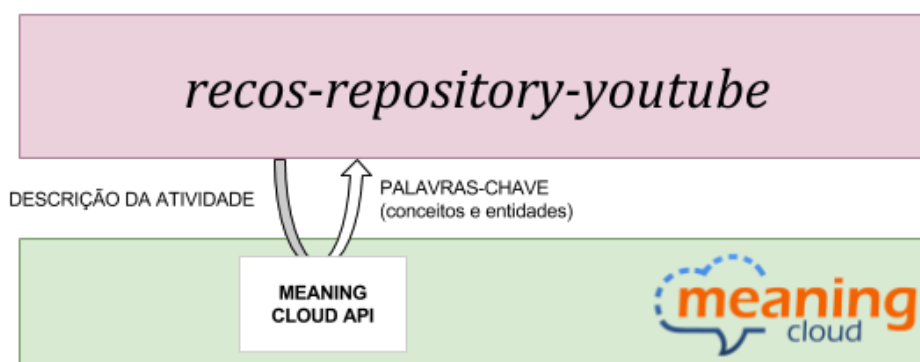


Figura 50 - Integração entre *recos-repository-youtube* e API MeaningCloud.

Para utilizar API MeaningCloud foi necessário que o DESENVOLVEDOR do serviço realizasse seu cadastro através do site, e após confirmação do cadastro, se conectasse

<sup>14</sup><https://www.meaningcloud.com/developer/apis>

ao painel de desenvolvedor da API para ter acesso à documentação e *tokens* necessários para a realização das requisições.

No serviço implementado, o DESENVOLVEDOR utilizou o código em linguagem de programação PHP para realizar requisições na API MeaningCloud. A Figura 51 mostra o código fonte desenvolvido para realizar as requisições à API, onde a variável *\$texto* é o texto analisado, e a variável *\$token* é a *token* obtida ao se cadastrar.

```
$curl = curl_init();

curl_setopt_array($curl, array(
  CURLOPT_URL => "http://api.meaningcloud.com/topics-2.0",
  CURLOPT_RETURNTRANSFER => true,
  CURLOPT_ENCODING => "",
  CURLOPT_MAXREDIRS => 10,
  CURLOPT_TIMEOUT => 30,
  CURLOPT_HTTP_VERSION => CURL_HTTP_VERSION_1_1,
  CURLOPT_CUSTOMREQUEST => "POST",
  CURLOPT_POSTFIELDS => "key=".$token."&lang=pt&txt=".$texto."&tt=a&uw=y",
  CURLOPT_HTTPHEADER => array(
    "content-type: application/x-www-form-urlencoded"
  ),
));

$response = curl_exec($curl);
$error = curl_error($curl);

curl_close($curl);
```

Figura 51 - Implementação em linguagem PHP para realizar requisições na API MeaningCloud.

Outra API externa utilizada neste estudo de caso foi a Youtube API. Segundo (PEREIRA et al., 2014) o Youtube disponibiliza esta API para desenvolvedores, permitindo a busca por todos os seus vídeos através de palavras-chave e idiomas específicos. Assim, foi utilizada a API do YouTube com intuito de automatizar o máximo possível a busca por recursos a serem recomendados. O serviço utiliza como parâmetro de entrada as palavras-chave extraídas com uso da API MeaningCloud no passo anterior, obtendo como resposta uma lista de vídeos relacionados. A Figura 52 mostra como são feitas as chamadas entre o serviço e a API.

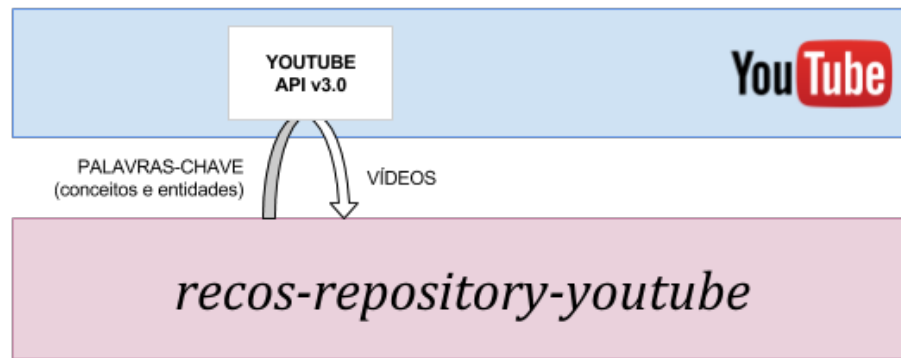


Figura 52- Integração entre *recos-repository-youtube* e a API YouTube.

Para utilizar a YouTube API foi necessário que o DESENVOLVEDOR se cadastrasse nos serviços do Google, acessasse o painel da API do Google, e registrasse uma chave de API. Desta forma, foi possível realizar requisições na API do YouTube e obter recursos de vídeos de acordo com o contexto da chamada.

No serviço do R.ECOS, implementado pelo DESENVOLVEDOR, foi utilizado o código em linguagem de programação PHP para realizar requisições na API YouTube, conforma apresentado na Figura 53.

```
// include your composer dependencies
require_once 'google-api-php-client-2.1.3/vendor/autoload.php';

$client = new Google_Client();
$client->setDeveloperKey('AIzaSyD9QLB23G9eXNE4LBodAbIqPhI0ZxS7280');

// Define an object that will be used to make all API requests.
$youtube = new Google_Service_YouTube($client);

$htmlBody = '';

// Call the search.list method to retrieve results matching the specified
// query term.
$searchResponse = $youtube->search->listSearch('id,snippet', array(
    'q' => $query_topicos_youtube,
    'maxResults' => 10,
    'type' => 'video',
    'regionCode' => 'BR',
    // 'locale' => 'Brazil',
    // 'location' => '-9.8583722,-50.3322163',
    // 'location' => '21.5922529,-158.1147114',
    // 'locationRadius' => '1000mi',
));
```

Figura 53 - Implementação em linguagem PHP para realizar requisições na API YouTube.

Após a execução das etapas anteriores foram obtidas as informações sobre os vídeos extraídos, como descrição, título e endereço de acesso. Com o intuito de melhorar a

qualidade das recomendações o serviço *recos-repository-youtube* filtra estes recursos de acordo com algumas características dos ALUNOS, tais como: avaliações já realizadas que estão armazenadas nos REPOSITÓRIOS de avaliações; acessos aos fóruns da disciplina; dúvidas reportadas; e mensagens trocadas com o PROFESSOR. Finalmente, através da camada *adaptador*, o serviço apresenta, no AVA Moodle de cada ALUNO, uma lista personalizada com três vídeos classificados como mais apropriados neste momento.

Após o desenvolvimento e configuração dos serviços feito pelos atores com papel de MANTENEDOR e DESENVOLVEDOR, foi possível que o PROFESSOR se cadastrasse na plataforma R.ECOS para utilização dos serviços disponíveis e criação do Sistema de Recomendação de recursos educacionais. Para isto, bastou que ele acessasse a plataforma R.ECOS, e se cadastrasse com papel de USUÁRIO.

Tendo confirmado seu cadastro e efetivado o login na plataforma com suas credenciais, foi permitido ao PROFESSOR cadastrar um novo projeto (Figura 32), e ao confirmar o cadastro do mesmo, foi entregue ao usuário o *token* deste projeto (Figura 33), utilizado para realizar requisições através da R.ECOS-API.

Com o projeto cadastrado, foi necessário que um ator, com papel de APOIO, auxiliasse o PROFESSOR durante a configuração do AVA Moodle. O APOIO auxiliou o PROFESSOR a fazer uma intervenção no código do AVA Moodle, deixando-o apto a realizar requisições na R.ECOS-API. A intervenção realizada é apresentada na Figura 54, seguindo os exemplos disponíveis na DOCUMENTAÇÃO do R.ECOS, onde o parâmetro *\$userid* é o código de identificação único do aluno, *\$key* é o *token* de segurança do projeto. Após realizada a implementação, o Moodle ficou habilitado a realizar requisições na R.ECOS-API de maneira automática.

```
<?php
//Endereço da API para receber recursos do R.ECOS
$url = "http://recos.online/prototipo/api/v0.1/data.php?action=getResources";

//Token do Projeto configurado no R.ECOS
$token = "0ee669f3cfd7f33aa68bb034afa13686";

//Identificador do usuário que está acessando o Moodle no momento
$userid = "1";

//realiza a consulta na API, passando o identificador do usuário e o token do projeto
$retorno_api = file_get_contents($url."&userid=".$userid."&key=".$token);

?>
```

Figura 54 - Camada Adaptador como uma implementação no código do Moodle.



Ao realizar a requisição na R.ECOS-API, o Moodle recebe como resposta o apresentado na Figura 55, no formato JSON, com as informações sobre cada recurso educacional, com a descrição, endereço de acesso, tipo e nível do recurso.

```
{
  "8": {
    "url": "https://www.youtube.com/embed/KoNehy7rn8U",
    "description": "Procedimentos",
    "type": "1",
    "level": "3"
  }
}
{
  "3": {
    "url": "https://www.youtube.com/embed/RDrfZ-7WE8c",
    "description": "Comando de entrada e operadores",
    "type": "1",
    "level": "1"
  }
}
{
  "2": {
    "url": "https://www.youtube.com/embed/M2Af7gkbbro",
    "description": "Primeiro Algoritmo",
    "type": "1",
    "level": "1"
  }
}
}
```

Figura 55 - Saída de uma requisição na R.ECOS-API.

Juntamente com cada recurso apresentado há um mecanismo disponível para que o ALUNO avalie o recurso que foi recomendado como relevante ou não. A Figura 56 apresenta parte do AVA Moodle de um ALUNO com os três recursos recomendados a ele, juntamente com o mecanismo de avaliação das recomendações. O ALUNO pode marcar entre as opções “gostei”, informando que esta recomendação foi aderente às suas necessidades atuais, e “não gostei”, informando que o recurso não foi relevante para ele neste momento.

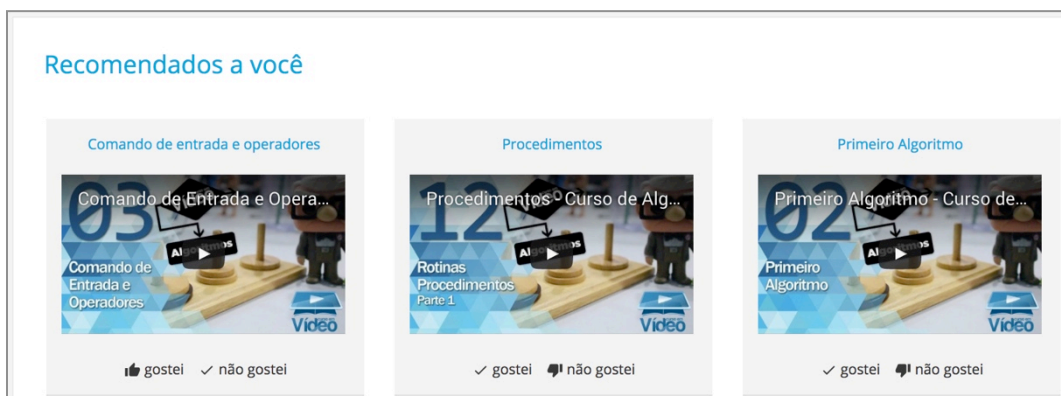


Figura 56 - Recomendação de recursos com dispositivo para avaliação.

Através destas avaliações e utilizando o REPOSITÓRIO de avaliações da plataforma R.ECOS é possível ajustar as preferências de cada ALUNO em relação às características dos recursos recomendados, sendo possível melhorar a cada nova recomendação a filtragem feita pelo Sistema de Recomendação.

#### 5.2.1.4. Evidências observadas

Neste estudo de caso é possível observar a viabilidade da proposta no que se refere a integração do R.ECOS com outros serviços, como APIs proprietárias e até mesmo um outro ECOS. Além da integração com BROAD-ECOS, ECOS de e-learning, foram realizadas também integrações com APIs proprietárias, como a API MeaningCloud e a API YouTube. Outra avaliação realizada é em relação aos componentes presentes na arquitetura R.ECOS. Entre os componentes e seus relacionamentos, destacam-se neste estudo de caso as atividades realizadas pelo MANTENEDOR, DESENVOLVEDOR INTERNO e pelo PROFESSOR que deseja recomendar recursos educacionais aos seus ALUNOS.

Ainda foi possível avaliar uma das maneiras de apresentar recursos diretamente no Moodle, através da camada *adaptador*, sendo necessária uma intervenção no código do AVA. Esta intervenção é possível seguindo exemplos disponíveis na DOCUMENTAÇÃO do R.ECOS, existindo ainda outras formas de representar a camada *adaptador*, como através da instalação de *plugins* do AVA.

Algumas limitações são percebidas ao utilizar serviços externos ao ECOS, estando estes fora do controle dos mantenedores e usuários da plataforma. Por exemplo, a API MeaningCloud possui limite de até 20.000 requisições por mês, sendo apenas 2 requisições por segundo. Caso ultrapasse os limites, o serviço desenvolvido, que utiliza esta API externa, poderá apresentar baixo desempenho.

Em relação aos atores, a utilização por parte do PROFESSOR não exige conhecimento técnico aprofundado das plataformas nem das tecnologias envolvidas, sendo possível cadastrar projetos de acordo com os serviços disponíveis. Entretanto, o PROFESSOR reportou que a documentação, embora auxiliasse nas configurações do ambiente, não foi suficiente para que ele incorporasse o SR no Moodle. Com esse retorno, foram adicionados outros materiais na DOCUMENTAÇÃO do R.ECOS.

Na perspectiva do APOIO, é necessário conhecer a linguagem de programação do AVA Moodle, o PHP, pois é necessária uma intervenção, mesmo que pequena, no código. Em

relação ao MANTENEDOR e DESENVOLVEDOR INTERNO, é necessário total conhecimento da plataforma e das tecnologias envolvidas, porém isso não foi um obstáculo, visto que estes atores participaram da concepção e implementação da plataforma.

O objetivo deste estudo de caso foi alcançado ao mostrar ser possível a integração com diferentes ECOS e ainda serviços e APIs externas para realização de recomendação de recursos.

### 5.2.2. Estudo de caso II –Recomendação para grupos de alunos

Este Estudo de Caso foi realizado utilizando uma base de dados do Moodle da disciplina de Algoritmos, do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com 128 alunos matriculados. O perfil educacional de cada aluno foi definido por suas notas nas avaliações e participação nos fóruns de discussão da disciplina (ABDALLA et al., 2017).

Grupos são estruturas sociais básicas que se formam e se modificam para múltiplos propósitos. Numa disciplina muitas vezes é necessário organizar grupos de alunos para realizar atividades ou para identificar nível de conhecimento comum sobre um determinado conteúdo. Os sistemas de recomendação podem potencializar o aprendizado através de recomendações aderentes ao perfil dos indivíduos do grupo. Identificar grupo de alunos com características semelhantes ajuda o professor na seleção de recursos educacionais que motivem alunos no aprofundamento e revisão dos conteúdos da disciplina, além de ampliar o engajamento dos alunos nas atividades da disciplina.

Nesse segundo Estudo de Caso foi analisado o serviço de agrupamento automático de usuários similares para recomendação de recursos para grupos, disponibilizado na plataforma. O agrupamento foi realizado utilizando as integrações entre os Ecossistemas realizadas no Estudo de Caso I para obtenção das informações necessárias sobre os alunos. O serviço utilizado para o agrupamento é do tipo Extração de Perfil e Contexto, chamado *recos-profiling-moodle-group*, pois foram extraídos perfis dos grupos de alunos para a recomendação de recursos para esses grupos e não individualmente. Os outros serviços que compõem este SR são o serviço de filtragem baseada em conteúdo *recos-filtering-content-based*, o serviço de modelo baseado em memória *recos-model-euclidean*, que utiliza distância euclidiana para cálculo de similaridade, e por fim o serviço de recomendação *recos-repository-algorithms*, que possui recursos de diferentes formatos com conteúdo sobre a disciplina de algoritmos.

A abordagem utilizada no serviço para a identificação dos grupos foi homogênea, pois os membros dos grupos têm características semelhantes, e realizada de forma automática, sendo categorizado como **grupo identificado automaticamente**. A coleta de dados foi feita de forma implícita no Moodle e utilizando algoritmos de mineração de dados para a formação de grupos.

O PROFESSOR da disciplina deseja agrupar seus ALUNOS de acordo com os objetivos didático pedagógicos do conteúdo da disciplina, e recomendar recursos de acordo com o grupo em que esses alunos se distribuem, e, desta forma, tentar melhorar o desempenho dos ALUNOS e ainda identificar quais alunos estão com tendência a abandonar o curso por estarem apresentando baixo rendimento e não interagiram no ambiente.

Os atores presentes nesse estudo de caso são: USUÁRIO (professor), INDIVÍDUOS (alunos), GRUPOS de alunos e DESENVOLVEDOR INTERNO. Os componentes tecnológicos são a PLATAFORMA, o SERVIÇO, REPOSITÓRIOS e ainda SOFTWARE (como o MARKETPLACE e o AVA). A Figura 57 apresenta os componentes tecnológicos e sociais presentes no Estudo de Caso II, incluindo os serviços que compõem o SR.



Figura 57 - Componentes tecnológicos e sociais do Estudo de Caso II.

### 5.2.2.1. Objetivo

O objetivo deste estudo de caso é **analisar** a plataforma R.ECOS e seus serviços **com a finalidade de agrupar alunos com respeito à similaridade do perfil educacional do ponto de vista do professor no contexto de** recomendação de recursos educacionais para grupos.

### 5.2.2.2. Planejamento

Ao recomendar recursos para GRUPOS de indivíduos com perfis similares, é necessário considerar quais informações são utilizadas e analisadas. Em um AVA Moodle como o utilizado neste estudo, diversas informações estão disponíveis, como notas em atividades e avaliações, participação em fóruns e chats, quantidade de acessos no AVA, dentre outras. Para este estudo são utilizadas informações sobre resultados das avaliações da disciplina e nível de interatividade do aluno no AVA, como apontado anteriormente.

Para obter estas informações são utilizados os serviços descritos no Estudo de Caso I, onde são realizadas integrações com o BROAD-ECOS, que teve sua infraestrutura configurada sobre o AVA Moodle utilizado na disciplina de Algoritmos da UFJF. As integrações não serão novamente abordadas, pois este não é o enfoque desse estudo de caso.

Na Mineração de Dados, *clustering* é uma técnica que busca identificar subconjuntos de dados de acordo com o grau de similaridade entre esses dados. Os elementos pertencentes a um mesmo subconjunto apresentam um grau de similaridade maior entre si do que em relação aos dados dos demais subconjuntos. Em resumo, um *cluster* é um agrupamento de itens que são similares a outros itens dentro do mesmo agrupamento e diferentes dos outros itens em outros agrupamentos (HAN; KAMBER; PEI, 2006). Pode ser então definida a clusterização (ou agrupamento), como um processo que permite agrupar itens, de forma a maximizar a similaridade intraclasse e minimizar a similaridade interclasse.

A seguir está descrita a execução desse estudo de caso, levando em consideração a definição de clusterização apresentada para identificação dos grupos.

### 5.2.2.3. Execução

Antes de poder utilizar os SERVIÇOS do *MARKETPLACE* do R.ECOS, é necessário que atores com perfil de DESENVOLVEDOR implementem estes SERVIÇOS. Para o estudo de caso atual, foi necessário que um DESENVOLVEDOR INTERNO implementasse um SERVIÇO para extração de perfil em grupo de alunos, e após a realização de testes, que este fosse disponibilizado no *MARKETPLACE* para uso pelos usuários do R.ECOS.

Ao utilizar o serviço *recos-profiling-moodle-group*, uma adaptação do serviço *recos-profiling-moodle*, é possível obter no AVA Moodle o perfil educacional de todos os alunos matriculados na disciplina Algoritmos do curso em questão. Com estas informações é possível analisá-las e realizar os cálculos de similaridade entre todos os alunos, obtendo assim GRUPOS DE ALUNOS com características ou atributos semelhantes.

Ao realizar um mapeamento sistemático (APÊNDICE I), foram identificadas diferentes estratégias para formar e identificar grupos de usuários em SR. Neste estudo de caso foi utilizada uma das estratégias, levando em consideração as informações disponíveis sobre os alunos. Então, para medir a similaridade entre os alunos, foram analisadas as proximidades entre os valores de seus atributos. Mapeando cada atributo em uma coordenada unidimensional, alunos compostos por  $m$  atributos podem ser representados como pontos em um espaço euclidiano  $m$ -dimensional e, assim, a distância entre eles pode ser medida. Desta forma, foram calculadas as distâncias euclidianas entre todos os alunos, utilizando a Equação 1, onde  $Dist(a,b)$  define a distância entre os alunos  $a$  e  $b$ , e  $a_n$  e  $b_n$  representam os  $n$ -ésimos atributos de  $a$  e  $b$  respectivamente (ABDALLA et al., 2017).

$$Dist(a,b) = \sqrt{\sum_{n=1}^d (a_n - b_n)^2} \quad (1)$$

Elementos mais próximos são então mais similares entre si, visto que há uma maior semelhança entre cada um de seus atributos. Assim, para calcular a similaridade entre dois alunos foi adotado o inverso do valor da distância entre eles. A Equação 2 foi adotada para indicar o grau de similaridade ( $Sim(a,b)$ ) entre dois alunos distintos e caso o cálculo da distância seja igual a zero, nós consideramos que os alunos são exatamente iguais, de acordo com os atributos analisados.

$$Sim(a, b) = \frac{1}{Dist(a, b)} \quad (2)$$

Após o cálculo das similaridades entre todos os alunos do curso, o serviço desconsidera as relações entre alunos com valores mais baixos, ou seja, apenas considera similares usuários com um alto valor de similaridade calculada. A Figura 58(a) traz uma representação em forma de um grafo, de um aluno com as similaridades calculadas entre todos os outros alunos matriculados na disciplina, onde as arestas são os valores de similaridades calculados e os nós são os alunos. A Figura 58(b) apresenta este mesmo aluno com as similaridades mais relevantes. Seguindo este raciocínio foram definidos grafos com todos os relacionamentos entre todos os alunos da disciplina, e, posteriormente, foram desconsideradas e removidas as arestas com baixo valor de similaridade. A ferramenta utilizada para a construção dos grafos foi a Neo4J<sup>15</sup>.



Figura 58 – (a) Aluno com as similaridades calculadas entre todos os outros alunos. (b) Aluno com as similaridades mais relevantes para o agrupamento.

Seguindo esse critério, o *recos-profiling-moodle-group* realiza o agrupamento destes alunos e retorna os grupos de alunos juntamente com o perfil dos grupos identificados, possibilitando a recomendação de recursos educacionais aderentes aos perfis dos grupos. Uma representação dos alunos e suas similaridades é apresentada no grafo da Figura 59, onde os alunos estão agrupados aos seus pares mais similares.

<sup>15</sup> [www.neo4j.com](http://www.neo4j.com)

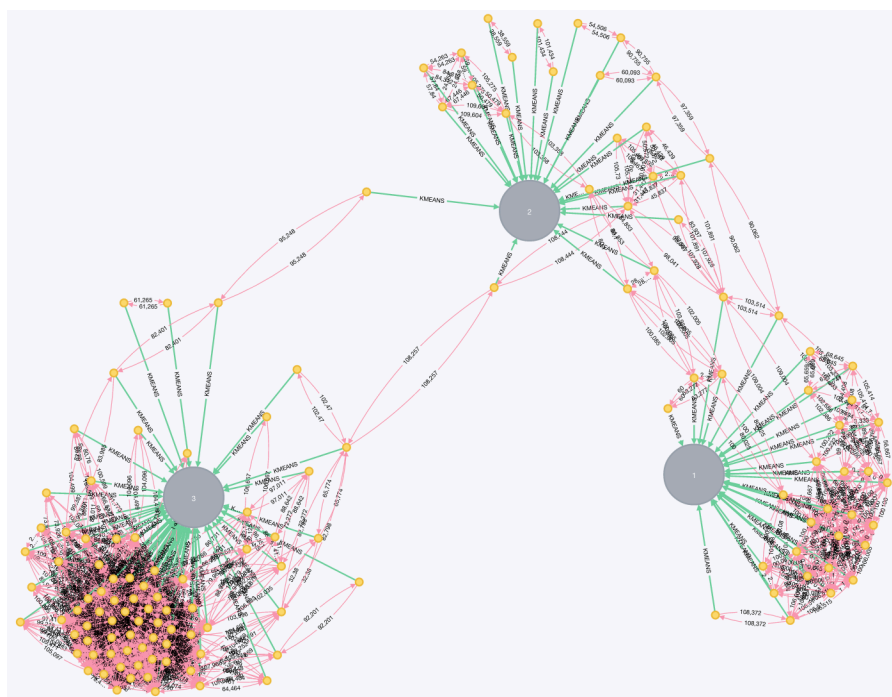


Figura 59 – Grafo representando grupos de alunos similares.

Na disciplina que foi analisada, foram identificados e retornados três grupos de alunos. O **primeiro grupo** é formado por alunos que estão com baixo rendimento acadêmico e não participam ativamente do curso, i.e., alunos que estão com tendência de abandonar o curso. O **segundo grupo** é formado por alunos com rendimento mediano e participação média nos fóruns e atividades. Esses alunos necessitam de atenção, mas podem receber recomendações de recursos educacionais um pouco mais avançados.

Finalmente, o **terceiro grupo** é formado por alunos que possuem um excelente rendimento acadêmico. Embora muitos professores acreditem que esses alunos não necessitem de uma atenção especial, é importante que eles se mantenham motivados no curso. A recomendação de recursos educacionais que abordam assuntos avançados sobre o tema do curso pode motivá-los.

Em relação às recomendações realizadas para cada grupo, foi utilizado um serviço de recomendação chamado *recos-repository-algorithms*, onde foram obtidos recursos de acordo com a necessidade dos grupos formados, e de formatos diferentes, como vídeos, artigos científicos e jogos educativos, seguindo o plano didático definido pelo PROFESSOR da disciplina.

O **primeiro grupo** recebeu recursos mais básicos, e para incentivar sua participação, foram escolhidos recursos como jogos educativos, pois a utilização de recursos



com características de gamificação incentivam a participação de alunos nas atividades em um AVA .

Já o **segundo grupo** recebeu recursos com conteúdo considerado entre intermediário e avançado, pois são alunos que demonstraram já possuir um conhecimento básico sobre a disciplina. O formato dos seus recursos foi dividido entre vídeos e artigos científicos.

O **terceiro grupo** recebeu recomendações de materiais com conteúdo avançado, na tentativa de elevar seus conhecimentos a outro nível. Isto foi possível através da análise, que mostrou que as atividades executadas pelos alunos no AVA foram desempenhadas com qualidade e eles estavam preparados para ter acesso a um conteúdo diferenciado, além do que era apresentado na disciplina. Entre os recursos recomendados, estão vídeos com conteúdo avançado, e artigos científicos.

As avaliações das recomendações feitas utilizando o R.ECOS foram realizadas pelo professor da disciplina, através da verificação da evolução dos seus alunos durante o curso, observando se os alunos que estavam com tendência de abandono continuaram estudando, se o desempenho dos alunos do grupo 2 melhorou, e ainda se os alunos do terceiro grupo se adaptaram ao conteúdo avançado apresentado.

#### **5.2.2.4. Evidências observadas**

Neste estudo de caso foi possível agrupar alunos matriculados em uma disciplina à distância de um curso que são considerados similares de acordo com suas características, como as notas em provas e atividades e ainda seu comportamento no AVA. O comportamento é caracterizado através do registro dos seus acessos tanto ao AVA quanto aos materiais disponibilizados e ainda sua participação em fóruns de discussões.

Uma novidade em relação aos estudos de viabilidade e estudos de caso realizados anteriormente é a possibilidade de extrair perfil de indivíduos e ainda agrupá-los em um mesmo serviço do tipo extração de perfil e contexto. Este serviço identifica grupos de alunos junto com seus perfis, ao invés de retornar somente os perfis individuais.

Ao realizar recomendação para grupos de alunos nesse estudo de caso, é possível mitigar uma das limitações encontradas ao utilizar uma API externa, como a API Meaning Cloud, apresentada no estudo de caso anterior. Como a API é proprietária, e após um certo número de requisições o seu uso se torna pago, torna-se interessante a estratégia de

agrupamento, pois menos requisições são realizadas para retornar os recursos. Por exemplo, em um grupo de 30 alunos, utilizando a estratégia de SR individual, teríamos 30 requisições na API, enquanto que um grupo com estes 30 alunos com um perfil similar iria realizar apenas uma requisição na mesma API.

Entre os atores envolvidos no estudo de caso destacam-se os INDIVÍDUOS (alunos) e os GRUPOS destes alunos, que tem seus perfis extraídos de através de informações específicas, e que podem ainda ter seus perfis extraídos através de diferentes fontes quando necessário. Porém, para realizar alguma alteração no serviço de extração somente o ator com perfil de desenvolvedor interno possui autorização, e não o professor com papel de usuário na plataforma.

O objetivo do estudo de caso foi alcançado ao mostrar ser possível agrupar indivíduos utilizando a plataforma R.ECOS e seus componentes.

### 5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas as avaliações deste estudo, onde através de estudos de viabilidade e estudos de caso foram avaliadas características da plataforma, a integração com serviços e ECOS externos e ainda as possíveis contribuições de colaboradores externos.

Como apontado anteriormente, o domínio dos SR possui muitas soluções fragmentadas e específicas para cada cenário, dificilmente sendo integrados em uma solução unificada. Sendo assim, algumas características foram apresentadas como relevantes no desenvolvimento da plataforma proposta, e através dos estudos de viabilidade e de caso apresentados neste capítulo foi possível validar estas características.

A primeira característica levantada foi em relação à **não restrição à tecnologia** ao consumirem as soluções geradas na plataforma. Isso foi possível ao utilizar o padrão de comunicação no formato JSON, onde sistemas com as mais diversas linguagens de programação conseguem fazer a leitura e processamento das informações. Como apresentado na Figura 42 do Estudo de Viabilidade II e também na Figura 55 do Estudo de Caso I, o retorno de requisições feitos na R.ECOS-API são todos utilizando a notação JSON.

Outra importante característica a ser avaliada é em relação à **integração com serviços externos e já utilizados pela comunidade**, incentivando a utilização e também a implementação de novas soluções dentro do R.ECOS. O Estudo de Caso I apresentou integração entre o R.ECOS e o BROAD-ECOS, um ECOS para e-learning, juntamente com

integrações entre serviços do R.ECOS e a API gratuita YouTube API e ainda com outra API não gratuita a partir de um certo número de requisições MeaningCloud API.

A **existência de um *marketplace* de serviços de recomendação** mostrou-se determinante durante a avaliação, pois no Estudo de Viabilidade I um usuário desejava compartilhar uma solução de um serviço que ele criou, e através do *marketplace* foi possível compartilhar e promover seu reuso. Já no Estudo de Viabilidade II foi possível a um usuário da plataforma R.ECOS escolher entre diferentes serviços no *marketplace* e verificar qual estava propiciando melhores resultados.

Com a definição do Estudo de Caso II ainda foi possível demonstrar que é possível recomendar tanto para indivíduos quanto para grupos utilizando a plataforma R.ECOS. Isto é relevante pois a recomendação para grupos é considerada mais adequada a alguns cenários do que a recomendação de recursos para indivíduos separadamente.

Com a apresentação dos estudos de viabilidade e dos estudos de caso foi possível obter evidências de que os componentes tecnológicos propostos e validados anteriormente promovem a interação entre os atores e a plataforma, assim como facilitam a utilização dos componentes disponíveis.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

São apresentadas neste capítulo as considerações finais desta dissertação, onde são apontadas suas contribuições para o meio acadêmico, as limitações encontradas durante o estudo e ainda sugestões para trabalhos futuros nesta linha de pesquisa.

DRESCH, LACERDA e ANTUNES (2015) definem as 7 características fundamentais que devem existir em um projeto de pesquisa científica, sendo (I) a criação de um artefato para (II) resolver um problema específico, (III) cuja utilidade deve ser explicitada através de uma avaliação apropriada de sua aplicabilidade e (IV) as contribuições e os resultados do estudo devem ser compartilhados para os interessados. Com intuito de assegurar sua validade, (V) as investigações devem ser conduzidas com rigor e (VI) as possíveis formas de solução analisadas e (VII) os resultados devem ser divulgados e comunicados aos interessados.

Sendo assim, este estudo foi estruturado ao seguir as 7 características definidas pelos autores, ao propor (I) o R.ECOS para (II) centralizar e sistematizar o desenvolvimento de Sistemas de Recomendação, favorecendo o reuso e compartilhamento das soluções, (III) avaliar a plataforma tecnológica através da validação de componentes sociais e tecnológicos necessários em um Ecossistema de Software para Sistemas de Recomendação utilizando revisões de literatura e um estudo exploratório com pesquisadores nas áreas deste estudo, e (IV) apresentar os resultados obtidos à comunidade através desta dissertação, publicações de artigos e ainda da plataforma tecnológica disponibilizada na Internet. Mantendo (V) o rigor metodológico durante seu desenvolvimento, (VI) analisando as possíveis soluções de bibliotecas e *frameworks* para Sistemas de Recomendação e, por fim, (VII) realizando a publicação dos resultados da pesquisa.

Voltando à questão de pesquisa deste trabalho, é possível afirmar que foram encontrados indícios de que a concepção e fomento de uma abordagem sob a perspectiva de ECOS para SR, favorece o reuso e compartilhamento de soluções, possibilitando a integração com outros sistemas e ECOS.

O objetivo geral deste estudo foi alcançado ao propormos o R.ECOS, uma plataforma tecnológica que suporta um ECOS para SR, permitindo a integração entre suas soluções e de outros ECOS e ainda incentivando o desenvolvimento, reuso e compartilhamento destas soluções. Os objetivos específicos, como a definição da arquitetura da plataforma com seus componentes tecnológicos e sociais, e ainda desenvolver e disponibilizar esta plataforma também foram cumpridos. A plataforma R.ECOS está *online*,

funcional e disponível através do endereço <http://recos.online>, junto com seus componentes tecnológicos e sociais, sendo possível fazer uso das soluções atualmente disponíveis. Também avançamos em relação às pesquisas do NEnC da UFJF, especificamente ao projeto BROAD, ao propormos um ECOS relacionado aos SR.

A definição de um *marketplace* de serviços de recomendação se mostrou de grande valia para o avanço de pesquisas na área dos Sistemas de Recomendação, ao promover o reuso e compartilhamento das soluções em SR já existentes, sendo possível beneficiar um número grande de usuários e pesquisadores. Outra contribuição foi demonstrar que a plataforma beneficia usuários com diversos papéis, como “*quem deseja recomendar recursos*”, “*quem deseja avançar em pesquisas sobre SR*”, “*quem deseja divulgar suas soluções*” entre outros.

Embora existam *frameworks* e bibliotecas que buscam facilitar a pesquisa em SR, não foi encontrado na revisão e no mapeamento realizados propostas de plataformas com as características do R.ECOS. Desta forma, outra importante contribuição dessa dissertação foi promover um avanço nas pesquisas da integração das duas principais áreas envolvidas, Ecossistemas de Software e Sistemas de Recomendações, ao propor a plataforma de suporte a um ECOS de SR.

Alguns desafios foram apresentados durante a realização deste estudo. Um deles foi dar continuidade à proposta da arquitetura MMRecommender (SIMÕES et al., 2017), ao evoluir a arquitetura a um ecossistema de software para SR. Outro desafio foi realizar a integração com o BROAD-ECOS, outro ECOS proposto pelo mesmo grupo de pesquisas do mestrado.

## 6.1. LIMITAÇÕES

Ao analisar as implementações realizadas é possível afirmar que, neste estágio do projeto, a plataforma e os componentes tecnológicos ainda são consideradas protótipos. Em relação à segurança da informação, não foram definidos dispositivos para proteger a plataforma e suas informações contra ataques maliciosos, da mesma forma que não foram definidas rotinas de *backup* dos arquivos e bancos de dados, apesar da plataforma ter sido implementada seguindo boas práticas de desenvolvimento e estar hospedada em serviços de hospedagem conhecidos e considerados seguros.

Embora a plataforma tenha sido implementada por um profissional que possui experiência de mais de 15 anos no desenvolvimento de softwares e sites, não estavam

previstos e não foram realizados neste estudo testes em relação à interface disponibilizada e à usabilidade da plataforma, podendo ainda haver espaço para melhorias neste sentido.

Também não foi avaliada a performance da plataforma em relação à sua capacidade. Não foram realizados testes com um grande número de requisições e acessos simultâneos, não sendo disponibilizadas estas informações neste estudo. No estágio atual da plataforma, ainda não existe um número significativo de usuários necessários para serem realizadas tais análises.

## 6.2. TRABALHOS FUTUROS

Entre os possíveis trabalhos futuros é possível apontar a evolução da plataforma tecnológica proposta, ao implementar melhorias e ainda disponibilizar novos componentes tecnológicos. Facilitadores de integração com as soluções do R.ECOS também podem ser disponibilizados, como *plugins*, para realizar requisições na R.ECOS-API de maneira mais simples do que a intervenção necessária no código da interface que realiza as recomendações.

Melhorar a análise de saúde do R.ECOS, ao realizar pesquisas em conjunto com outros estudos em andamento no grupo de pesquisas do programa.

Um outro projeto em andamento é em relação à análise de sentimento de usuários. Um trabalho futuro seria a realização de pesquisas com estas informações para realizar extração de perfil dos usuários do SR.

Uma proposta futura é utilizar a plataforma R.ECOS como meio para novas pesquisas que utilizam SR em conjunto com outra área de pesquisa, como educação, saúde ou biologia. Desta forma, será possível consolidar a plataforma como um dispositivo auxiliar para pesquisas diversas.

Em novas versões da plataforma será possível adicionar novos indicadores sobre o R.ECOS e também sobre os SR construídos através da plataforma, como os encontrados na literatura, que não foram adicionados anteriormente devido ao estágio inicial da plataforma.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A. et al. R. ECOS – Educational Recommender Ecosystem. **IEEE/ACM Joint 5th International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems and 11th Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems**, 2017.
- ADOMAVICIUS, G.; TUZHILIN, A. Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 17, n. 6, p. 734–749, 2005.
- ALARIO-HOYOS, C.; WILSON, S. Comparison of the main alternatives to the integration of external tools in different platforms. **International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI. 2010.**, p. 3466–3476, 2010.
- ALBRECHT, C. C.; DEAN, D. L.; HANSEN, J. V. Marketplace and technology standards for B2B e-commerce: Progress, challenges, and the state of the art. **Information and Management**, v. 42, n. 6, p. 865–875, 2005.
- ALMEIDA, R. F. et al. Sistemas de recomendação de recursos educacionais para grupos de redes sociais: Um mapeamento sistemático. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, 2015.
- ALMEIDA, R. F. et al. **Recomendação de Recursos Educacionais para Grupos: buscando soluções em Redes Sociais**. Anais do XXVII SBIE 2016. **Anais...2016**
- BALABANOVIC, M.; SHOHAM, Y. Fab: Content-Based, Collaborative Recommendation. v. 40, n. 3, 1997.
- BASIL, V. R. Software modeling and measurement: the Goal/Question/Metric paradigm. **Quality**, p. 24, 1992.
- BOBADILLA, J. et al. Recommender systems survey. **Knowledge-Based Systems**, v. 46, p. 109–132, 2013.
- BOSCH-SIJTSEMA, P. M.; BOSCH, J. Plays nice with others? Multiple ecosystems, various roles and divergent engagement models. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 27, n. 8, p. 960–974, 2015.
- BOSCH, J. From software product lines to software ecosystems. **Proceedings of the 13th International Software Product ...**, p. 111–119, 2009.
- CAMPBELL, P. R. J.; AHMED, F. A three-dimensional view of software ecosystems. **Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture Companion Volume - ECSA '10**, p. 81, 2010.
- CAMPOS, F.; DAVID, J. M. N.; BRAGA, R. Rede de Ontologias : apoio semântico a linha de produtos de objetos de aprendizagem. **SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, n. Sbie, p. 26–30, 2012.
- CARVALHO, I. et al. Health Evaluation in Software Ecosystems. 2018.
- CHEN, L.; WANG, F. Preference-based clustering reviews for augmenting e-commerce recommendation. **Knowledge-Based Systems**, v. 50, p. 44–59, 2013.
- CHRISTENSEN, I.; SCHIAFFINO, S.; ARMENTANO, M. Social group recommendation in the tourism domain. **Journal of Intelligent Information Systems**, v. 47, n. 2, p. 209–231, 2016.

- DELL'AMICO, M.; CAPRA, L. SOFIA: Social filtering for robust recommendations. **IFIP International Federation for Information Processing**, v. 263, p. 135–150, 2008.
- DESHPANDE, M.; KARYPIS, G.; KARYPIS, G. Item-Based Top-N Recommendation Algorithms. **ACM Transactions on Information Systems**, v. 22, n. 1, p. 143–177, 2004.
- DODERO, J. M. et al. Learning Technologies and Semantic Integration of Learning Resources. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 10, n. 99, p. 1–1, 2015.
- DRESCH, A.; LACERDA, D.; ANTUNES, J. Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement. 2015.
- DWIVEDI, P.; BHARADWAJ, K. K. E-Learning recommender system for a group of learners based on the unified learner profile approach. **Expert Systems**, v. 32, n. 2, p. 264–276, 2015.
- FLEISHMANN, A.; BASTOS, B. R.; PERNAS, H. **Sensibilidade à Situação em Sistemas Educacionais na Web**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- GAMMA, E. et al. Design Patterns – Elements of Reusable Object-Oriented Software. **A New Perspective on Object-Oriented Design**, 1995.
- GANTNER, Z.; RENDLE, S. MyMediaLite: A free recommender system library. **Proceedings of the fifth ACM conference on Recommender systems**, p. 305–308, 2011.
- GARCIN, F.; FALTINGS, B. PEN recsys: a personalized news recommender systems framework. **Nrs**, p. 3–9, 2013.
- GATZIOLIS, K.; BOUCOUVALAS, A. C. User profile extraction engine. **Proceedings of the 20th Pan-Hellenic Conference on Informatics - PCI '16**, p. 1–6, 2016.
- GOLDBERG, D. et al. Using collaborative filtering to weave an information tapestry. **Communications of the ACM**, v. 35, n. 12, p. 61–70, 1992.
- HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. Data Mining Concepts and Techniques. 2006.
- HERNANDO, A. et al. Incorporating reliability measurements into the predictions of a recommender system. **Information Sciences**, v. 218, p. 1–16, 2013.
- INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **Measuring the Information Society Report: 2017**. Disponível em: <<http://handle.itu.int/11.1002/pub/80f52533-en>>. Acesso em: 15 dez. 2017.
- INTERNET LIVE STATS. **Internet usage and social media statistics**. Disponível em: <<http://www.internetlivestats.com/>>. Acesso em: 19 dez. 2017.
- JAMESON, A.; SMYTH, B. Recommendation to groups. **The Adaptive Web**, p. 596–627, 2007.
- JANSEN, S. Measuring the Health of Open Source Software Ecosystems: Moving Beyond the Project Scope. **Information and Software Technology**, v. 56, n. 11, p. 1508–1519, 2014.
- JANSEN, S.; BRINKKEMPER, S.; FINKELSTEIN, A. Business network management as a survival strategy: A tale of two software ecosystems. **1st International Workshop on Software Ecosystems**, n. 2, p. 34–48, 2009.
- JANSEN, S.; CUSUMANO, M.; BRINKKEMPER, S. Software Ecosystems: Analyzing and Managing Business Networks in the Software Industry. 2013.
- KARDAN, A. A.; EBRAHIMI, M. A novel approach to hybrid recommendation systems



based on association rules mining for content recommendation in asynchronous discussion groups. **Information Sciences**, v. 219, p. 93–110, jan. 2013.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. TR/SE-0401, p. 28, 2004.

MAFRA, S. N.; BARCELOS, R. F.; TRAVASSOS, G. H. Aplicando uma Metodologia Baseada em Evidência na Definição de Novas Tecnologias de Software. **XX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software**, n. 2004, p. 239–254, 2006.

MANIKAS, K. Revisiting software ecosystems Research: A longitudinal literature study. **Journal of Systems and Software**, 2016.

MANIKAS, K.; HANSEN, K. M. Software ecosystems - A systematic literature review. **Journal of Systems and Software**, v. 86, n. 5, p. 1294–1306, 2013.

MASTHOFF, J. **Group Recommender Systems: Combining Individual Models Recommender Systems Handbook**. [s.l.] Springer US, Boston, MA, 2011.

MOODLE. **Moodle Statistics**. Disponível em: <<https://moodle.net/stats/>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

O'CONNOR, M. et al. PolyLens: A recommender system for groups of users. **Ecscw 2001**, n. In Proceedings of the European Conference on Computer-Supported Cooperative Work, p. 199–218, 2001.

PARK, Y. J.; CHANG, K. N. Individual and group behavior-based customer profile model for personalized product recommendation. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 2 PART 1, p. 1932–1939, 2009.

PAZZANI, M. J. A framework for collaborative, content-based and demographic filtering. **Artificial Intelligence Review**, v. 13, n. 5, p. 393–408, 1999.

PEREIRA, C. K. et al. Extração de Características de Perfil e de Contexto em Redes Sociais para Recomendação de Recursos Educacionais. **Xxv Sbie 2014**, v. 25, n. Cbie, p. 506–515, 2014.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional. 7ª Edição**. [s.l.: s.n.].

RESNICK, P. et al. GroupLens : An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews. **Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work**, p. 175–186, 1994.

RESNICK, P.; VARIAN, H. R. Recommender systems. v. 40, n. 3, p. 56–58, 1997.

RUNESON, P. et al. **Case Study Research in Software Engineering**. [s.l.: s.n.].

SANTOS, R. P.; WERNER, C. M. L. ReuseECOS : An Approach to Support Global Software Development through Software Ecosystems. p. 60–65, 2012.

SANTOS, R. P. DOS. Engenharia e Gerenciamento de Ecosystema de Software. **Rio de Janeiro: UFRJ. Qualificação (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação)**, 2013.

SCHAFFER, J. BEN; KONSTAN, J.; RIEDL, J. Recommender Systems in E-Commerce. 1993.

SCHMEDDING, M. et al. Recalot.com: Towards a Reusable, Modular and RESTful Social Recommender System. 2016.

SHULL, F. et al. Knowledge-Sharing Issues in Experimental Software Engineering. **Empirical Software Engineering**, v. 9, n. 1/2, p. 111–137, 2004.

SIMÕES, L. et al. MMRecommender: Metamodelo de Sistemas de Recomendação Aplicado a Grupos Educacionais. n. November, 2016.

SIMÕES, L. et al. Sistema de Recomendação de Serviços Baseado em uma Arquitetura Aberta para um Ecossistema de Software. **Simpósio Brasileiro de Sistema de Informação**, 2017.

SOLOMAN, B. A; CAROLINA, N.; FELDER, R. M. Index of Learning Styles Questionnaire. **Learning**, p. 1–5, 2012.

TECH, C. et al. OpenRec : A Modular Framework for Extensible and Adaptable Recommendation Algorithms. 2018.

VEIGA, W. BROAD-ECOS: Ecossistema de e-Learning baseado em serviços educacionais. p. 1–162, 2016.

VENGROFF, D. **RecLab: a system for eCommerce recommender research with real data, context and feedback...** **Context-awareness in Retrieval and Recommendation**, 2011.

WOHLIN, C. et al. Experimentation in Software Engineering. 2012.

## APÊNDICE I – MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Com objetivo de identificar estratégias de agrupamento utilizadas em SR, e também as métricas para avaliar as recomendações realizadas, foi realizado um mapeamento sistemático seguindo o protocolo proposto por (KITCHENHAM, 2004). Este protocolo é voltado para a área de Engenharia de Software, de maneira a evitar viés e tornar possível a reprodução do estudo. A seguir são apresentadas as atividades realizadas durante este mapeamento.

### QUESTÕES DE PESQUISA

As questões de pesquisa são os elementos norteadores desta pesquisa. Neste mapeamento as seguintes questões foram definidas:

Q1: *Quais técnicas, métodos, estratégias, modelos e abordagens são utilizados para formar e identificar grupos de usuários em sistemas de recomendações?*

Q2: *Quais métricas são analisadas para comparação das técnicas de SR propostas?*

Tendo definido as questões de pesquisa deste mapeamento, é possível definir o PICOC (população, intervenção, comparação, saída e contexto), seguindo o protocolo da autora, para identificar palavras-chave e seus sinônimos. A Tabela 5 apresenta as palavras-chave que foram identificadas neste processo e foram utilizadas na busca por artigos.

Tabela 5 - Palavras-chave para realizar busca por artigos

PICOC	Palavras-chave
<i>Population</i>	sistemas de recomendação
<i>Intervention</i>	agrupamento de usuários, identificação de grupos
<i>Comparison</i>	(Não aplicável neste mapeamento)
<i>Outcome</i>	modelos, técnicas, métodos, estratégias ou abordagens
<i>Context</i>	educação, turismo e comércio eletrônico

Fonte: ELABORADA PELO PRÓPRIO AUTOR

### ESTRATÉGIA DE BUSCA

Após identificação dos principais termos a partir do PICOC, assim como termos relacionados e sinônimos, é iniciada a estratégia de busca em bases científicas.

*Strings* de busca são úteis para a realização de pesquisa em bases de estudos científicos. Elas são definidas com a utilização de operadores de lógica booleana, como E (*AND*) e OU (*OR*). Testes iniciais foram realizados na base de artigos Scopus<sup>16</sup>, no intuito de acertar os termos utilizados na *string* de busca definitiva, através de um processo iterativo. A seguir são apresentados os termos definidos, de acordo com as informações do PICOC, formatados de acordo com a lógica booleana:

- *recommender system OR recommendation system*
- *group OR clustering OR grouping OR group identification*
- *model OR method OR technique OR strategy OR approach*
- *e-learning OR education OR educational OR tourism OR travel OR e-commerce*

Desta forma, a *string* de busca básica utilizada neste estudo é apresentada a seguir, lembrando que cada base científica possui suas particularidades, e esta *string* deve ser ajustada de acordo:

*(recommender system OR recommendation system) AND*  
*(group OR clustering OR grouping OR group identification) AND*  
*(model OR method OR technique OR strategy OR approach) AND*  
*(e-learning OR education OR educational OR tourism OR travel OR e-commerce)*

Buscas utilizando a *string* apresentada foram realizadas em agosto de 2016, com objetivo de retornar os estudos primários nas bases de artigos científicos. Foram escolhidas bases conhecidas com estudos na área de Engenharia de Software, como Scopus, ACM Digital Library<sup>17</sup>, IEEE Xplore<sup>18</sup>, ScienceDirect<sup>19</sup> e WebOfKnowledge<sup>20</sup>, onde foi possível obter 536 artigos aderentes à nossa *string* de busca. Os estudos estão divididos da seguinte maneira:

- Scopus: 169

---

<sup>16</sup> [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

<sup>17</sup> [dl.acm.org](http://dl.acm.org)

<sup>18</sup> [ieeexplore.ieee.org](http://ieeexplore.ieee.org)

<sup>19</sup> [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

<sup>20</sup> [www.webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com)

- ACM Digital Library: 20
- IEEE Xplore: 105
- ScienceDirect: 142
- WebOfKnowledge: 100

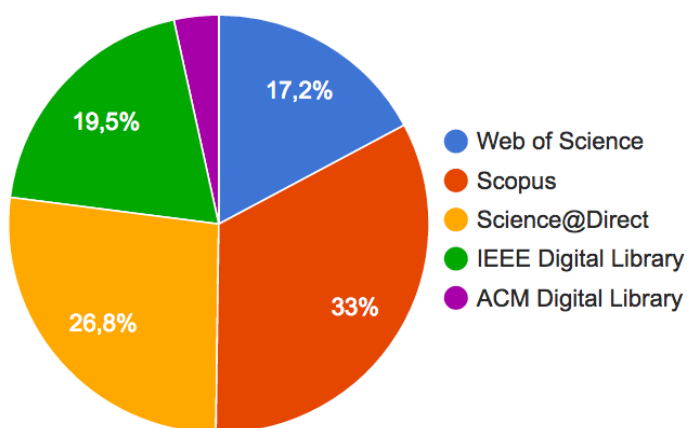


Figura 60 - Distribuição dos artigos encontrados de acordo com a base.

Todos os artigos encontrados foram agrupados, e a seguir foram identificados os artigos duplicados, para posteriormente serem removidos. Após este processo, o total de artigos primários encontrados foi de 466. A Figura 60 mostra a divisão de artigos por base, após remoção dos duplicados, sendo Scopus a base com maior número de artigos (33%) e ACM Digital Library com o menor número (3,4%). Já a Figura 61 traz informação sobre total de artigos selecionados e aceitos por base, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão de artigos, apresentados a seguir.

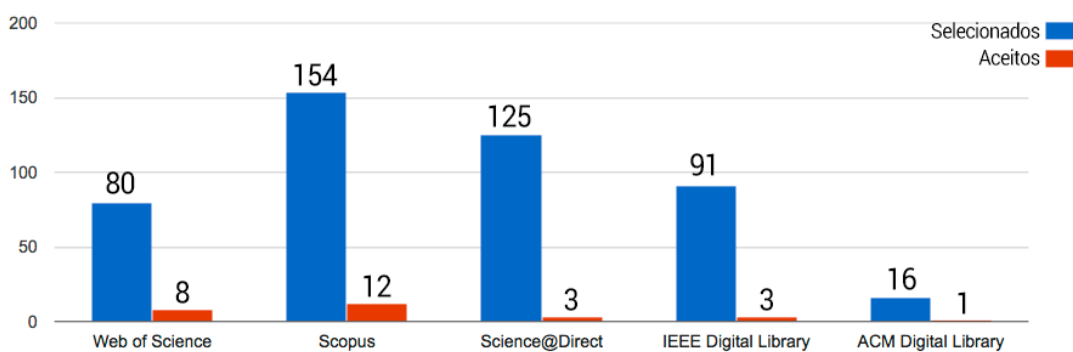


Figura 61 - Quantidade de artigos selecionados na busca e aceitos pelos critérios.

## **CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE ESTUDOS**

Seguindo as questões de pesquisa apresentadas, foram definidos critérios para inclusão ou exclusão de artigos.

Como critérios de inclusão, os estudos que possuem TODOS os seguintes critérios, serão incluídos como primários:

- Artigos escritos em português ou inglês;
- Artigos com proposta de agrupamento de usuários em sistemas de recomendações.

Já em relação aos critérios de exclusão, os estudos que possuem ALGUM dos seguintes critérios, serão excluídos como primários:

- Escritos em línguas diferentes de inglês ou português;
- Sem proposta de agrupamento de usuários em sistemas de recomendações;
- Propostos antes de 2006;
- Fora do contexto de educação, turismo ou comércio eletrônico;
- Artigos inacessíveis.

## **PROCESSO DE SELEÇÃO DE ESTUDOS**

A seleção dos estudos, seguindo os critérios, aconteceu da seguinte maneira. Primeiro foram analisados o título e resumo de cada um dos artigos encontrados, e os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados. Ao final desta análise, 437 dos 466 artigos foram excluídos por conta dos critérios de exclusão, restando 29 artigos.

A seguir, foi realizada a tentativa de acessar todos os 29 artigos, para realização da leitura completa do estudo, porém não foi possível o acesso a 2 destes artigos, por estarem inacessíveis, e conseqüentemente foram excluídos. No final deste processo, o total de artigos primários foi 27.

## **AValiação da Qualidade dos Artigos**

Seguindo o protocolo para realização deste mapeamento, posteriormente foi elaborado um *checklist* para avaliar a qualidade dos artigos primários selecionados. Foram definidas 9 questões, e cada uma possui três possíveis respostas, SIM, PARCIAL ou NÃO. Cada resposta recebe um valor, sendo 1, 0,5 ou 0 respectivamente. Desta forma, ao final da avaliação de qualidade, todos os artigos primários possuirão um valor de qualidade, entre 0 e 9. As questões do checklist de avaliação de qualidade são:

- Os objetivos do estudo estão claramente definidos?
- As técnicas de agrupamento são o objetivo principal do estudo?
- A seleção da técnica de agrupamento descrita foi bem justificada?
- Foram conduzidos experimentos a fim de mostrar a utilidade da técnica apresentada?
- Se existiram, os experimentos foram realizados em conjuntos de dados reais?
- Se existiram, técnicas estatísticas foram aplicadas e justificadas?
- Foram apresentados resultados negativos da técnica proposta?
- Foram apresentadas ameaças à validade da técnica proposta?
- Membros dos grupos, sabiam por que estavam naquele grupo específico?

Nesta etapa utilizamos o valor de corte 4,5 (média,  $9,0/2$ ), ou seja, artigos que não conseguiram um valor de qualidade 4,5 foram removidos de nossa listagem de artigos primários.

A seguir foi necessário extrair dos artigos primários, as informações relevantes para responder as questões de pesquisa definidas anteriormente. Técnicas de agrupamento propostas, métricas para comparação com outras técnicas e as características utilizadas para realização do agrupamento são as informações relevantes para este mapeamento.

## **RESULTADOS**

Dos 536 artigos encontrados com a *string* de busca, 12 terão seus dados extraídos. Na Tabela 2 temos a quantidade de artigos primários em cada fase do mapeamento, e a Figura 62 mostra a distribuição dos 12 artigos primários por ano.

Tabela 6 - Quantidade de artigos primários em cada fase do mapeamento

FASE	Quantidade
<i>String</i> de buscas	536
Exclusão de duplicados	466
Critérios de inclusão e exclusão	27
Avaliação de qualidade	12

Fonte: ELABORADA PELO PRÓPRIO AUTOR

Tabela 7 - Artigos primários do mapeamento sistemático

ID	ARTIGO
A1	A group recommender system for tourist activities
A2	Community based recommendation in e-learning systems
A3	E-Learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification
A4	e-Learning recommender system for a group of learners based on the unified learner profile approach
A5	Evaluation of e-learning systems based on fuzzy clustering models and statistical tools
A6	Incorporating frequency, recency and profit in sequential pattern based recommender systems
A7	Individual and group behavior-based customer profile model for personalized product recommendation
A8	Preference-based clustering reviews for augmenting e-commerce recommendation
A9	Social group recommendation in the tourism domain
A10	Toward a fully automatic learner modeling based on web usage mining with respect to educational preferences and learning styles
A11	Toward an optimum combination of English teachers for objective teaching
A12	Utilizing learning process to improve recommender system for group learning support

Fonte: ELABORADA PELO PRÓPRIO AUTOR

**Q1: *Quais técnicas, métodos, estratégias, modelos e abordagens são utilizados para formar e identificar grupos de usuários em sistemas de recomendações?***

Ao analisar a literatura existente, foi possível perceber que para cada contexto, diferentes características são utilizadas para o agrupamento. Dos 12 artigos primários, 7 são no contexto de educação (A2, A3, A4, A5, A10, A11, A12), 3 no contexto de comércio eletrônico (A6, A7, A8) e 2 são no contexto de turismo (A1, A9).



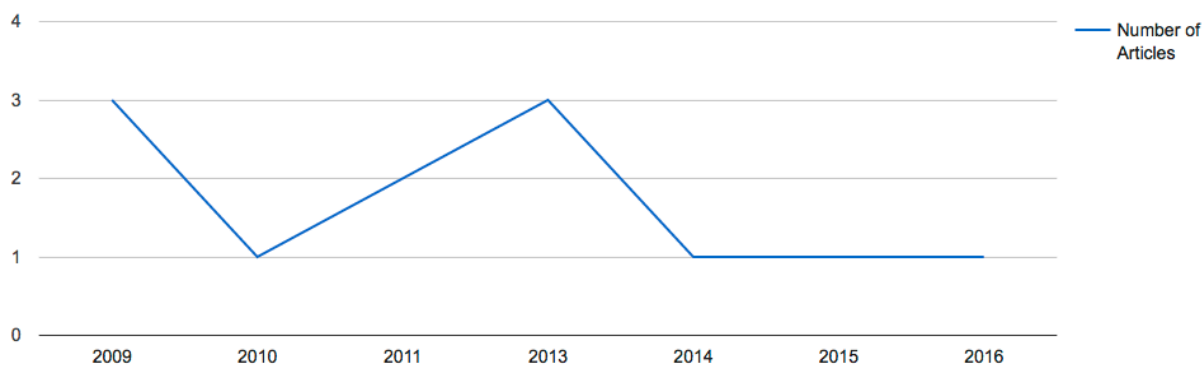


Figura 62 - Artigos primários aceitos por ano.

O contexto do artigo influencia significativamente as características utilizadas para agrupamento. As avaliações de itens são características presentes em todos os contextos estudados, mostrando sua grande importância para SR.

No contexto do comércio eletrônico, (PARK; CHANG, 2009), propuseram uma técnica de agrupamento de usuários baseada em informações sobre cliques durante a navegação, compras anteriores e características dos produtos inseridos no carrinho de compras, mesmo sem ter a compra finalizada, juntamente com os campos de interesses destes usuários. Os artigos selecionados neste contexto, fazem uso principalmente da sequência de acessos, histórico de compras e cliques no ambiente e também as opiniões expressas sobre os produtos. Um algoritmo citado em 2 artigos (A3, A6), é o AprioriAll, utilizado na geração de sequências que podem ser frequentes, chamadas de sequências candidatas. Desta forma é possível identificar padrões de sequências de acessos, e através do histórico de visitas à loja virtual. O artigo A6 é uma proposta de evolução do Apriori-All, incorporando frequência, recência e utilidade, na tentativa de dar uma maior importância aos padrões gerados mais recentemente.

Estudos no contexto do turismo, além de avaliações fazem uso de informações demográficas sobre os usuários, além de datas de acesso, interesses explícitos e principalmente características sobre relacionamentos sociais nos grupos.

Para (CHRISTENSEN; SCHIAFFINO; ARMENTANO, 2016), as informações chamadas demográficas mais importantes para serem utilizadas são nome completo, gênero, estado civil, data de nascimento, nível educacional, receita mensal, área de residência (rural, urbana), deficiências (visual, auditiva, motora) e se possui filhos. Sobre os relacionamentos sociais identificados para a técnica de agrupamento, elas são explicitamente indicados pelos usuários, e os autores identificam 9 tipos, agrupado em 4 categorias diferentes: (1)

relacionamento próximo, onde usuários podem ser influenciados pela opinião dos outros (por exemplo, casais); (2) relacionamento hierárquico, onde um pode ter que obedecer a outro (por exemplo um chefe com seu funcionário, ou então um pai com um filho); (3) conhecidos, onde o consenso pode influenciar uma decisão (por exemplo, grupo de amigos); (4) desconhecidos, podendo gerar indiferença ao usuário.

Dos 7 artigos focados no contexto da educação, mais da metade (A3, A4, A10, A12) baseiam suas técnicas de agrupamento no estilo de aprendizagem do estudante, utilizando o questionário *Index of Learning Styles (ISL)* (SOLOMAN; CAROLINA; FELDER, 2012). Este questionário contém 44 questões em 4 dimensões diferentes, representando o estilo e preferência do aluno, sendo posteriormente classificados como *active* ou *reflective*, *sensing* ou *intuitive*, *visual* ou *verbal* e ainda *sequential* ou *global*.

Após definir o perfil de cada estudante, (DWIVEDI; BHARADWAJ, 2015) agruparam os perfis de estudantes nos chamados *unified learner profile*, que também incluem informações sobre o conhecimento que estudantes já possuíam sobre os conteúdos e ainda as avaliações sobre os conteúdos realizadas no ambiente.

A seguir são apresentadas as métricas identificadas durante o mapeamento. Métricas que são utilizadas para calcular a melhoria de uma nova proposta, em relação a uma anterior.

## **Q2: Quais métricas são analisadas para comparação das técnicas de SR propostas?**

Dos 12 artigos primários selecionados, apenas 3 deles não apresentam nenhuma métrica em seus estudos (A3, A5, A10) e os outros 9 apresentaram ao menos 1 métrica, como comparação da técnica proposta a alguma outra técnica.

As métricas mais encontradas foram *recall*, *f-measure*, *precision* e *accuracy*, seguidos pela métrica *Mean Absolute Error (MAE)* e *satisfaction*. Também foi possível encontrar algumas métricas muito específicas ao estudo, que foram a aprovação de estudantes em cursos, em um ambiente de recomendações para estudantes, e ainda *Hit Ratio* e *Mean Reciprocal Rank (MRR)*. A seguir são explicadas cada uma das métricas encontradas.

**Precision** é definida por (PARK; CHANG, 2009) como a razão do total de itens relevantes selecionados com o total de itens selecionados:

**precision** =  $IRS/IS$ , onde IRS é o total de itens relevantes selecionados e IS é o total de itens selecionados.

**Recall** é definida como a razão de itens relevantes selecionados com o total de itens relevantes disponíveis.

$recall = IRS/IRD$ , onde IRS é o total de itens relevantes selecionados e IRD é o total de itens relevantes disponíveis.

Entretanto, ao aumentar o número de itens recomendados, a tendência é reduzir a *precision* e aumentar a *recall*. Neste caso, é possível utilizar *F-measure* para criar um equilíbrio entre estas métricas.

**F-measure** pode ser interpretada como a média ponderada de *precision* e *recall*, sendo calculado da seguinte forma:

$$f1 = (2 \times precision \times recall) / (precision + recall)$$

Para calcular a **accuracy** de um SR, é necessário calcular o *MAE*. (DWIVEDI; BHARADWAJ, 2015) afirmam que *MAE* mede o desvio de predições geradas pelo SR a partir das verdadeiras avaliações realizadas pelos usuários. Quanto mais baixo o *MAE*, melhor é a performance do SR.

A aprovação em cursos foi utilizada por Hsu e Cheng (2009) em sua proposta. Usuários foram agrupados considerando o seu desempenho em alguns testes. A seguir, para os grupos com usuários com baixo desempenho, foram recomendados professores que haviam tido turmas com alto grau de aprovação. Posteriormente, ao analisar a quantidade de alunos aprovados nos cursos comparados com os cursos anteriores, os autores puderam mostrar a melhoria no desempenho dos usuários.

De acordo com (CHEN; WANG, 2013), as métricas apropriadas para serem utilizadas em SR baseados em preferências são *MRR* e *Hit Ratio*.

**MRR** é uma métrica estatística para avaliar um processo onde é produzida uma lista de possíveis recomendações, ordenado pelo que o sistema acredita ser o mais correto para o menos correto. O ranking recíproco de uma recomendação é o inverso multiplicativo da posição da primeira resposta correta na lista retornada. A *MRR* é a média destes rankings. Por exemplo, caso um SR tenha uma listagem com 3 itens possíveis a ser recomendados para um usuário, sendo que o terceiro item da lista que seria o correto a ser recomendado, esta listagem possui ranking 3, e o inverso multiplicativo 1/3. E assim em diante.

Enquanto que **Hit Ratio** indica em qual posição da lista de recomendações aparece o item mais correto, retornando a porcentagem de acertos entre todos os usuários.

## **APÊNDICE II – TERMO DE CONSENTIMENTO E CONFIDENCIALIDADE**

### **OBJETIVO**

Este estudo visa avaliar os componentes identificados em Ecossistemas de Sistemas de Recomendação.

### **CONSENTIMENTO**

Ao responder este questionário, declaro ter mais de 18 (dezoito) anos de idade e concordo em participar de um estudo conduzido por André Luiz Campos Esqueff Abdalla do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), sob a orientação dos professores Victor Ströele de Andrade Menezes e Fernanda Cláudia Alves Campos Campos.

### **PROCEDIMENTO**

Neste estudo, você deverá responder a um questionário com perguntas relacionadas à sua experiência com Sistemas de Recomendação. Todos os documentos utilizados neste estudo serão apresentados ao participante e serão preenchidos pelo próprio. Você receberá orientações sobre como responder ao questionário, bem como dados necessários para participação no estudo. Para participar deste estudo solicitamos a sua especial colaboração em:

- (1) responder ao questionário
- (2) permitir que os dados resultantes da sua participação sejam divulgados. Quando os dados forem coletados, seu nome será removido destes e não será utilizado em nenhum momento durante a apresentação dos resultados.

Caso tenha alguma dúvida sobre o questionário, entre em contato através do email [andreluizabdalla@gmail.com](mailto:andreluizabdalla@gmail.com)

### **CONFIDENCIALIDADE**

Ao responder este questionário, estou ciente de que meu nome não será divulgado em hipótese alguma. Também estou ciente de que os dados obtidos por meio deste estudo serão mantidos sob confidencialidade. Da mesma forma, me comprometo a não comunicar meus resultados enquanto o estudo não for concluído, bem como manter sigilo das técnicas e documentos apresentados e que fazem parte do experimento.

### **BENEFÍCIOS E LIBERDADE DE DESISTÊNCIA**

Eu entendo que, uma vez que o experimento tenha terminado, o questionário respondido será estudado e os benefícios que receberei deste estudo são limitados ao aprendizado durante sua realização. Também entendo que sou livre para realizar perguntas a qualquer momento, solicitar que qualquer informação relacionada a minha pessoa não seja incluída no estudo ou comunicar minha desistência de participação, sem qualquer penalidade. Por fim, declaro que participo de livre e espontânea vontade com o único intuito de contribuir para o avanço e desenvolvimento da Engenharia de Software.

## APÊNDICE III – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DO ECOS DE SR

### CONTEXTUALIZAÇÃO

Em diversas áreas a perspectiva de Ecossistema de Software (ECOS) é utilizada para compreender as diferentes relações entre pessoas, comunidades, organizações e tecnologia como uma forma de criar meios para o desenvolvimento e compartilhamento de recursos por diferentes organizações gerando inovação e benefício para os envolvidos.

Um exemplo de ECOS é o ecossistema Android onde diferentes organizações se beneficiam com o desenvolvimento da plataforma (Google), aparelhos (Samsung, LG, Motorola), aplicativos (Facebook, Angry Birds, Whatsapp, Snapchat) ao mesmo tempo em que tornam o ecossistema como um todo mais diversificado e completo.

No domínio de Sistemas de Recomendação, a perspectiva de ECOS analisa o contexto de ambientes onde são realizadas recomendações, como ambientes de aprendizagem, sites de comércio eletrônico, aplicativos de música, repositórios de vídeo entre outros, considerando os aspectos tecnológicos e sociais necessários para enriquecer este ambiente. Em um cenário com diversos relacionamentos inter-organizacionais e inter-pessoais, diferentes pessoas, organizações, empresas e instituições podem desenvolver, compartilhar e reutilizar soluções para recomendação personalizada de recursos.

Responda abaixo utilizando a seguinte escala:

(1) Nenhum .. (5) Avançado

Qual o seu nível de conhecimento sobre Sistemas de Recomendação?	1 - ○○○○○○ - 5
Qual o seu nível de conhecimento sobre Ecossistemas de Software?	1 - ○○○○○○ - 5

### FUNCIONALIDADES DE SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

Considerando um Sistema de Recomendação, assinale a seguir a opção que define o nível de necessidade da existência de cada uma das funcionalidades apresentadas.

Utilize a seguinte escala:

(1) Dispensável - (2) Neutro - (3) Mandatório

Definir o PERFIL do ator que recebe as recomendações:	1 - ○○○○ - 3
Definir o PERFIL de forma IMPLÍCITA ou EXPLÍCITA:	1 - ○○○○ - 3

Definir o CONTEXTO do ator que recebe as recomendações:	1 - ○○○ - 3
Definir o CONTEXTO de forma IMPLÍCITA ou EXPLÍCITA:	1 - ○○○ - 3
Enriquecer o PERFIL e CONTEXTO do ator através de informações obtidas em ontologias, dados ligados e redes sociais:	1 - ○○○ - 3
Realizar RECOMENDAÇÃO INDIVIDUAL de acordo com o perfil e contexto definidos:	1 - ○○○ - 3
Realizar RECOMENDAÇÃO PARA GRUPOS de acordo com o perfil e contexto definidos:	1 - ○○○ - 3
Gerar LISTAS DE RECURSOS mais indicados a serem recomendados:	1 - ○○○ - 3
Definir o domínio de aplicação do Sistema de recomendação:	1 - ○○○ - 3
Definir o AMBIENTE/INTERFACE pelo qual o recurso será recomendado:	1 - ○○○ - 3
Aceitar variados MÉTODOS DE FILTRAGEM:	1 - ○○○ - 3
Recomendar recursos disponíveis em diferentes REPOSITÓRIOS:	1 - ○○○ - 3
Receber FEEDBACK sobre os recursos recomendados:	1 - ○○○ - 3
Na sua opinião, faltaram algumas FUNCIONALIDADES necessárias para a implementação de um Sistema de Recomendação? Quais?	--

### COMPONENTES SOCIAIS - ATORES

Considere os papéis que as pessoas podem desempenhar em um ECOS onde diferentes organizações interagem, produzindo soluções para Sistemas de Recomendação. Responda considerando que uma mesma pessoa pode assumir múltiplos papéis.

Assinale a seguir a opção que define o nível de necessidade da existência destes papéis de atores.

Utilize a seguinte escala:

(1) Dispensável - (2) Neutro - (3) Mandatório

MANTENEDOR da plataforma para desenvolvimento de um Sistema de Recomendação:	1 - ○○○ - 3
Organização FOMENTADORA:	1 - ○○○ - 3

DESENVOLVEDOR INTERNO da plataforma:	1 - ○○○ - 3
DESENVOLVEDOR EXTERNO da plataforma:	1 - ○○○ - 3
SUPORTE interno a outros atores na utilização da plataforma:	1 - ○○○ - 3
APOIO externo aos usuários da plataforma:	1 - ○○○ - 3
DESENVOLVEDOR DE RECURSOS a serem recomendados:	1 - ○○○ - 3
PESQUISADOR acadêmico:	1 - ○○○ - 3
USUÁRIO FINAL das funcionalidades e componentes da plataforma:	1 - ○○○ - 3
INDIVÍDUO que recebe recomendações:	1 - ○○○ - 3
GRUPO DE INDIVÍDUOS que recebem recomendações:	1 - ○○○ - 3
Na sua opinião, faltaram alguns ATORES em um ECOS para recomendação de recursos? Quais?	--

### COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Considere os dispositivos tecnológicos utilizados pelos atores na interação com a plataforma e com outros atores.

Assinale a seguir a opção que define o nível de necessidade da existência destes componentes.

Utilize a seguinte escala:

(1) Dispensável - (2) Neutro - (3) Mandatório

PLATAFORMA TECNOLÓGICA para o desenvolvimento de um Sistema de Recomendação:	1 - ○○○ - 3
SOFTWARES de apoio e desenvolvimento:	1 - ○○○ - 3
SERVIDOR da plataforma tecnológica:	1 - ○○○ - 3
BANCO DE DADOS:	1 - ○○○ - 3
API para interoperabilidade e integração de componentes:	1 - ○○○ - 3
RECURSOS DIGITAIS a serem recomendados:	1 - ○○○ - 3
REPOSITÓRIOS de recursos digitais:	1 - ○○○ - 3
DOCUMENTAÇÃO para uso da plataforma:	1 - ○○○ - 3
REDES SOCIAIS:	1 - ○○○ - 3
ONTOLOGIAS:	1 - ○○○ - 3
DADOS LIGADOS:	1 - ○○○ - 3

Na sua opinião, faltaram alguns COMPONENTES TECNOLÓGICOS em um ECOS para Sistemas de Recomendação? Quais?	--
Caso queira enviar quaisquer observações sobre o questionário, preencha a seguir:	--