

## Um Estudo Sobre Sistemas de Recomendação de Recursos Educacionais

Vitor B. Rolim<sup>1</sup>, Rafael Ferreira<sup>1</sup>, Evandro Costa<sup>2</sup>, Anderson P. Cavalcanti<sup>1</sup>, Máverick A. D. Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Informática Aplicada – DEINFO – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Caixa Postal s/n – 52171-900 – Recife – PE – Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Computação – Universidade Federal Rural de Alagoas (UFAL) Caixa Postal s/n – 57072-900 – Maceió – AL – Brasil

{victor.b.rolim, rafaelflmello, ebcosta, anderson.pinheiro27, amaverick70}@gmail.com

**Abstract.** *Recommendation systems are important in the process of indicate the adequate content for user's necessities. When the recommendation involves educational resources, it becomes an important resource for teaching-learning process. This work paper proposes a study about recommendations systems of educational resources, for this a literature revision of the last 10 years of papers that present approaches about it. It was found 31 papers that some information is presented, such as: most used techniques, number of publications per year and papers most cited. To conclude this paper, a new approach to recommendation is proposed.*

**Resumo.** *Sistemas de recomendação possuem o importante papel de indicar o conteúdo mais adequado para atender uma necessidade do usuário. Quando a recomendação envolve recursos educacionais, torna-se uma ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem. Este trabalho propõe um estudo acerca dos sistemas de recomendação de recursos educacionais, para isso foi realizada uma revisão da literatura dos últimos 10 anos de trabalhos que apresentam abordagens desta temática. Foram encontrados 31 artigos dos quais foram extraídas várias informações como: técnicas mais utilizadas, número de publicações por ano e trabalhos mais citados. No final do artigo, uma nova abordagem para recomendação é apresentada.*

### 1. Introdução

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) têm conquistado cada vez mais espaço no meio educacional, principalmente com a expansão da educação a distância [Costa *et al.* 2013]. Os AVAs têm se mostrado uma peça importante no processo de ensino-aprendizagem por possibilitarem maior interação entre os envolvidos através dos recursos fornecidos por esses ambientes, como por exemplo o fórum de discussão.

Com a intensificação da utilização desses ambientes surgem alguns desafios. Um deles é o de proporcionar ao aluno métodos eficazes de adquirir o conhecimento sobre um determinado assunto [Akyuz and Kurt 2010]. Tendo em vista o grande volume de

informações e recursos educacionais disponíveis na Web esse desafio se torna ainda maior. Por isso, existe a necessidade de sistemas que auxiliem na solução desse problema.

Uma abordagem para esse problema são os sistemas de recomendação de recursos educacionais, que tem como principal objetivo recomendar o conteúdo mais adequado para uma determinada necessidade do aluno [Cazella *et al.* 2010b]. Por ser uma abordagem promissora e que já apresenta bons resultados, ela vem sendo estudada e aperfeiçoada cada vez mais, principalmente pelo meio acadêmico. Com isso, artigos são publicados frequentemente a respeito deste tema, apresentando novos métodos e validação de modelos já estabelecidos.

Diante deste cenário, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo acerca dos sistemas de recomendação de recursos educacionais atuais e desta forma faz-se necessário a realização de uma revisão sistemática dos trabalhos publicados com esta temática. Este trabalho apresenta um panorama dos modelos propostos e de novas técnicas utilizadas, servindo como direcionamento para futuras pesquisas sobre o tema. Além disso, é apresentada uma nova proposta de um novo modelo de recomendação de acordo com as análises realizadas.

A busca das publicações retornou 31 artigos que tratam de propostas de sistemas de recomendação para recursos educacionais. Dentre os aspectos avaliados estão: técnicas utilizadas, anos com maior número de publicações, conferências que possuem mais publicações sobre o tema, trabalhos que possuem integração com o *moodle*.

As seções a seguir estão divididas da seguinte forma: a Seção 2 fornece uma introdução a sistemas de recomendações; na Seção 3 é apresentada a metodologia deste trabalho; nas Seções 4 e 5 são apresentados os resultados obtidos e uma discussão sobre o trabalho; por fim, as conclusões desta pesquisa se encontram na Seção 6.

## 2. Sistema de Recomendação

Devido à grande quantidade e diversidade de informações disponíveis nos dias de hoje, torna-se difícil, dependendo da experiência pessoal do indivíduo, escolher a melhor informação para consumir ou até mesmo indicar para outros [Cazella *et al.* 2010b].

Diante deste cenário, os Sistemas de Recomendação (SR) são uma forma de representação de uma prática bastante comum nas relações humanas, indicar algo para alguém de acordo com uma necessidade específica. Contudo, os SRs utilizam técnicas computacionais para recomendar a informação mais adequada para as necessidades do usuário. Dentre as técnicas de recomendação, podemos citar:

- **filtragem colaborativa:** analisa a similaridade entre os perfis dos usuários [Sarwar *et al.* 2001];
- **filtragem baseada em conteúdo:** leva em conta o conteúdo acessado ou avaliado pelo usuário [Balabanović e Shoham 1997];
- **filtragem demográfica:** utiliza as descrições do usuário (idade, gênero, etc.) [Pazzani 1999];

- **filtragem baseada em conhecimento:** baseado no conhecimento possuído sobre o produto e o usuário, analisa a relação entre a necessidade e o objeto recomendado [Burke 1999];
- **filtragem baseada em contextos:** leva em conta fatores contextuais do usuário, além de condições do equipamento do mesmo e do ambiente ao seu redor, como por exemplo tempo e localização [Adomavicius e Tuzhilin 2015];
- **filtragem híbrida:** associa duas ou mais técnicas, afim de enriquecer a qualidade da recomendação [Costa *et al.* 2013].

Dentre essas técnicas a filtragem colaborativa e a baseada em conteúdo são as mais utilizadas nos sistemas de recomendação [Cazella *et al.* 2010a]. Nas próximas subseções estas duas técnicas serão descritas com mais detalhes.

## 2.1 Filtragem Baseada em Conteúdo (FBC)

Na filtragem baseada em conteúdo tenta-se recomendar itens similares ao item de interesse do usuário (itens acessados no passado ou que tenha gostado) [Sarwar *et al.* 2001]. Pode-se observar na Figura 1 como funciona um sistema baseado em conteúdo, onde o usuário ao acessar (escolher) um certo item “A”, internamente o sistema encontra um item “B” similar ao item escolhido anteriormente e o recomenda ao usuário.

Apesar dessa abordagem ser bastante popular, possui algumas limitações, das quais podemos citar:

- análise limitada do conteúdo do objeto recomendado: com relação a qualidade, não distingue um conteúdo bom de um conteúdo ruim;
- super especialização: pode não recomendar itens realmente relevantes para o usuário, por analisar apenas itens acessados ou avaliados positivamente.

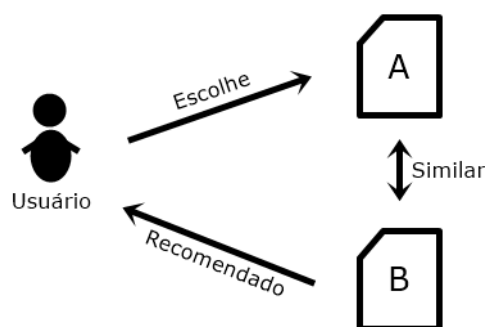
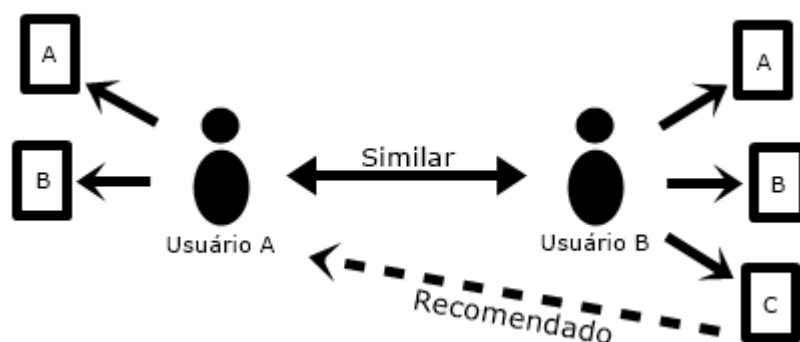


Figura 1. Exemplo de um Sistema de recomendação usando filtragem baseada em conteúdo

## 2.2 Filtragem Colaborativa (FC)

A filtragem colaborativa se diferencia da filtragem baseada em conteúdo por não exigir a compreensão ou reconhecimento do conteúdo dos itens [Reategui e Cazella 2005]. A filtragem colaborativa se baseia na semelhança entre perfis de usuário, a Figura 2 exemplifica bem esse conceito. Essa semelhança pode ser calculada utilizando métricas como a distância euclidiana ou a similaridade dos cossenos.



**Figura 2. Exemplo de um sistema de recomendação com filtragem colaborativa**

Como demonstrado na Figura 2 o usuário A e o usuário B tem perfis similares, por terem acessado os mesmos itens (A e B), logo o item C é recomendado para o usuário A com base na similaridade dos dois perfis.

A filtragem colaborativa também possui algumas limitações, dentre as quais podemos citar:

- partida fria (*cold start*): quando um usuário é novo no sistema o seu perfil não é similar a nenhum outro, isso acontece também com itens novos adicionados ao banco de dados, que não será recomendado até ser avaliado por algum usuário;
- pontuações esparsas: se o número de usuários for pequeno, existe a possibilidade das pontuações de similaridade serem muito esparsas;
- preferências atípicas (*outliers*): caso as preferências do usuário seja exótica de acordo com o domínio, existirá dificuldade de encontrar outros usuários com preferências similares.

### 3.3. Filtragem Híbrida

A filtragem híbrida busca por meio da combinação de duas ou mais técnicas, tirar proveito das vantagens de cada uma delas de modo a desenvolver um sistema que recomende o conteúdo mais adequado para o usuário.

Um exemplo bastante comum é utilizar a filtragem colaborativa com a filtragem baseada em conteúdo. A combinação dessas duas técnicas possibilita que o sistema seja beneficiado pelos bons resultados para usuários incomuns, pela precisão da recomendação independentemente do número dos usuários (FBC), e pela descoberta de similaridades entre os usuários, além da recomendação relacionada com o histórico do usuário (FC) [Cazella *et al.* 2010b].

## 3. Metodologia

Para realização desta revisão sistemática da literatura (RSL), seguimos o modelo de Kitchenham [Kitchenham *et al.* 2009] que é bastante validado na literatura para este tipo de pesquisa. A RSL é de grande utilidade para os pesquisadores principalmente por fornecer como um de seus resultados o estado da arte do objeto de estudo. Utilizando este método pretendemos responder as questões relacionadas na Tabela 1.

**Tabela 1. Questões de pesquisa**

<b>Questão</b>	<b>Descrição</b>
<b>Q1</b>	Quais são as novas técnicas utilizadas para recomendação de objetos de aprendizagem?
<b>Q2</b>	Que melhorias foram feitas nas técnicas existentes?
<b>Q3</b>	Quais necessidades ainda não foram solucionadas?

### 3.1. Processo de busca

Como ferramentas de pesquisa para encontrar os artigos científicos nacionais e internacionais foram utilizados os mecanismos de busca: *Google Scholar*, *SpringerLink*, *ScienceDirect*. Foram utilizados termos de busca para o português e inglês, como podem ser observados abaixo.

Para o português:

- ("sistema" AND "recomendação" AND ("educacional" OR "educacionais" OR "educação")) OR (("fóruns" OR "fórum") AND ("educacional" OR "educacionais") AND "recomendação")

Para o Inglês:

- ("system" AND "recommendation" AND ("educational" OR "education")) OR ("forum" AND "educacional" AND "recommendation")

### 3.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Como proposto pelo modelo seguido por este trabalho foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão, os quais podem ser observados na Tabela 2.

**Tabela 2. Critérios de Inclusão e Exclusão**

<b><i>Critérios de Inclusão (CI)</i></b>	
<b>CI1</b>	Artigos disponíveis por completo para leitura
<b>CI2</b>	Artigos publicados de 01/01/2008 até 10/04/2017
<b><i>Critério de Exclusão (CE)</i></b>	
<b>CE1</b>	Artigos duplicados
<b>CE2</b>	Artigos não relacionados a recomendação de conteúdo
<b>CE3</b>	Artigos não relacionados a área educacional
<b>CE4</b>	Artigos derivados da mesma pesquisa

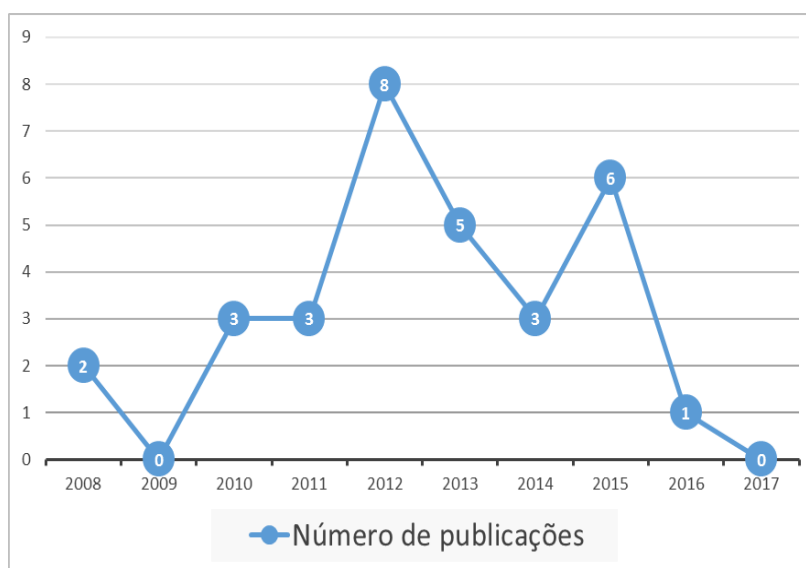
## 4. Resultados

A Tabela 3 apresenta a quantidade de artigos científicos selecionados através dos critérios de seleção ao utilizarmos os termos de busca nos mecanismos de busca e em seguida o refino desta seleção através dos critérios de exclusão.

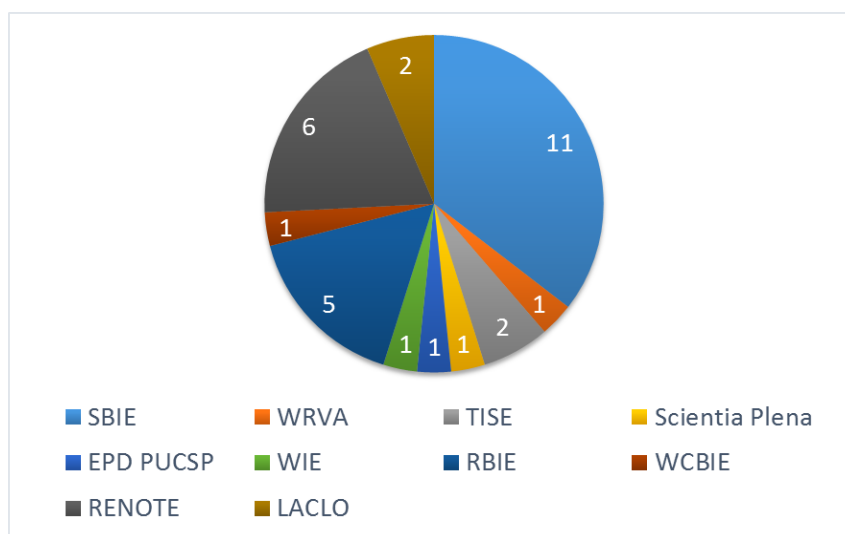
**Tabela 3. Artigos selecionados**

<i>Total de artigos</i>	
Artigos que obedeceram aos critérios de inclusão	173
Artigos que foram eliminados pelos critérios de exclusão	142
<b>Artigos Selecionados</b>	<b>31</b>

Para o processo de exclusão dos artigos foram analisados os CE listados na Tabela 2, e para isso foi necessária a leitura dos títulos dos trabalhos juntamente com seu resumo para realizar a verificação de adequação aos critérios, os que se adequaram aos critérios de exclusão foram removidos, restando assim 31 artigos que foram lidos por completo. A Figura 3 mostra a distribuição de artigos publicados por ano. Os anos com maior volume de publicação foram 2012, 2013 e 2015 com 8, 5 e 6 artigos, respectivamente. Nos últimos dois anos (2016 e 2017) houve apenas 1 artigo publicado (em 2016), o que mostra que existe uma carência de projetos de pesquisa nesta área na atualidade. Entretanto, esta diminuição do número de publicações pode ser também um indicativo da estabilização dos modelos de recomendação atuais, servindo assim como motivação para que novos modelos possam ser propostos.

**Figura 3. Publicações por ano**

A Figura 4 apresenta a distribuição dos artigos por conferências e periódicos. Observamos que o evento que mais teve trabalhos publicado nessa área foi o SBIE com 11 dos artigos. Em relação às revistas, a RENOTE teve 6 artigos publicados e a RBIE teve 5 artigos publicados. Os outros eventos possuem uma distribuição variando entre 1 e 3 artigos.



**Figura 4. Publicações por conferência/periódico**

Visto que o *moodle* é muito utilizado nas instituições de ensino, principalmente em cursos a distância, naturalmente esperava-se que grande parte destes trabalhos tivessem como objetivo a sua integração com esta ferramenta. Porém, os trabalhos selecionados apresentam abordagens contrárias a este raciocínio. Apenas 16,1% dos trabalhos têm por finalidade realizar a integração de alguma forma com o *moodle*.

Com relação às técnicas de recomendação utilizadas, verificamos na Tabela 4 que 64,5% adotaram abordagens híbridas na tentativa de eliminar as limitações de algumas técnicas e melhorar a qualidade da recomendação. Apesar da maioria dos trabalhos utilizarem abordagem híbrida, levando em conta que geralmente essa abordagem é composta pela filtragem colaborativa e a baseada em conteúdo, pode-se considerar como as técnicas predominantes nos trabalhos selecionados.

**Tabela 4. Utilização de técnicas de recomendação**

<i>Abordagem de recomendação</i>	
Filtragem Híbrida	20
Filtragem Baseada em Conteúdo	4
Filtragem Colaborativa	7
<b>Total</b>	<b>31</b>

## 5. Discussão

A revisão sistemática de sistemas de recomendação de recursos educacionais proposta tinha como objetivo responder as perguntas listadas na Tabela 1 da Seção 3. A primeira pergunta trata de identificar quais são as novas técnicas utilizadas para recomendação de objetos de aprendizagem. Foi observado que as técnicas utilizadas nos artigos examinados, são comumente filtragem colaborativa [Casagrande *et al.* 2015, Silva *et al.* 2011, Primo *et al.* 2010], filtragem baseada em conteúdo [Vieira e Nunes 2012, Albuquerque e Silveira 2013], alguma adaptação dessas técnicas [Wiedemann *et al.*

2013], ou abordagens híbridas [Ferreira e Raabe 2010, Raiol *et al.* 2014, Cazella *et al.* 2012], sendo a filtragem colaborativa a mais presente.

De forma geral a filtragem colaborativa cria uma generalização do perfil do usuário por usar métricas de similaridade, não levando em conta as individualidades de cada aluno, e isso geralmente faz com que a qualidade das recomendações diminua. Alguns trabalhos trazem uma abordagem levando em conta as competências dos alunos [Cazella *et al.* 2012, Pereira *et al.* 2015, Raiol *et al.* 2014] porém é importante levar em conta que as competências de um determinado aluno são dinâmicas com o passar do tempo. Respondendo então a **Q2**, observamos avanços nos esforços para implementar as técnicas de recomendação, com o intuito de entregar o conteúdo mais adequado ao usuário, contudo, ainda existem lacunas que podem ser estudadas.

Na **Q3**, foi observado a necessidade de implementar novas técnicas e desenvolver novas abordagens afim de melhorar a recomendação de conteúdo para os alunos, tanto na assertividade quanto na personalização desse conteúdo. Pode-se então propor um sistema de recomendação que utilize um novo método baseado em níveis de maturidade dinâmicos do aluno com respeito aos tópicos (assuntos) de uma determinada disciplina. Esses níveis de maturidades mudariam dependendo da expertise demonstrada pelo aluno através de sua interação com o ambiente, como por exemplo suas postagens. Para tanto seria necessário a criação do perfil do usuário com seus respectivos níveis de maturidade para cada tópico do domínio.

Outro fator notado é a necessidade da implementação do sistema de recomendação em um ambiente real com um número razoável de alunos ativos, para que a avaliação realizada possa ser correta. Poucos trabalhos foram testados em ambientes reais para que pudessem fornecer avaliações conclusivas sobre a qualidade dos sistemas implementados.

## 6. Conclusão

A recomendação de recursos educacionais é de extrema importância na modelo de educação atual, principalmente se tratando dos ambientes virtuais de aprendizagem, por ter como objetivo fazer com que o aluno supere os obstáculos encontrados no processo de aprendizagem através do fornecimento de informação adequada.

Diversas abordagens para recomendação de recursos educacionais foram desenvolvidas nos últimos 10 anos com o objetivo de melhorar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Através deste trabalho foi possível encontrar 31 trabalhos que possuem este objetivo. Foram identificados através desta RSL alguns desafios na área que podem servir para pesquisas futuras.

Portanto, como trabalhos futuros desta pesquisa pretende-se criar um sistema de recomendação de recursos educacionais que levarão em conta o perfil do usuário criado com os níveis de maturidade dele sobre cada assunto da disciplina abordada, esses níveis de maturidade serão dinâmicos de acordo com a interação dele no sistema, melhorando assim a qualidade da recomendação.



## Referências

- Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2015). Context-aware recommender systems. In *Recommender systems handbook* (pp. 191-226). Springer US.
- Akyuz, H. I., Kurt, M. *Effect of teacher's coaching in online discussion forums on students' perceived self-efficacy for the educational software development. Procedia - Social and Behavioral Sciences, World Conference on Learning, Teaching and Administration Papers, vol. 9, no. 0, pp. 633 – 637, 2010.* Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810023141>>
- Albuquerque, A., & Silveira, I. (2013). Mecanismos de Recomendação e Reputação na Recuperação de Informação em Recursos Educacionais Abertos Baseados em Texto. Encontro de Produção Discente PUCSP/Cruzeiro do Sul, 1(1).
- Balabanović, M., & Shoham, Y. (1997). Fab: content-based, collaborative recommendation. *Communications of the ACM*, 40(3), 66-72.
- Burke, R. (1999, July). Integrating knowledge-based and collaborative-filtering recommender systems. In *Proceedings of the Workshop on AI and Electronic Commerce* (pp. 69-72).
- Cazella, S. C., Drumm, J. V., & Barbosa, J. L. V. (2010a). Um serviço para recomendação de artigos científicos baseado em filtragem de conteúdo aplicado a dispositivos móveis. *RENOTE*, 8(3).
- Cazella, S. C., Nunes, M. A. S. N., & Reategui, E. (2010b). A Ciência da Opinião: Estado da arte em Sistemas de Recomendação. André Ponce de Leon F. de Carvalho; Tomasz Kowaltowski.(Org.). Jornada de Atualização de Informática-JAI, 161-216.
- Cazella, S. C., Behar, P., Schneider, D., da Silva, K. K., & Freitas, R. (2012). Desenvolvendo um Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseado em Competências para a Educação: relato de experiências. In *Brazilian Symposium on Computers in Education* (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) (Vol. 23, No. 1).
- Casagrande, M. F. R., da Silva, G. K., & Willrich, R. (2015). Técnica de Recomendação Baseada em Metadados pa-rra Repositórios Digitais Voltados ao Ensino. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 23(2).
- Costa, E., Aguiar, J., & Magalhães, J. (2013). Sistemas de Recomendação de Recursos Educacionais: conceitos, técnicas e aplicações. Jornada de Atualização em Informática na Educação, 1(1).
- Dyer, S., Martin, J. and Zulauf, J. (1995) “*Motion Capture White Paper*”, [http://reality.sgi.com/employees/jam\\_sb/mocap/MoCapWP\\_v2.0.html](http://reality.sgi.com/employees/jam_sb/mocap/MoCapWP_v2.0.html), December.
- Ferreira, V. H., & Raabe, A. L. (2010). LORSys–Um Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem SCORM. *RENOTE*, 8(2).
- Kitchenham, B.; Brereton, P.; Budgen, D.; Turner, M.; Bailey, J.; Linkman, S. (2009) “*Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review*”. In: *Information and Software Technology*, v.51, p.7-15.

- Pazzani, M. J. (1999). A framework for collaborative, content-based and demographic filtering. *Artificial intelligence review*, 13(5-6), 393-408.
- Pereira, C. K., Campos, F. C. A., Stroele, V., Braga, R. M., David, J. M. N., & Almeida, R. (2015). Extração de Características de Perfil e de Contexto em Redes Sociais para Recomendação de Recursos Educacionais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 23(03), 25.
- Primo, T. T., Vicari, R. M., & da Silva, J. M. C. (2010). Rumo ao uso de metadados educacionais em sistemas de recomendação. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 1, No. 1).
- Raiol, E. P. M., da Penha Natal, I., & Favero, E. L. (2014) WebSQL: Uma ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem de SQL baseado na recomendação de objetos de aprendizagem e competências do aluno em SQL. *RENOTE*, 12(2).
- Reategui, E. B., & Cazella, S. C. (2005). Sistemas de recomendação. In *XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação* (pp. 306-348).
- Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., & Riedl, J. (2001). Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. In *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web* (pp. 285-295). ACM.
- Silva, L. C. N., Neto, F. M. M., & Júnior, L. J. (2011). Mobile: Um ambiente multiagente de aprendizagem movel para apoiar a recomendacao sensível ao contexto de objetos de aprendizagem. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 1, No. 1).
- Vieira, F. J. R., & Nunes, M. A. S. N. (2012). Dica: Sistema de recomendação de objetos de aprendizagem baseado em conteúdo. *Scientia Plena*, 8(5).
- Wiedemann, T., Barbosa, J. L., & Rigo, S. J. (2013). Um modelo para recomendação de objetos de aprendizagem baseado em similaridade de sessões. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 24, No. 1, p. 878).