



# Framework Genérico de Recomendação para Lojas Virtuais

Kelvin Salton do Prado<sup>1</sup>, Sidnei Renato Silveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/CESNORS) – Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação – Frederico Westphalen – RS – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Tecnologia da Informação – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/CESNORS) - Frederico Westphalen – RS – Brasil

kelvinpww@hotmai.com, sidneirenato.silveira@gmail.com

**Resumo.** *Sistemas de recomendação permitem que sejam recomendados produtos para cada cliente ou grupo de clientes em lojas virtuais, podendo ser um fator muito relevante para a finalização ou não de uma compra. Neste contexto, este artigo apresenta o estudo e construção de um protótipo de framework de recomendação para lojas virtuais, com o objetivo principal de proporcionar um framework funcional aos gestores e analistas de negócios, para escolherem e configurarem de forma dinâmica o modo de oferta de produtos específicos em suas lojas virtuais. A validação do framework foi realizada por meio de um questionário preenchido por avaliadores que possuem contato direto com lojas virtuais.*

**Palavras-chave:** *Framework; Sistemas de Recomendação; Lojas Virtuais.*

**Abstract.** *Recommender systems help web shops on the products recommendation for each client or group of clients and can be very relevant factor for the completion of a purchase or not. In this context, this paper proposes the study and development of a recommendation framework prototype for web shops, with the main objective of provide a functional framework for managers and business analysts choose and configure dynamically the mode of offer of specific products in their web shops. The validation of the implemented framework was through a questionnaire completed by appraisers who have direct contact with virtual stores.*

**Keywords:** *Framework; Recommender Systems; Web Shops.*

## 1. Introdução

Este trabalho tem seu objetivo motivado pelo constante crescimento do comércio eletrônico no Brasil e no mundo, e no alto grau de dificuldade de implementação de métodos eficazes de recomendação de produtos nas lojas virtuais. Segundo pesquisas realizadas pela E-bit (2014), a previsão de crescimento do comércio eletrônico no Brasil em 2013 era de 25% em relação a 2012, porém o crescimento nominal em 2013 foi de 28%, superando as expectativas e fazendo com que o comércio eletrônico brasileiro



faturasse mais de R\$ 28 bilhões. A estimativa para 2014 é que o comércio eletrônico brasileiro cresça 20% em relação ao ano de 2013, faturando mais de R\$ 34 bilhões.

Com este crescimento acabam surgindo alguns problemas, como por exemplo a sobrecarga de informações sobre os usuários. Para Piroca (et. al., 2009) a quantidade de informação produzida e disponibilizada na web pode ocasionar uma sobrecarga cognitiva sobre o usuário final. Devido a este problema várias tecnologias têm surgido para apoiar a seleção, recuperação e filtragem da informação desejada ou de interesse do usuário. Uma forma de amenizar esta sobrecarga e filtrar o conteúdo de acordo com os interesses do usuário pode ser apresentada a partir da implementação de Sistemas de Recomendação.

Acredita-se que os fatores anteriormente apresentados justifiquem a construção do *framework* de recomendação para lojas virtuais, o qual proporciona o acesso de forma relativamente simples e gratuita a diversos métodos de recomendação pré estabelecidos, facilitando a implementação destas recomendações pelos desenvolvedores e tornando acessível de forma simples e clara a seleção destas recomendações aos gestores, através de uma interface gráfica.

Neste contexto, este artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta um referencial teórico, apresentando os fundamentos das principais áreas envolvidas no trabalho. Na seção 3 é exposto o estado da arte, o qual envolve o estudo de trabalhos relacionados, bem como uma comparação de alguns requisitos em comum entre eles. Já na seção 4 é apresentada a solução implementada, descrevendo ferramentas, linguagens de programação e metodologias que foram utilizadas no desenvolvimento do *framework*, bem como os testes e a validação do mesmo. Encerrando o artigo, expõem-se as considerações finais, apresentando os resultados alcançados e possíveis trabalhos futuros.

## **2. Referencial Teórico**

Nesta seção são apresentados os principais conceitos das áreas envolvidas no desenvolvimento do *framework* de recomendação apresentado neste artigo.

### **2.1. Comércio Eletrônico**

Segundo Albertin (2000) o comércio eletrônico, também conhecido como *e-commerce*, é a realização de todo o processo de negócio em um ambiente eletrônico, por meio de tecnologias de comunicação e informação, atendendo aos objetivos de um negócio.

Nos dias atuais o comércio eletrônico já está bastante difundido entre as empresas e entre os consumidores em geral. As empresas estão sentindo a necessidade de estarem presentes no mundo virtual para poderem oferecer seus produtos ou serviços a um público maior e de forma mais eficaz (E-BIT, 2014).

#### **2.1.1. Categorias de E-commerce**

Com o enorme crescimento do comércio eletrônico nos últimos anos (E-BIT, 2014), alguns autores sentiram a necessidade de dividir o comércio eletrônico em categorias, para melhor entendê-lo e estudá-lo.

De acordo com Parente (2014), existem 4 principais categorias de comércio eletrônico, sendo elas:

- *Business-to-Business* (B2B), ou Negócio-a-Negócio, onde a venda ocorre entre organizações;
- *Business-to-Consumer* (B2C), ou Negócio-a-Consumidor, onde ocorre a venda de um produto entre uma organização e o consumidor final. Este é um dos modelos mais conhecidos e populares nos dias de hoje;
- Intra-organizacional, onde a venda ocorre no ambiente interno das organizações, para funcionários, por exemplo;
- *Consumer-to-Consumer* (C2C), ou Consumidor-a-Consumidor, onde ocorre a venda direta entre consumidores, geralmente através de um canal de comunicação disponibilizado por alguma organização.

Além das categorias apresentadas acima, outros autores como Rocha (et. al., 2002) incluem também outras categorias de comércio eletrônico, tais como:

- *Business-to-Government* (B2G), onde organizações vendem diretamente para o governo;
- *Government-to-Business* (G2B), onde o governo vende diretamente para organizações;
- *Consumer-to-Business* (C2B), onde consumidores vendem para empresas;
- *Government-to-Government* (G2G), envolvendo transações entre órgãos do governo;
- *Government-to-Consumer* (G2C), onde o governo vende para consumidores;
- *Consumer-to-Government* (C2G), onde consumidores vendem para o governo.

Com a intenção de facilitar o entendimento entre estas relações, a Figura 1 representa graficamente as inter-relações de negociações entre os agentes envolvidos dentro do comércio eletrônico. Na Figura 1 podem-se notar as diversas categorias de negócios no comércio eletrônico para as quais podem ser abordados os conceitos de sistemas de recomendação.

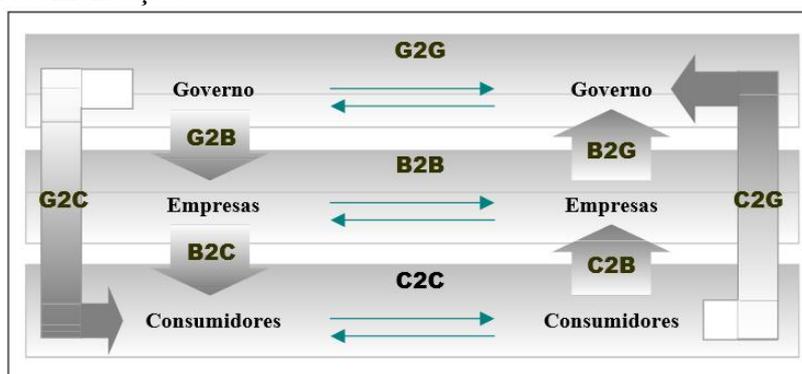


Figura 1: Inter-relações de negociações no comércio eletrônico e os agentes envolvidos.

Fonte: Rocha (et. al., 2002).



## 2.2. Framework

Segundo Medeiros (2011, p. 6), uma das técnicas mais usadas nos últimos anos para promover o reuso de projeto e código de software em larga escala, são os *frameworks* orientados a objetos.

O conceito básico de *framework* em desenvolvimento de *software* é uma abstração que reúne vários códigos que podem ser comuns entre vários projetos de software para chegar a uma mini arquitetura funcional e genérica, que possa ser aplicada em um âmbito geral (GUDWIN, 2010).

Por este motivo chegou-se a conclusão de que um *framework* para sistemas de recomendação é de suma importância para as lojas virtuais, pois facilita o desenvolvimento e implementação, diminuindo o tempo e conseqüentemente o custo do projeto.

## 2.3. Sistemas de Recomendação

De acordo com Ricci (et. al., 2011), sistemas de recomendação são ferramentas de software e técnicas que fornecem sugestões de itens que podem ser úteis para um usuário. Estas sugestões visam apoiar os usuários em tomadas de decisão, por exemplo, a comprar algum item. Porém o desenvolvimento de sistemas de recomendação eficazes podem envolver especialistas de diversas áreas, como, inteligência artificial, mineração de dados, interação humano-computador, sistemas de apoio a decisão, marketing, entre outros.

Os sistemas de recomendação auxiliam as pessoas a tomar decisões, com base nas recomendações e informações de outros indivíduos ou produtos. Os desenvolvedores dos primeiros sistemas de recomendação adotavam o nome “filtragem colaborativa”, porém hoje em dia muitos autores já adotaram o nome “sistemas de recomendação”, por ser um nome mais genérico (RESNICK; VARIAN, 1997).

Pode-se citar como duas principais técnicas de filtragem em sistemas de recomendação a Filtragem Baseada em Conteúdo e a Filtragem Colaborativa. De acordo com Cardona e Silveira (2010), a filtragem baseada em conteúdo seleciona itens ou produtos, que tenham uma correlação entre o conteúdo dos itens ou produtos e as preferências dos usuários selecionados, enquanto a filtragem colaborativa seleciona os itens ou produtos com base nas características semelhantes entre os clientes e as suas preferências.

Conforme Reategui e Cazella (2005) “recomendar produtos, itens ou informações para um usuário da Internet apresenta-se como um dos maiores desafios no mundo virtual”. Um bom sistema de recomendação muitas vezes pode ser decisivo entre a finalização de uma compra ou não. A partir disto entende-se a importância de um bom sistema de recomendação que atenda os objetivos da empresa em relação à venda de determinados produtos ou serviços, e que possa ser de certo modo exclusivo para cada cliente ou grupo de clientes.



### 2.3.1. Filtragem Baseada em Conteúdo

De acordo com Herlocker (2000), a técnica de filtragem baseada em conteúdo (FBC) tem como objetivo filtrar itens com base na análise do conteúdo dos mesmos com relação a outros itens selecionados pelo usuário.

As descrições de interesse do usuário alvo podem ser fornecidas pelo próprio usuário, através de uma consulta de forma direta ou extraídas a partir da observação do conteúdo de itens que o usuário consome. Esta técnica é chamada de filtragem baseada em conteúdo, pois executa a filtragem com base na análise do conteúdo dos itens analisados, e é muito utilizada em motores de busca de texto (HERLOCKER, 2000).

### 2.3.2. Filtragem Colaborativa

Segundo Reategui (et. al., 2006), a essência da técnica de filtragem colaborativa (FC) está no compartilhamento de experiências entre clientes ou usuários que possuam interesses em comum, assim sendo, os itens são filtrados baseando-se na avaliação ou compras realizadas por outros usuários com características em comum com o cliente ou usuário alvo.

Herlocker (2000) coloca que a técnica de filtragem colaborativa pode ser dividida e descrita em três fases, do ponto de vista das recomendações realizadas a um determinado usuário, também conhecido como usuário alvo, sendo elas:

1ª Fase: Calcular o peso de cada usuário do sistema em relação à similaridade com o usuário alvo;

2ª Fase: Selecionar um grupo de usuários com maiores similaridades em relação ao usuário alvo;

3ª Fase: Normalizar as avaliações e computar as predições ponderando as avaliações dos vizinhos com seus pesos.

Assim sendo a filtragem colaborativa apresenta algumas vantagens, como, apresentar ao usuário recomendações inesperadas, porém que possam condizer com as características do usuário alvo. Entretanto a filtragem colaborativa pode encontrar alguns problemas, dentre eles, o problema do primeiro avaliador, que ocorre quando um novo item é cadastrado no banco de dados, pois não existe maneira do mesmo ser recomendado para o usuário até que mais informações sejam coletadas de outros usuários. Outro problema é o de similaridade, caso um usuário possua gostos diferentes dos normais, este usuário terá dificuldade de encontrar outros usuários com gostos similares, podendo gerar recomendações pobres, que não condizem com as suas características reais (CAZELLA, et. al., 2010).

### 2.3.3. Filtragem Híbrida

A abordagem de filtragem híbrida é um misto entre a filtragem baseada em conteúdo e a filtragem colaborativa, visando combinar os pontos fortes e eliminar os pontos fracos de cada modelo, com o objetivo de criar um sistema que melhor atenda as necessidades do usuário (HERLOCKER, 2000).

A Figura 2 exemplifica graficamente a junção dos dois modelos de filtragem, resultando na filtragem híbrida.

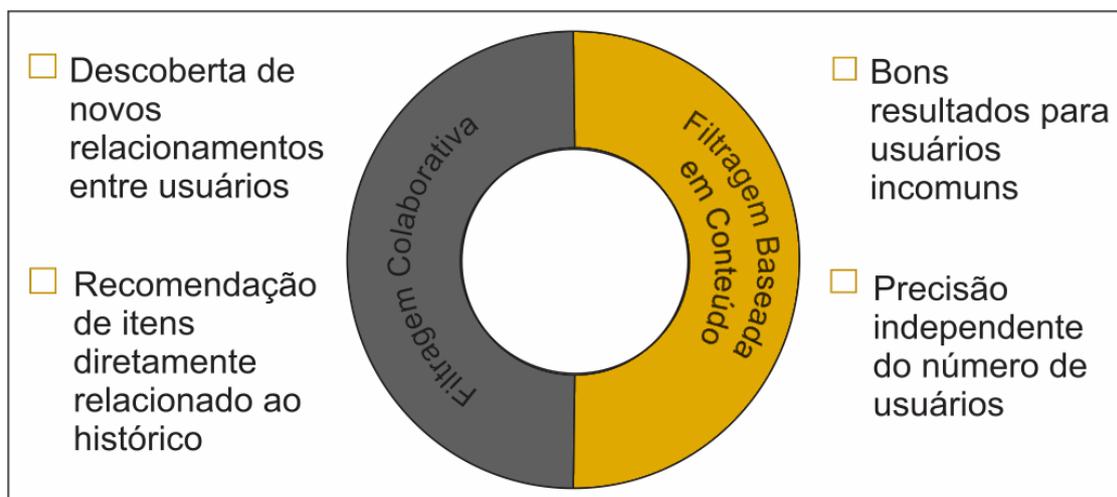


Figura 2: Filtragem Híbrida. Fonte: Reategui e Cazella, 2005.

Assim sendo, nota-se que o modelo de filtragem híbrida é bastante eficiente, pois utiliza pontos fortes do modelo de filtragem colaborativa e de filtragem baseada em conteúdo, porém a sua implementação é bastante complexa em relação aos outros dois modelos independentes.

A técnica de filtragem escolhida para o desenvolvimento do protótipo de *framework* implementado foi a filtragem baseada em conteúdo, pois é uma técnica bastante utilizada para a recomendação de produtos em lojas virtuais. Esta técnica busca recomendar produtos que sejam relacionados aos produtos já comprados, ou os produtos que tenham sido avaliados de forma positiva pelo usuário tanto de forma implícita como de forma explícita (LORENZI; SILVEIRA, 2011).

### 3. Estado da Arte

Nesta seção serão apresentados alguns trabalhos correlacionados ao apresentado neste artigo, bem como a comparação entre estes sistemas e o *framework* de recomendação.

#### 3.1. Sistema de Recomendação para Lojas Virtuais de Informática

O Sistema de Recomendação para Lojas Virtuais de Informática desenvolvido por Piroca (et. al., 2009), utiliza a técnica de filtragem baseada em conteúdo e a linguagem de programação PHP, juntamente com o banco de dados MySQL para a recomendação de computadores, periféricos, acessórios e suprimentos de informática via web, no contexto de uma loja virtual.

O usuário, por meio de um formulário, informa seus dados pessoais e seus interesses na aquisição de produtos de informática, para fins de obtenção de dados necessários para a autenticação e formação do perfil do usuário. Estes interesses explicitados pelo usuário são utilizados na obtenção de dados para a geração das recomendações. Neste contexto, a filtragem baseada em conteúdo utiliza os interesses dos usuários e faz o cruzamento dos mesmos com os interesses dos produtos, definidos pelo administrador do sistema, ao cadastrá-los.



Piroca (et. al., 2009) ainda optou por disponibilizar *links* no *site* desenvolvido, para gerar páginas dinâmicas onde o usuário veria as suas recomendações, com o objetivo de diminuir o processamento por parte do servidor *web*.

O trabalho proposto por Piroca (et. al., 2009), consistiu ao final em um site para venda de computadores utilizando técnicas de recomendação, e se mostrou de grande importância, pois possibilita dar respostas mais corretas as necessidades dos clientes, aumentando a quantidade de produtos vendidos pela loja virtual.

### 3.2. Sistema de Recomendação para a Área de Turismo

O Sistema de Recomendação para a Área de Turismo proposto por Gazzana e Silveira (2009), apresenta o desenvolvimento de um protótipo de Sistema de Recomendação para *web*, com a intenção de recomendar pacotes turísticos para usuários. O objetivo do trabalho foi o de auxiliar usuários a realizarem uma busca mais precisa por pacotes turísticos na *web*.

Os autores utilizaram técnicas de filtragem baseada em conteúdo e informações coletadas de forma implícita e explícita para sugerir os pacotes turísticos que mais se assemelham ao interesse dos usuários. A extração explícita foi realizada por meio de um questionário. Os dados coletados são inseridos em um banco de dados e usados para a criação do perfil do usuário, e futuramente para as recomendações de pacotes turísticos. Além da extração explícita, à medida que o usuário navega pelo site, são coletadas informações (de forma implícita) que também são utilizadas para gerar a recomendação. Para tanto, os autores criaram um algoritmo de recomendação com base nos pesos (notas) que o usuário fornece para cada tipo de viagem e/ou interesse. Estas notas são comparadas com as notas que o administrador do sistema define para cada um dos pacotes de viagem, permitindo que seja realizado um cálculo gerando um índice de similaridade entre os pacotes de viagens existentes e o perfil dos usuários (GAZZANA; SILVEIRA, 2009).

O trabalho proposto por Gazzana e Silveira (2009), teve um bom desempenho nos testes e validação. O autor utilizou 15 usuários para a avaliação do sistema desenvolvido, sendo 3 especialistas e 12 usuários sem conhecimento específico na área de Turismo. Foram aplicados questionários aos usuários avaliadores com perguntas relativas ao sistema, onde todas as perguntas foram respondidas de forma positiva, validando o funcionamento do sistema, assim como seus objetivos.

### 3.3. STAR

O STAR é um *framework* para recomendação de artigos científicos baseado na relevância da opinião dos usuários e em filtragem colaborativa. Com este *framework* proposto por Silva Filho e Cazella (2005), os usuários recebem recomendações de artigos científicos que são de seu interesse, baseando-se no perfil do usuário.

O *framework* também apresenta a relevância de opinião dos usuários que participaram das recomendações, podendo recomendar artigos de acordo com a opinião de grupos de usuários com alta relevância, tornando a tarefa de busca de informação mais fácil.



O *framework* proposto por Silva Filho e Cazella (2005) diferentemente dos outros trabalhos estudados, não coleta as informações de forma explícita, e sim, de forma implícita, através do currículo *Lattes* do usuário (o currículo *Lattes* é disponibilizado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, para viabilizar uma base de currículos dos acadêmicos brasileiros). Por meio do currículo *Lattes* são extraídos dois tipos de dados, sendo eles, as “Áreas de Atuação”, que correspondem às áreas de conhecimento do pesquisador, e os “Indicadores de Produção”, os quais são informações que representam as diversas atividades acadêmicas do pesquisador (SILVA FILHO e CAZELLA, 2005).

Após a obtenção das informações através do currículo *Lattes*, as mesmas são analisadas e armazenadas no perfil do usuário na base de dados, para futuramente serem realizados os cálculos de relevância para a realização das recomendações.

Ao final Silva Filho e Cazella (2005) concluem que o conceito de dar maior peso à opinião de quem possui mais experiência, se mostrou bastante eficaz, e que o *framework* alcançou a proposta inicial.

### 3.4. Comparativo entre os Sistemas

Através do estudo e apresentação das características dos trabalhos estudados, buscou-se a realização de um quadro comparativo (Quadro 1) entre eles e o *framework* implementado, com a intenção de visualizar os pontos fortes e fracos de cada trabalho, bem como suas características em comum.

Quadro 1: Quadro comparativo entre os sistemas estudados

Características	Sistema de Recomendação para Lojas Virtuais de Informática	Sistema de Recomendação para a Área de Turismo	STAR-Framework para Recomendação de Artigos Científicos	Protótipo de Framework de Recomendação para Lojas Virtuais (Proposta deste artigo)
Linguagem de Programação	PHP	PHP	—	PHP
SGBD	MySQL	MySQL	—	MySQL
Tipo de Filtragem	Filtragem Baseada em Conteúdo	Filtragem Baseada em Conteúdo	Filtragem Colaborativa	Filtragem Baseada em Conteúdo
Coleta de Informações dos Usuários para gerar as Recomendações	Coleta Explícita	Coleta Explícita	Coleta Implícita	Coleta Implícita
Framework Genérico	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Plataforma Web	SIM	SIM	SIM	SIM
Recomendações Parametrizáveis	NÃO	NÃO	NÃO	SIM



Como visto no quadro 1, o protótipo de *framework* apresentado neste trabalho assemelha-se a algumas características de outros trabalhos desenvolvidos, porém tem um objetivo diferente, de criar um protótipo de *framework* genérico que possa ser agregado a qualquer loja virtual, independente do ramo de atuação.

Outro ponto bastante interessante é a parametrização de conteúdo pelo gestor ou administrador da loja virtual, o qual poderá selecionar parâmetros de uma lista previamente definida para a recomendação a seus clientes, tornando assim o *framework* bastante dinâmico, tais como recomendar produtos mais vendidos ou que estão há mais tempo em estoque, por exemplo.

## 4. Solução Implementada

Esta seção apresenta algumas etapas necessárias para a construção e implementação do *framework* apresentado neste artigo, bem como as ferramentas e métodos utilizados para o seu desenvolvimento.

### 4.1. Ferramentas e Métodos

A recomendação dos produtos foi realizada, inicialmente, por meio da aplicação de métodos de filtragem baseada em conteúdo. Podem-se citar alguns métodos de recomendação utilizados, tais como: recomendar produtos da mesma categoria de produtos já comprados, recomendar produtos na média de valores de produtos já comprados pelo cliente, recomendar produtos com maior quantidade em estoque, recomendar produtos mais recentes (que foram cadastrados recentemente no estoque), entre outras recomendações relevantes ao usuário.

Dentro deste contexto de recomendação, o administrador ou gerente da loja virtual pode selecionar parâmetros para gerar as recomendações de acordo com as suas necessidades, porém, estes parâmetros poderão ou não estar disponíveis de acordo com os campos disponibilizados pelo banco de dados da loja virtual.

O protótipo de *framework* foi desenvolvido utilizando-se a linguagem de programação PHP, pois é uma linguagem muito utilizada para o desenvolvimento web e pode ser mesclada dentro de códigos HTML (*Hypertext Markup Language*). Um dos motivos de se escolher a linguagem PHP é por ela ser interpretada no lado do servidor, sendo assim relativamente segura para o desenvolvimento *web* (PHP.Net, 2014).

O banco de dados utilizado no desenvolvimento foi o MySQL, por ser um dos sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBDs) relacional mais populares e difundidos hoje em dia (WELLING; THOMSON, 2005).

O protótipo de *framework* implementado foi validado primeiramente para lojas virtuais que utilizam banco de dados MySQL, por ser consideravelmente simples a sua conexão com o PHP, e por ser um SGBD relacional bastante utilizado nos dias de hoje, porém, a implementação e validação para outros bancos de dados podem ser apresentados como trabalhos futuros, com o intuito de deixar o *framework* o mais genérico possível.

## 4.2. Modelagem do Sistema

Nesta subseção serão apresentados os diagramas de Casos de Uso (UC) e Entidade Relacionamento (ER), os quais foram utilizados para o desenvolvimento do *framework*.

A Figura 3 apresenta o diagrama de Casos de Uso, que auxilia na demonstração das ações dos atores dentro do sistema implementado. Este diagrama foi desenvolvido utilizando-se da notação de Linguagem de Modelagem Unificada (UML) (BOOCH et. al, 2005).

No diagrama da Figura 3 apresentam-se alguns casos de uso que são relevantes para o entendimento das funcionalidades do sistema. Para permitir a validação do *framework*, foi implementado também, um protótipo de loja virtual, para fins de testes e validação. Desta forma, o diagrama de casos de uso foi dividido em duas partes, uma correspondente ao *framework* e a outra correspondente à loja virtual.

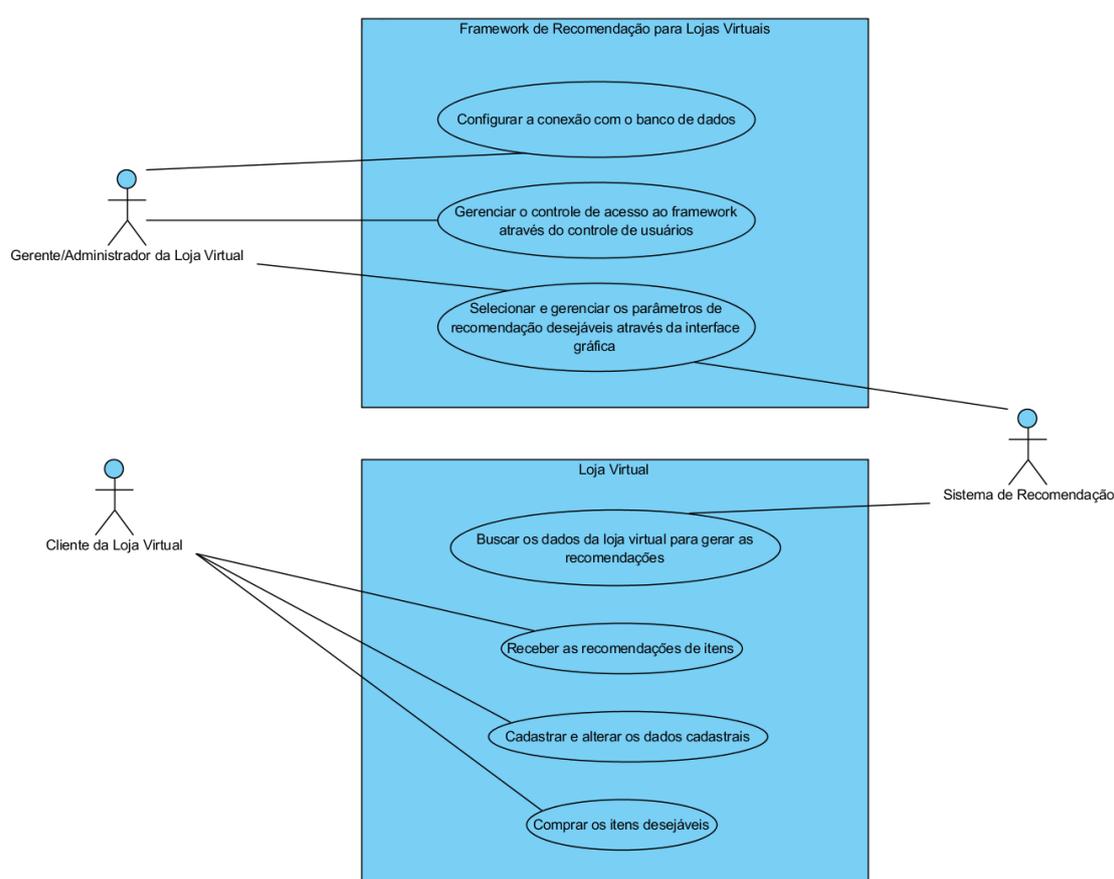


Figura 3: Diagrama de Casos de Uso (UML). Fonte: Dos autores.

Os casos de uso possuem as seguintes funcionalidades:

- Configurar a conexão com o banco de dados: o administrador da loja virtual, através de uma interface gráfica, deve preencher os campos solicitados com relação ao banco de dados da loja virtual, para permitir conexões futuras visando buscar as informações necessárias para gerar as recomendações. Este processo



deve ser feito apenas uma vez, na implementação do *framework*, mas está acessível para futuras alterações se necessárias;

- Gerenciar o controle de acesso ao *framework* através do controle de usuários: foi disponibilizada uma tela para cadastrar, editar e excluir usuários do *framework* com seus devidos níveis de acesso, buscando um controle maior de acesso ao *framework*;
- Selecionar e gerenciar os parâmetros de recomendação desejáveis através da interface gráfica: os usuários do *framework*, com devido acesso, podem selecionar parâmetros para as recomendações. Estes parâmetros são usados pelo sistema de recomendação para buscar os dados no banco de dados da loja virtual e gerar uma recomendação adequada para o cliente com base nas expectativas dos administradores da loja virtual;
- Buscar os dados da loja virtual para gerar as recomendações: o sistema de recomendação busca os dados no banco de dados da loja virtual, de acordo com os parâmetros pré-selecionados, para posteriormente gerar as recomendações ao cliente;
- Receber as recomendações de itens: os clientes da loja virtual recebem as recomendações geradas pelo *framework*, através de uma página da loja virtual;
- Cadastrar e alterar os dados cadastrais: o cliente da loja virtual pode se cadastrar e alterar seus dados na loja virtual;
- Comprar os itens desejáveis: os clientes podem comprar os itens que desejarem através da loja virtual, sendo que o sistema de recomendação poderá influenciar no ato da compra.

A Figura 4 apresenta o modelo entidade relacionamento (ER) do banco de dados do *framework*, onde é possível visualizar as tabelas onde ficam armazenadas as informações pertencentes ao sistema, tais como, dados dos usuários do *framework*, dados dos tipos de recomendações salvos e dados de conexão como, nome do banco de dados da loja virtual, dados dos clientes da loja, dados dos produtos e das compras realizadas na loja virtual. Analisando a Figura 4, podem-se observar as tabelas:

- TB\_USUARIOS: tabela onde são armazenados os dados dos usuários do *framework*, para controle de acesso;
- TB\_CONEXAO: tabela onde são armazenados o nome do banco de dados, o nome das tabelas e dos campos referentes ao banco de dados da loja virtual, para futuras conexões;
- TB\_PARAMETROS: tabela onde são armazenados os parâmetros de recomendação.

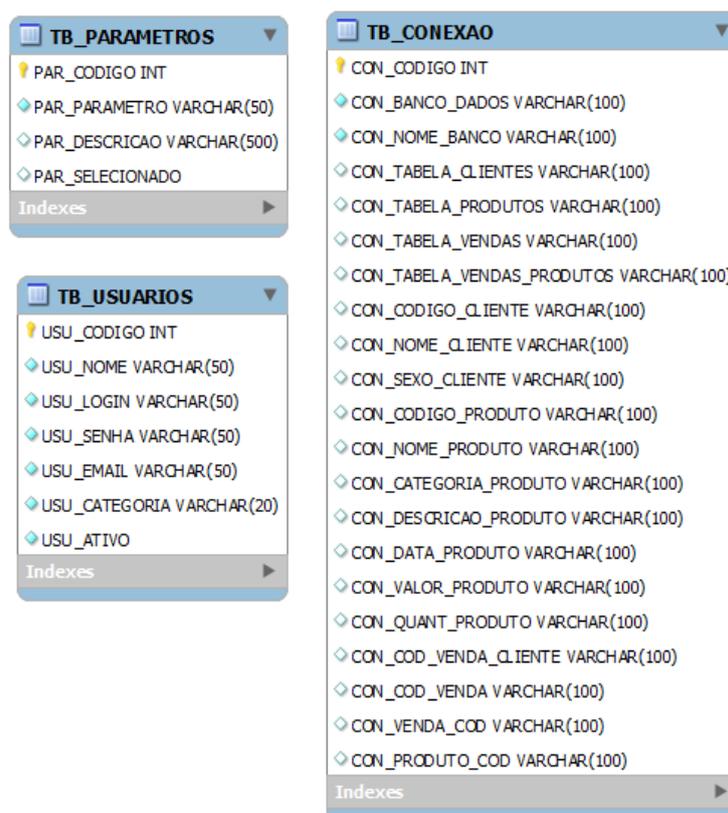


Table Name	Column Name	Data Type
TB_PARAMETROS	PAR_CODIGO	INT
	PAR_PARAMETRO	VARCHAR(50)
	PAR_DESCRICAO	VARCHAR(500)
	PAR_SELECIONADO	
TB_USUARIOS	USU_CODIGO	INT
	USU_NOME	VARCHAR(50)
	USU_LOGIN	VARCHAR(50)
	USU_SENHA	VARCHAR(50)
	USU_EMAIL	VARCHAR(50)
	USU_CATEGORIA	VARCHAR(20)
	USU_ATIVO	
TB_CONEXAO	CON_CODIGO	INT
	CON_BANCO_DADOS	VARCHAR(100)
	CON_NOME_BANCO	VARCHAR(100)
	CON_TABELA_CLIENTES	VARCHAR(100)
	CON_TABELA_PRODUTOS	VARCHAR(100)
	CON_TABELA_VENDAS	VARCHAR(100)
	CON_TABELA_VENDAS_PRODUTOS	VARCHAR(100)
	CON_CODIGO_CLIENTE	VARCHAR(100)
	CON_NOME_CLIENTE	VARCHAR(100)
	CON_SEXO_CLIENTE	VARCHAR(100)
	CON_CODIGO_PRODUTO	VARCHAR(100)
	CON_NOME_PRODUTO	VARCHAR(100)
	CON_CATEGORIA_PRODUTO	VARCHAR(100)
	CON_DESCRICAO_PRODUTO	VARCHAR(100)
	CON_DATA_PRODUTO	VARCHAR(100)
	CON_VALOR_PRODUTO	VARCHAR(100)
	CON_QUANT_PRODUTO	VARCHAR(100)
	CON_COD_VENDA_CLIENTE	VARCHAR(100)
	CON_COD_VENDA	VARCHAR(100)
	CON_VENDA_COD	VARCHAR(100)
CON_PRODUTO_COD	VARCHAR(100)	

Figura 4: Modelo Entidade Relacionamento (ER) do banco de dados do *framework*. Fonte: Dos autores.

A Figura 5 representa o modelo entidade relacionamento (ER) do banco de dados do protótipo de loja virtual que foi desenvolvido para testar e validar o *framework*. No modelo apresentado na Figura 5 podem-se observar as tabelas:

- TB\_USUARIO: onde são armazenados os dados dos usuários que administram a loja virtual, bem como suas permissões de acesso;
- TB\_CIDADE: onde são armazenadas as cidades e estado, que são utilizadas na tabela de clientes;
- TB\_CLIENTE: armazena os dados cadastrais dos clientes da loja virtual, tais como nome, senha, e-mail e endereço;
- TB\_PRODUTO: armazena todos os dados dos produtos oferecidos pela loja virtual;
- TB\_CATEGORIA: tabela utilizada para armazenar as categorias gerais, como exemplo a categoria de livros, onde dentro desta encontram-se algumas subcategorias, tais como, livros de romance, livros de terror, livros de aventura, entre outros.
- TB\_SUB\_CATEGORIA: como citado anteriormente armazena uma subcategoria que estará ligada diretamente a uma categoria geral e a um ou vários produtos.

- TB\_VENDA: onde são armazenados os dados das vendas, com relacionamento com as tabelas de produtos e de clientes;
- TB\_VENDA\_PRODUTO: tabela de ligação entre a tabela de produtos e a tabela de vendas, a qual permite a ligação de mais de um produto a mesma venda.

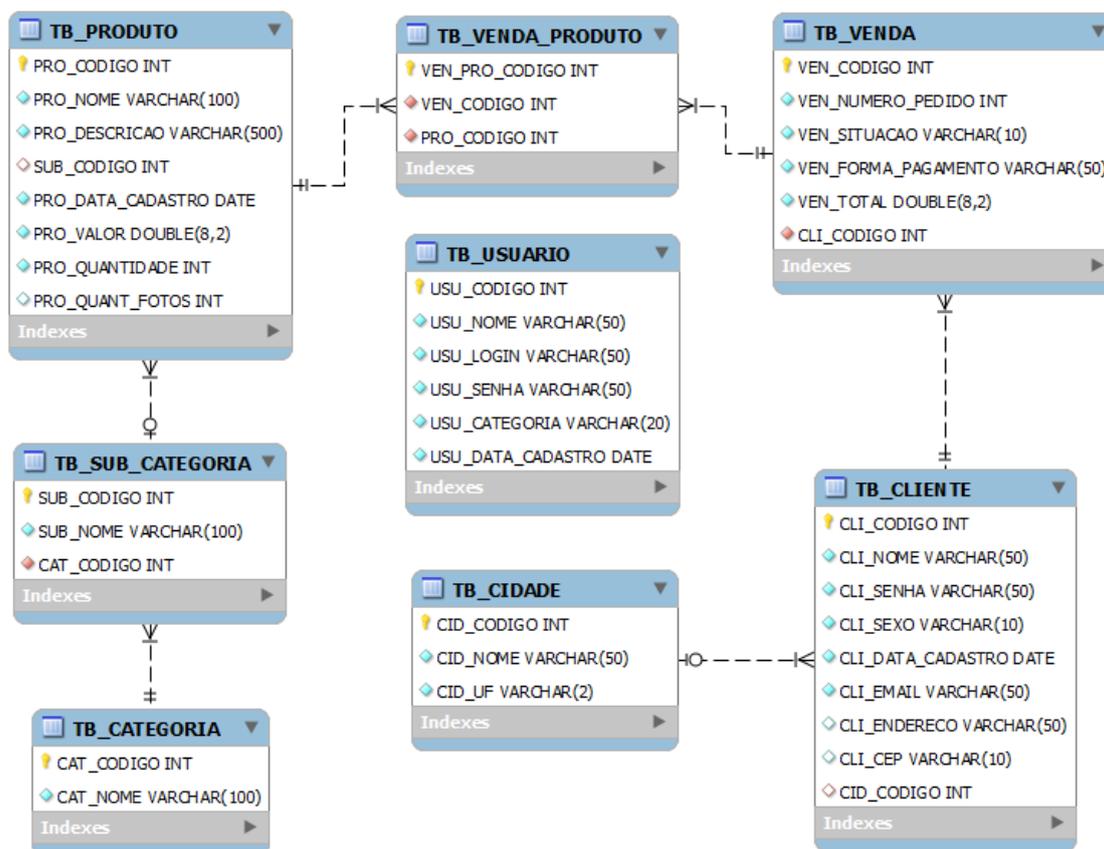


Figura 5: Modelo Entidade Relacionamento (ER) do banco de dados do protótipo da loja virtual.

Fonte: Dos autores.

### 4.3. Configuração do *Framework*

Esta seção apresenta o processo de configuração do *framework*, o qual deve ser realizado apenas quando o usuário entra no sistema pela primeira vez.

O processo de configuração do *framework* implementado é bastante simples, e consiste em 6 passos que são necessários para a conexão com a base de dados da loja virtual.

O primeiro passo do processo de configuração é digitar o nome da base de dados da loja virtual no campo solicitado e informar o sistema gerenciador de banco de dados, que, a princípio, foi implementado apenas para MySQL. O segundo passo consiste em informar os nomes de algumas tabelas encontradas no banco de dados, tais como, o nome da tabela de produtos e da tabela de clientes. Os outros 4 passos restantes consistem em informar campos de acordo com as tabelas informadas no segundo passo,

sendo estes campos carregados automaticamente do banco de dados, restando ao usuário apenas selecionar o nome dos campos correspondentes.

A Figura 6 apresenta o segundo passo do processo de configuração do *framework* que, como citado anteriormente, consiste em informar os nomes das tabelas encontradas na base de dados da loja virtual.

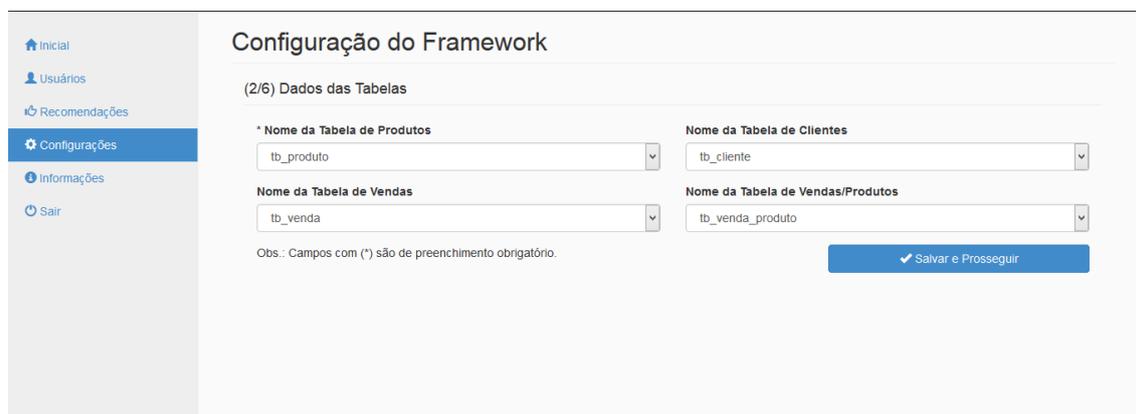


Figura 6: Segundo passo do processo de configuração do *framework*. Fonte: Dos autores.

Como se pode observar na Figura 6, o processo de configuração do *framework* é bastante simples e consiste apenas em preencher alguns campos necessários para a conexão com a base de dados da loja virtual. Pode-se observar, também, que alguns campos são de preenchimento obrigatório e estão marcados com um asterisco, sendo os outros de preenchimento opcional, porém, o não preenchimento dos mesmos pode ocasionar no 'bloqueio' de alguns métodos de recomendação.

#### 4.4. Parametrização das Recomendações

A parametrização das recomendações é disponibilizada através do *framework* por uma interface gráfica simples e clara, onde o administrador da loja virtual pode acessar com os devidos dados de usuário do *framework* (login, senha e permissão de acesso).

Na tela de parametrizações são apresentados os possíveis parâmetros que o usuário do *framework* pode selecionar para a geração das recomendações para os clientes da loja virtual. Após selecionar os parâmetros desejados, o usuário deverá clicar no botão salvar para gravar as informações no banco de dados do *framework*, que serão usados posteriormente para gerar as devidas recomendações.

Para melhor entender o funcionamento da parametrização das recomendações, a Figura 7 apresenta a tela de seleção de parâmetros de recomendações, a qual apresenta os títulos das recomendações bem como a descrição das suas funcionalidades.



Figura 7: Tela de seleção dos parâmetros de recomendação do *framework* proposto. Fonte: Dos autores.

Pode ocorrer o caso de haver algum parâmetro que esteja bloqueado para o usuário selecionar. Isto pode ocorrer quando no momento de preencher os dados de configuração o usuário esquecer de preencher algum campo, ou deixar de preencher algum campo por motivo do mesmo não existir no banco de dados da loja virtual, ou mesmo por motivos próprios, impossibilitando a aplicação de alguns métodos de recomendação pela falta de acesso aos dados necessários.

O usuário do *framework* pode selecionar parâmetros tais como: recomendar produtos que estão há mais tempo no estoque, recomendar produtos que estejam na mesma categoria de produtos que o usuário já comprou, recomendar produtos com maior quantidade em estoque, recomendar produtos na média de preço de outros produtos já comprados pelo cliente, entre outros.

Para que as recomendações sejam efetivadas, com base nos parâmetros escolhidos, foram implementados algoritmos aplicando-se PHP e consultas realizadas ao banco de dados MySQL. Tais algoritmos baseiam-se na filtragem baseada em conteúdo, considerando os atributos referentes à parametrização definida. Por exemplo, para recomendar os produtos mais recentes, o atributo utilizado é a data de cadastro no estoque; para recomendar os produtos mais vendidos, faz-se necessário realizar o somatório de vendas realizadas; para recomendar os produtos da mesma subcategoria, faz-se necessário selecionar os produtos correspondentes no banco de dados, entre outros algoritmos implementados.

#### 4.5. Integração do *Framework* com a Loja Virtual

Esta seção apresenta, de forma sucinta, a integração e o modo de utilização do *framework* implementado com a loja virtual, buscando facilitar o entendimento do funcionamento do *framework*.

Por meio da linguagem de programação PHP, o desenvolvedor da loja virtual poderá fazer uma chamada direta ao método de recomendação do *framework*, sendo necessário incluir o arquivo 'recomende.php' e chamar a função *recomende*, passando

como parâmetros o código do cliente da loja virtual e a quantidade de produtos que deseja recomendar.

Caso a loja virtual seja desenvolvida em outra linguagem de programação, foi disponibilizado outro meio de receber os produtos recomendados, por meio do *Javascript Object Notation* (JSON), que é uma formatação de troca de dados alternativa para o *Extensible Markup Language* (XML). Por meio dela o usuário poderá fazer uma chamada ao endereço URL (*Uniform Resource Locator*) do arquivo 'recomende.php', passando por meio do método GET o código do cliente e a quantidade de recomendações, o qual irá retornar um JSON formatado com os códigos dos produtos que devem ser recomendados.

Após realizar a chamada da função, o *framework* irá checar qual método de recomendação está selecionado e irá gerar a recomendação de acordo com o mesmo, retornando um vetor com os códigos dos produtos recomendados.

Com este vetor com os códigos dos produtos o desenvolvedor da loja virtual irá carregar os produtos da sua base de dados e apresentar na loja virtual do modo que melhor lhe convier.

O esquema da Figura 8 apresenta, em alto nível, o funcionamento e a interação do *framework* com a Loja Virtual, bem como a interação com as bases de dados e com os agentes envolvidos, buscando facilitar o entendimento do mesmo.

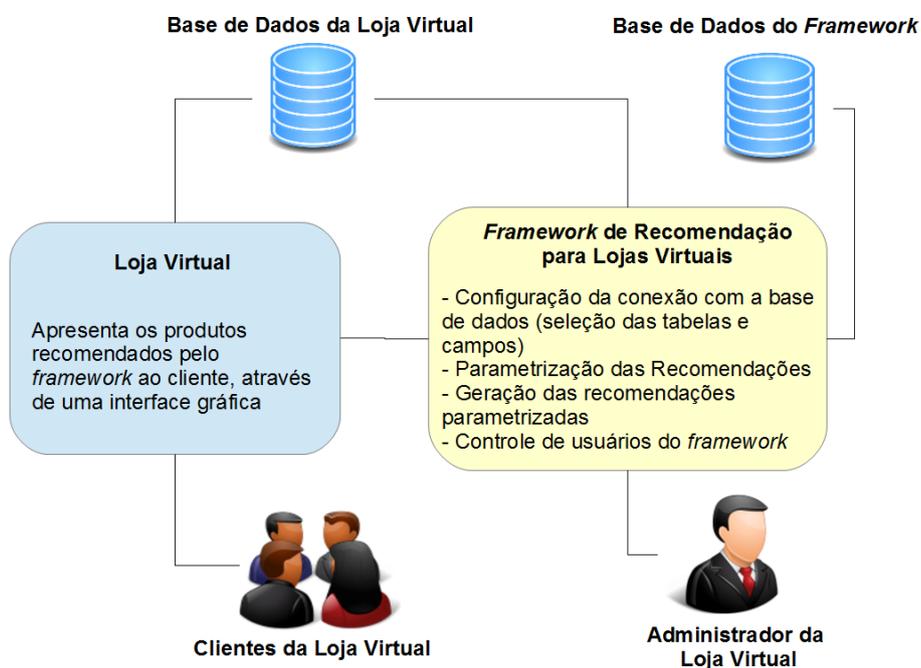


Figura 8: Esquema de funcionamento do *framework* de recomendação para lojas virtuais.

Fonte: Dos autores.

#### 4.6. Testes e Validação

O *framework* implementado foi testado a partir de uma loja virtual desenvolvida especialmente para este fim, a qual possui as principais tabelas e campos existentes na base de dados de uma loja virtual real. Por meio dos testes de integração entre o *framework* e a loja virtual desenvolvida, foi possível notar a grande facilidade de implementação e configuração do *framework* com a loja virtual.

A Figura 9 apresenta a forma como os produtos recomendados pelo *framework* são apresentados ao cliente por meio da interface da loja virtual desenvolvida.

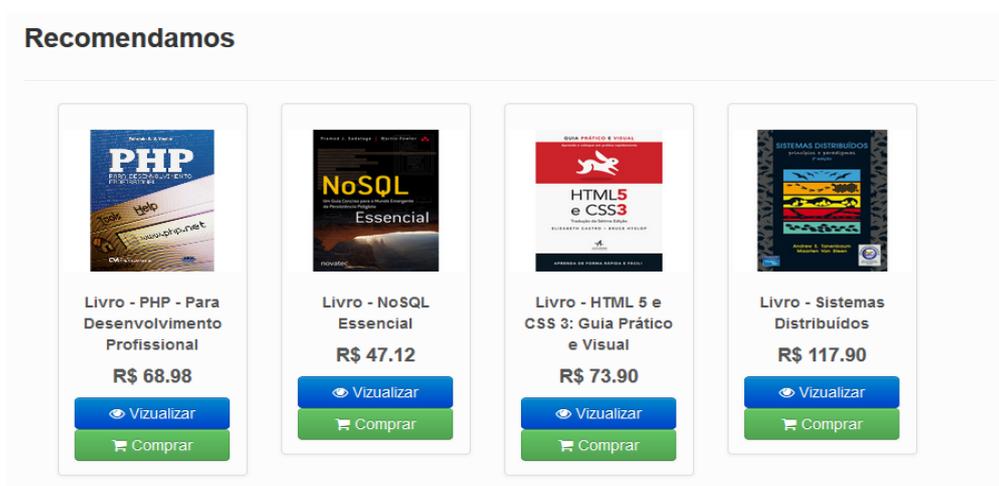


Figura 9: Apresentação dos produtos recomendados pelo *framework*. Fonte: Dos autores.

A validação do *framework* implementado se deu por meio de um questionário de validação (Anexo 1), o qual foi preenchido por avaliadores que possuem contato direto com lojas virtuais reais, possuindo assim um maior conhecimento de negócio e de vendas online. Além do propósito de permitir que fossem realizados testes, a loja virtual desenvolvida foi utilizada também no processo de validação, a qual serviu como meio de apresentação dos produtos recomendados pelo *framework* aos avaliadores, através de uma interface bastante semelhante a uma loja virtual real.

O primeiro passo do processo de validação foi apresentar e explicar aos avaliadores o funcionamento e as funcionalidades do *framework*, desde o processo de implementação e configuração até o processo de controle de usuários e seleção das recomendações, com o objetivo de familiarizar os avaliadores a utilização do *framework*.

A segunda parte do processo de validação consistiu na apresentação da loja virtual desenvolvida para fins de teste aos avaliadores, bem como suas páginas de acesso aos produtos e a forma de acesso do cliente aos produtos recomendados, buscando apresentar uma representação de como o *framework* interage com uma loja virtual real.

Após isto, a terceira parte do processo de validação consistiu em aplicar o questionário de validação aos avaliadores, o qual possui seis questões objetivas e



descritivas com relação ao *framework*. O processo foi realizado com a participação de 3 avaliadores, sendo eles 2 funcionários de empresas e 1 empresário da região que possuem contato com lojas virtuais.

Observando os resultados do questionário, foi possível analisar que todos os avaliadores concordam que sistemas de recomendação são muito importantes para lojas virtuais e podem aumentar significativamente o número de vendas. Todos os avaliadores entrevistados também concordaram que o *framework* implementado simplificará bastante o meio de gerar recomendações relevantes aos usuários, e afirmaram que utilizariam o *framework* em suas lojas virtuais.

Por meio da aplicação do questionário foi possível chegar à conclusão de que o *framework* seria muito bem aceito tanto por funcionários e desenvolvedores, pois facilitaria a inclusão de métodos de recomendação na loja virtual, quanto por empresários, pois seria mais dinâmico o modo de seleção de diferentes métodos de recomendação, facilitando a mudança e otimização dos produtos recomendados.

Com a aplicação do questionário de validação também foram feitas algumas sugestões de melhorias no *framework*, tais como:

- *Alteração na recomendação de produtos de valor semelhante*: a qual já foi implementada. Desta forma passou-se a recomendar produtos de valor médio entre os produtos já comprados pelo usuário, baseando-se em uma média aritmética simples e aplicando uma taxa de 20 por cento a mais e a menos do valor médio obtido, podendo esta porcentagem ser parametrizada de acordo com a necessidade de cada loja virtual;
- *Acoplar a interface do framework a uma interface administrativa já utilizada pela loja virtual*, tornando assim o seu uso mais amigável ao usuário que já está familiarizado com a interface gráfica da administração da loja virtual. Como esta sugestão requer um estudo mais aprofundado sobre as plataformas já existentes no mercado, será incluída na lista de trabalhos futuros.

Desta forma, acredita-se que o *framework* de recomendação para lojas virtuais foi validado com sucesso e possui um grau relativamente alto de interesse por parte dos avaliadores que participaram da validação, o que pode se refletir em outras realidades, considerando-se outras regiões e lojas virtuais que poderiam aplicar o *framework* implementado.

## 5. Considerações Finais

Os estudos realizados na área de comércio eletrônico e sistemas de recomendação comprovam o grande crescimento e conseqüentemente a grande demanda de serviços nesta área (E-BIT, 2014; PARENTE, 2014; PIROCA et. al., 2009, GAZZANA; SILVEIRA, 2009). Por meio desta compreensão concluiu-se que os estudos e desenvolvimento de aplicações nestas áreas são de extrema importância para as lojas virtuais já existentes e para as que virão a existir.

Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível alcançar os objetivos propostos inicialmente, os quais incluíam: o planejamento do desenvolvimento do trabalho (definição dos objetivos, ferramentas e técnicas a serem empregadas e métodos



de recomendação), estudos das ferramentas e métodos utilizados, projeto e modelagem do *framework*, desenvolvimento, testes e a validação do *framework* implementado.

Durante o desenvolvimento do trabalho foram encontradas algumas dificuldades, tais como: a implementação da lógica das recomendações (os algoritmos de recomendação propriamente ditos) e como estabelecer a conexão com a base de dados da loja virtual de acordo com os parâmetros informados. Estas dificuldades foram superadas com base no estudo de materiais envolvendo sistemas de recomendação, programação em PHP e MySQL.

Conforme descrito na subseção de Ferramentas e Métodos deste artigo (4.1), o protótipo de *framework* foi validado primeiramente para lojas virtuais que possuem banco de dados MySQL, podendo-se assim citar como trabalhos futuros a implementação e validação para outros sistemas gerenciadores de bancos de dados, buscando tornar o *framework* o mais genérico possível.

Juntamente, as técnicas de filtragem colaborativa e híbrida apresentadas no referencial teórico podem aqui ser citadas como possíveis trabalhos futuros de implementação, visando gerar recomendações mais específicas e aumentar o desempenho do *framework* implementado.

Como sugerido durante o processo de validação, cita-se aqui também como possíveis trabalhos futuros, o estudo sobre plataformas de gerenciamento de lojas virtuais já existentes no mercado, com o intuito de acoplar a interface do *framework* a outras interfaces administrativas.

## Referências

- ALBERTIN, A. L. **Comércio eletrônico: modelo, aspectos e contribuições de sua aplicação**. 2. ed.. São Paulo: Atlas, 2000.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML: Guia do usuário**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2005.
- CARDONA, M. A.; SILVEIRA, S. R. **SRISA – Desenvolvimento de um Sistema de Recomendação para Instalação de Som Automotivo**. In: V WET Workshop de Engenharia e Tecnologia - IV CCTEC Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari, 2010, Lajeado. Workshop de Engenharia. Lajeado: UNIVATES, 2010.
- CAZELLA, S. C.; NUNES, M. A. S. N.; REATEGUI, E. B. **A Ciência da Opinião: Estado da arte em Sistemas de Recomendação**. Capítulo 1. In XXX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2010, Belo Horizonte. Disponível em: <[http://www.do.ufgd.edu.br/willianamorim/taic022013\\_arquivos/artigo2.pdf](http://www.do.ufgd.edu.br/willianamorim/taic022013_arquivos/artigo2.pdf)> - Acesso em: 30 de maio de 2014.
- E-BIT. **Relatório WebShoppers 2014**. 29. ed. Disponível em: <<http://img.ebit.com.br/webshoppers/pdf/WebShoppers2014.pdf>> - Acesso em: 31 de março de 2014.
- GAZZANA, P. P.; SILVEIRA, S. R. **Sistema de Recomendação para a Área de Turismo**. In: VIII SEMINFO - Seminário de Informática. ULBRA. Torres, 2009.



- GUDWIN, R. R. **Componentes, Frameworks e Design Patterns**. UNICAMP. 09/11/2010. Disponível em: <<http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/ftp/ea976/Patterns.pdf>> - Acesso em: 31 de março de 2014.
- HERLOCKER, J. L. **Understanding and Improving Automated Collaborative Filtering Systems**. Tese de doutorado em Filosofia submetida a Universidade de Minnesota. Setembro de 2000. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.86.5842&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em 25 de maio de 2014.
- LORENZI, F.; SILVEIRA, S. R. **Desenvolvimento de Sistemas de Informação Inteligentes**. Porto Alegre: UniRitter, 2011.
- MEDEIROS, D. G. F. **Um Framework de Agentes de Recomendação para Sistemas Web**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Natal – Rio Grande do Norte. Maio de 2011.
- PARENTE, J. Os 4 tipos de empresas presentes no e-commerce e suas tendências. **Next Ecommerce: Conhecimento para o comércio eletrônico**. Disponível em: <<http://nextecommerce.com.br/os-4-tipos-de-empresas-presentes-no-e-commerce-e-suas-tendencias/>> - Acesso em: 01 de abril de 2014.
- PHP.Net. **PHP Documentation**. 1997-2014 the PHP Documentation Group. Disponível em: <[http://www.php.net/manual/pt\\_BR/](http://www.php.net/manual/pt_BR/)> - Acesso em: 25 de março de 2014.
- PIROCA, V.; ZSCHORNACK, F.; SILVEIRA, S. R. **Sistema de Recomendação para Lojas Virtuais de Informática**. In: IV WET (Workshop de Engenharia e Tecnologia), 2009, Lajeado, RS. Anais do 3º Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari, 2009.
- REATEGUI, E. B.; CAZELLA, S. C.; OSÓRIO, F. S. **Personalização de Páginas Web através dos Sistemas de Recomendação**. 2006. Disponível em: <<http://osorio.wait4.org/publications/Reategui-et-al-IHC2006.pdf>> - Acesso em: 25 de maio de 2014.
- REATEGUI, E. B.; CAZELLA, S. C. **Sistemas de Recomendação**. In XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - 2005. UNISINOS – São Leopoldo/RS. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~fab/aulas-RI/Sistemas-de-Recomendacao.pdf>> - Acesso em: 29 de março de 2014.
- RESNICK, P.; VARIAN, H. R. **Recommender Systems**. Disponível em: <[https://www.ischool.utexas.edu/~i385d/readings/Resnick\\_Recommender\\_97.pdf](https://www.ischool.utexas.edu/~i385d/readings/Resnick_Recommender_97.pdf)> - Acesso em: 31 de março de 2014.
- RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B.; KANTOR, P. B. **Recommender Systems Handbook**. Springer. Springer US, 2011.
- ROCHA, R. A.; BORTOLUZZI, A. C.; ZANINI, M. R. K.; ZANINI JÚNIOR, N. J. **A Internet e a Reinvenção do Mundo dos Negócios**. In XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Abepro: Curitiba/PR, 2002.



SILVA FILHO, W. D.; CAZELLA, S. C. **STAR:** Um Framework para recomendação de artigos científicos baseado na relevância da opinião dos usuários e em filtragem colaborativa. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo – RS. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. 2005.

WELLING, L.; THOMSON, L. **PHP e MySQL:** Desenvolvimento Web. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2005.



## Anexo 1

### Questionário de Validação

1. Você acredita que um Sistema de Recomendação possa aumentar a chance de um consumidor adquirir produtos em uma loja virtual?

Sim       Não

Justifique sua resposta:

2. Você acredita que o *framework* de recomendação desenvolvido facilita a inclusão de recomendações em uma loja virtual?

Sim       Não

Justifique sua resposta:

3. Com relação à parametrização das recomendações, você considera que a mesma está adequada?

Sim       Não

Justifique sua resposta:

4. Você considera que o *framework* é de fácil utilização e pode ser utilizado por pessoas que não possuem um conhecimento avançado em Informática?

Sim       Não

Justifique sua resposta:

5. Você utilizaria este *framework* de recomendação na sua loja virtual?

Sim       Não

Justifique sua resposta:

6. Que outras possibilidades de parametrização ou mudanças você sugeriria para inclusão e/ou modificação no *framework*? Justifique.