



# UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE RECOMENDAÇÃO PARA SUPORTAR PROCESSOS DE NEGOCIAÇÃO CONCEPTUAL

ANABELA PEREIRA ESTEVES

Dr.<sup>a</sup> CARLA PEREIRA, DR. CRISTOVÃO SOUSA

*A meus pais e irmã.*

---

# AGRADECIMENTOS

Apesar de, na sua essência, um trabalho de dissertação de mestrado ser um projeto individual, este nunca chegaria a bom porto sem a contribuição de muitos.

Começo por agradecer aos meus pais e à minha irmã, aos quais dedico este trabalho, por todo o apoio incondicional e confiança dados ao longo de todo o meu percurso académico, e não só. Obrigado por acreditarem em mim, por me darem sempre força e por tornar possível a minha chegada até este ponto!

Agradeço especialmente aos meus orientadores, a Dr<sup>a</sup> Carla Pereira e o Dr. Cristóvão Sousa, sem os quais a conclusão deste trabalho não seria possível. Obrigado por toda a orientação, motivação, paciência e apoio prestados ao longo da elaboração de todo este projeto e por me darem a oportunidade de nele participar.

Agradeço também a todos os meus amigos por todo o apoio prestado. Obrigada pela vossa amizade e companheirismo, fatores que foram muito importantes para a realização deste trabalho e que permitiram que cada dia fosse encarado com particular otimismo e motivação.

Dada a limitação do número de páginas destinadas para listar todos os agradecimentos, não tenho oportunidade de, infelizmente, agradecer individualmente a todas as outras pessoas que também deram o seu contributo para a conclusão desta jornada. A todos os que não foram supra mencionados, quero que saibam que não foram esquecidos e que lhes estou grata por tudo. A todos eles, um sincero *Muito Obrigada!*

---

## RESUMO

A construção de uma conceptualização partilhada requer a colaboração entre todos aqueles que dela tirarão partido no futuro. Tendo isso em conta, é necessário envolver os participantes num processo de negociação com vista a obter acordos mais rápidos no que diz respeito aos resultados da conceptualização, como sendo especificações de alto nível para um dado domínio  $\beta$ . Para suportar e melhorar tal processo, o presente documento tem como finalidade a apresentação da abordagem *RecommendME*, uma extensão do método *ColBlend*. Esta abordagem tem como inspiração alguns princípios e características encontrados nos sistemas de recomendação, que, na nossa opinião, serão uma mais valia para o processo de construção de uma conceptualização partilhada, no sentido de que irão apoiar a rede colaborativa na tarefa de a desenhar, tornando-a uma conceptualização de alto nível do domínio que se pretende representar.

**Palavras-chave:** Negociação conceptual, recomendações, sistemas de recomendação, colaboração, conceptualização partilhada;

---

# ABSTRACT

The construction of a shared conceptualization requires collaboration between all those who will use it in the future. Thus, it is necessary to engage the participants in a negotiation process in order to reach better and faster agreements about the main conceptualization outcomes, as high-level specifications of a given domain  $\beta$ . To support and improve such process, the current document presents the *RecommendME* approach, an extension of the *ColBlend* method. This approach takes advantage of some of the features found in recommender systems, which, in our opinion, will aid a collaborative network at the task of designing a high-level conceptualization of a specific domain.

**Keywords:** Conceptual negotiation, recommendation, recommender systems, collaboration, shared conceptualization;

---

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>1</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
CONTEXTUALIZAÇÃO .....	10
MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS .....	11
ESTRUTURA DO DOCUMENTO .....	12
<b>CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>13</b>
COLABORAÇÃO.....	13
REDES COLABORATIVAS.....	13
CONCEPTUALIZAÇÃO PARTILHADA.....	14
MODELOS CONCEPTUAIS .....	15
MAPAS DE CONCEITOS.....	16
<b>NEGOCIAÇÃO CONCEPTUAL E O MÉTODO COLBLEND</b> .....	<b>18</b>
CONTEXTUALIZAÇÃO .....	18
NEGOCIAÇÃO DE SIGNIFICADO NUMA CONCEPTUALIZAÇÃO .....	19
CONCEPTUALIZAÇÃO COLABORATIVA COM O MÉTODO <i>COLBLEND</i> .....	19
EXECUÇÃO DO MÉTODO <i>COLBLEND</i> .....	20
CONCEPTME – PLATAFORMA COLABORATIVA DE CONCEPTUALIZAÇÃO.....	22
AGILIZANDO NEGOCIAÇÕES CONCEPTUAIS COM RECOMENDAÇÕES.....	24
<b>SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO</b> .....	<b>25</b>
INTRODUÇÃO .....	25
FILTRAGEM COLABORATIVA.....	27
<i>Filtragem colaborativa Baseada em Memória</i> .....	29

<i>Filtragem colaborativa Baseada em Modelos</i> .....	29
FILTRAGEM BASEADA EM CONTEÚDO .....	30
FILTRAGEM BASEADA EM CONHECIMENTO .....	30
FILTRAGEM BASEADA EM DADOS DEMOGRÁFICOS .....	31
FILTRAGEM HÍBRIDA .....	31
RECOMENDAÇÕES DE GRUPO.....	32
<b>RECOMMENDME</b> .....	<b>33</b>
INTRODUÇÃO .....	33
O PROCESSO DE RECOMENDAÇÃO .....	33
<i>Descrição geral</i> .....	33
<i>Passo 01 – Seleção das fontes de informação</i> .....	35
<i>Passo 02 – Extração dos termos</i> .....	40
<i>Passo 03 – Avaliação dos termos</i> .....	41
<i>Passo 04 – Filtragem</i> .....	43
<i>Passo 05 – Recomendação</i> .....	44
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>46</b>

---

# ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Algoritmo da função de criação da matriz de input $UxU$ .....	39
Tabela 2. Algoritmo da função de cálculo de correlação entre os elementos da rede .....	39
Tabela 3. Algoritmo da função de avaliação dos termos candidatos.....	42

---

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exemplos de redes colaborativas.....	14
Figura 2. Exemplo de um mapa de conceitos com as características chave dos mapas de conceitos .....	17
Figura 3. Espaços virtuais do método <i>ColBlend</i> .....	20
Figura 4. Exemplo de uma operação de mapeamento e projeção [12] .....	21
Figura 5. Arquitetura de alto nível da plataforma conceptME [5].....	23
Figura 6. Técnicas de filtragem mais populares usadas pelos sistemas de recomendação .....	26
Figura 7. Matrix $M \times N$ input do algoritmo de filtragem colaborativa [36] .....	28
Figura 8. Esquema geral das abordagens da filtragem colaborativa e respectivos algoritmos.....	28
Figura 9. Passos do processo RecommendME .....	33
Figura 10. Passo 01 – Seleção das fontes de informação.....	35
Figura 11. Matriz de contendo os termos em comum usados pelos elementos da rede.....	36
Figura 12. Matriz de exemplo contendo os termos em comum usados pelos elementos da rede.....	37
Figura 13. Vetor contendo o número total de termos contido em cada modelo conceptual.....	37
Figura 14. Vetor de exemplo contendo o número total de termos contido em cada modelo conceptual ...	37
Figura 15. Vetor de correlação entre o utilizador alvo da recomendação e a rede colaborativa .....	38
Figura 16. Vetor de exemplo de correlação entre o utilizador alvo da recomendação e a rede colaborativa .....	38
Figura 17. Passo 02 – Extração dos termos .....	40
Figura 18. Passo 03 – Avaliação dos termos .....	41
Figura 19. Passo 04 - Filtragem .....	43
Figura 20. Passo 05 - Recomendação .....	44

## CONTEXTUALIZAÇÃO

Para desenvolver qualquer sistema de informação sócio-técnico é necessário definir o modelo conceptual que representa a base do sistema. Este modelo conceptual representa o conjunto de conceitos que definem a estrutura e o propósito do sistema. Pode ser visto como sendo um vocabulário comum que tem como finalidade definir um domínio específico no qual o sistema irá operar. Este modelo pode ser representado utilizando estruturas conceptuais [1]. Em [2] é proposto o método *ColBlend*, que permite a uma rede colaborativa desenhar um modelo conceptual que define um domínio, através de um processo de negociação conceptual [3].

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um método para melhorar tal processo, usando recomendações para apoiar a rede colaborativa na construção e negociação de modelos conceptuais. O sistema resultante irá apresentar recomendações aos elementos da rede colaborativa, sob a forma de novos termos, que podem ser acrescentados ao modelo conceptual de modo a conferir-lhe mais significado, ajudando a rede a obter uma representação de alto nível do domínio a representar. O processo de recomendação foi desenhado tendo como inspiração os princípios e técnicas encontrados nos Sistemas de Recomendação.

Os sistemas de recomendação têm como principal objetivo proporcionar serviços de suporte de alta qualidade na procura de informação, através da geração de recomendações significativas para um conjunto de utilizadores acerca de itens que possam ser do seu interesse [4]. Utilizam técnicas de filtragem para reduzir a sobrecarga de informação de um sistema, encontrando aquela que é mais adequada para um dado utilizador, tendo como base as suas preferências e/ou restrições.

Sendo estes tipo de sistemas considerados uma excelente abordagem para apoiar os utilizadores a encontrar a informação que necessitam, nós acreditamos que poderemos aplicar os seus princípios para melhorar o processo de negociação conceptual fornecendo aos elementos da rede colaborativa informação filtrada e direcionada sob a forma de novos termos, que os ajudará a na construção de uma conceptualização de alto nível de um domínio específico.

O presente trabalho irá ser futuramente integrado na plataforma *web-based* conceptME [5]–[7], que foi implementada para suportar o método de negociação conceptual *ColBlend*.

## MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS

Com o presente estudo pretende-se o desenvolvimento de um processo que seja capaz de melhorar o método *ColBlend* proposto por [2], apoiando uma rede colaborativa na construção de uma conceptualização partilhada de alto nível do domínio em que esta irá operar.

Esse processo deverá ser capaz de produzir recomendações, sob a forma de novos termos a acrescentar ao modelo, para apoiar os elementos da rede colaborativa na construção das suas propostas iniciais.

Pretendemos, através da apresentação destas recomendações, conseguir que cada elemento da rede submeta propostas iniciais do modelo conceptual, que descreve o domínio no qual a rede irá operar, o mais completas e aproximadas de diminuir os pontos de divergência do modelo contido no espaço *Blend*, alvo de um processo de negociação conceptual.

Creemos que, com esta abordagem, conseguiremos diminuir a duração do processo de negociação e fazer com que os elementos da rede colaborativa cheguem mais rapidamente a um consenso acerca do que o modelo deve conter.

Este processo teve como inspiração as técnicas e os princípios encontrados nos cada vez mais populares sistemas de recomendação.

De uma forma mais específica e detalhada, os objetivos a atingir com o presente estudo são os seguintes:

- Estudo e análise do estado da arte das abordagens de recomendação existentes, de modo a obter inspiração para o processo de recomendação a desenvolver;
- Implementação de um processo capaz de gerar recomendações significativas para uma rede colaborativa que se encontra a construir uma conceptualização de alto nível do domínio em que se encontra, ou pretende operar;

## ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente documento encontra-se organizado da seguinte forma:

Primeiro começamos por fazer uma contextualização teórica no capítulo **Contextualização Teórica** para dar a conhecer todos os conceitos necessários para o entendimento do trabalho desenvolvido.

No capítulo **Negociação conceptual e o método ColBlend** iremos falar sobre processos de negociação conceptual e iremos apresentar o método *ColBlend* desenvolvido especialmente para suportar tal processo e a plataforma no qual este se insere (como será explicado neste capítulo, o presente trabalho pretende melhorar o método *ColBlend*).

Tendo o presente trabalho sido desenvolvido tendo como inspiração os populares sistemas de recomendação, iremos, no capítulo **Sistemas de Recomendação** abordar este tipo de sistemas, falando sobre as abordagens mais populares e sobre as técnicas e princípios utilizados por estes sistemas.

Seguidamente iremos apresentar o processo de geração de recomendações desenvolvido no contexto do presente estudo. No capítulo **RecommendME** iremos descrever em detalhe o objetivo do trabalho proposto e todos os passos que constituem o processo.

No capítulo **Conclusões e Trabalhos Futuros** finalizaremos o presente documento com a apresentação das conclusões obtidas com o presente estudo e iremos enunciar algumas propostas para trabalho futuro.

---

# CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

## COLABORAÇÃO

Dadas as exigências dos mercados de hoje em dia, resultantes do processo de globalização, as organizações necessitam de reinventar os seus negócios e de manter a sua competitividade, de modo a garantir uma posição favorável nos mercados. Um modo de manter a sua competitividade é através da colaboração. Atualmente, é bastante comum encontrar em organizações práticas colaborativas, nomeadamente, cadeias de fornecimento, cadeias de valor, empresas virtuais, clusters, etc. [8].

Segundo [9], a colaboração é “um processo no qual entidades partilham informação, recursos e responsabilidades para, de forma conjunta, planejar, implementar e avaliar um plano de atividades com vista a atingir um objetivo comum”. De uma forma simplista podemos dizer que o termo colaborar significa trabalhar em conjunto com a finalidade de atingir um determinado objetivo comum a todas as partes envolvidas. Implica a partilha de riscos, recursos, responsabilidades e recompensas. A colaboração exige a existência de um compromisso entre todos os participantes em resolver um determinado problema em conjunto, o que implica a existência de confiança mútua, exigindo, conseqüentemente, tempo, esforço e dedicação por parte de todos os envolvidos.

O propósito da colaboração é integrar o conhecimento que cada participante possui e transformá-lo num conhecimento unificado. Essa integração possibilita aos elementos que colaboram compreender, criticar, debater, adotar ou incorporar proposições feitas por outros participantes. Tal integração deve ultrapassar os modos de representação individuais utilizados por cada elemento e ajudá-los a interpretar esses mesmos modelos de uma especialidade de domínio para outra, de modo a alcançar um estado de entendimento comum [10].

## REDES COLABORATIVAS

Uma rede colaborativa poder ser vista como sendo um sistema sócio-técnico [11], sendo constituída por várias entidades (ex.: organizações e pessoas) autonomas, geograficamente distribuídas e heterogeneas, em termos do seu ambiente operacional, cultural, social e objetivos, que colaboram para atingir objetivos comuns ou compatíveis, e cuja interação é apoiada por tecnologias de informação e comunicação (tecnologias colaborativas) [9]. Recorrendo ao conceito de redes colaborativas, um conjunto de indivíduos, através da colaboração, podem atingir objetivos que não seriam capazes de alcançar individualmente, ou que acarretariam custos elevados para as organizações [12].

Na figura abaixo apresentada podemos ver alguns exemplos de redes colaborativas [11]:

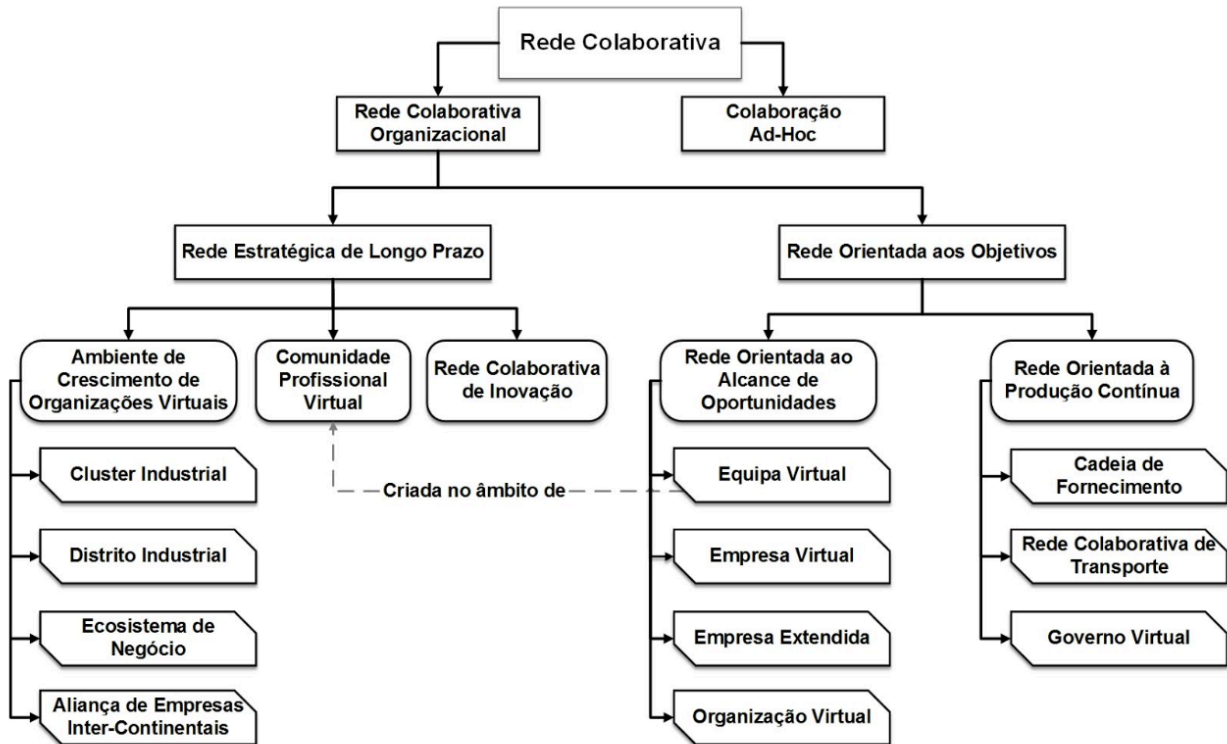


FIGURA 1. EXEMPLOS DE REDES COLABORATIVAS

## CONCEPTUALIZAÇÃO PARTILHADA

Para representar conhecimento [13] é necessário levar a cabo duas tarefas essenciais: (1) analisar uma determinada realidade, de modo a identificar os conceitos, relações e pressupostos que a representam, e (2) traduzir o resultado dessa mesma análise para alguma notação específica para que esta possa ser facilmente interpretada.

Existem várias formas de se modelar e representar conhecimento, sendo as ontologias uma das formas mais populares. Ao termo “ontologia” foram atribuídos vários significados no contexto de várias áreas de conhecimento, contudo, no contexto do presente estudo, podemos definir uma ontologia como sendo uma especificação formal e explícita de uma conceptualização partilhada [13], que permite a partilha e reutilização de artefactos de conhecimento sob a forma computacional [14]. Uma ontologia é composta por (1) conceitos, que representam categorias ontológicas que são relevantes para o domínio de interesse (2) relações, que interligam esses mesmos conceitos semanticamente, especificando as suas interrelações, e (3) instâncias, que representam os objetos concretos nomeados e identificados no domínio de interesse.

Estes elementos, em conjunto, formam um vocabulário ontológico que representa um determinado domínio de interesse [13].

Como já fora referido, uma ontologia é uma especificação formal de uma conceptualização. Mas em que consiste ao certo o termo “conceptualização”? De uma forma simplista, pode-se definir *conceptualização* como sendo uma vista abstrata e simplificada de uma determinada realidade que se pretende representar tendo em vista um determinado objetivo [13], [14].

Um processo de conceptualização de um dado pedaço de realidade é uma coleção ordenada de atividades cognitivas, podendo estas ser levado a cabo de forma individual ou colaborativa. Recebe como *input* conhecimento e informação interna ou externamente acessível ao indivíduo que conduz o processo, e gera, como *output*, uma representação conceptual do domínio que se pretende representar [5]. O seu objetivo consiste em estruturar o conhecimento de um determinado domínio sob a forma de um modelo conceptual, que descreve o problema e a sua solução em termos de vocabulário de domínio [15].

## MODELOS CONCEPTUAIS

As representações conceptuais são essenciais para expressar e compreender informação acerca do mundo que nos rodeia, de modo a ser possível a captura de uma grande variedade de conhecimento acerca de objetos, ideias abstratas, estados mentais, ações e as relações entre todos estes elementos [16].

Após a análise e levantamento de todo o conhecimento acerca de uma determinada realidade é necessário representar esse mesmo conhecimento utilizando uma notação específica, de modo a facilitar a sua documentação, comunicação e interpretação. É precisamente nesse contexto que se inserem os modelos conceptuais.

Os modelos conceptuais capturam os aspetos relevantes de uma determinada realidade e servem como pontos de consenso entre os membros de um determinado grupo, pertencentes a essa mesma realidade, que necessitam de possuir um entendimento comum acerca dela. Além disso, podem também ser utilizados para comunicar, tendo como base um ponto de vista comum, com elementos que sejam novos no grupo, através de uma variedade de interfaces linguísticas e gráficas [17].

Estes modelos são essenciais para analisar e desenhar sistemas de informação, sendo usados para definir requisitos de utilizador e utilizados como base para desenvolver um sistema de informação que os satisfaça [18].

A especificação de um modelo conceptual é uma descrição de um domínio específico. As suas especificações são utilizadas para suportar o entendimento, a resolução de problemas e a comunicação entre todos os stakeholders acerca do domínio que pretende representar. O modelo estará completo assim que exista um nível satisfatório de entendimento acerca do domínio que representa, sendo depois utilizado como base para o desenvolvimento do sistema de informação que irá suportar as atividades dos stakeholders [19].

De uma forma simplista pode-se dizer que um modelo conceptual tem como objetivo a representação do conhecimento relativo a um domínio específico, de acordo com o ponto de vista de um determinado conjunto de *stakeholders*, facilitando a documentação, partilha e interpretação desse mesmo conhecimento.

## MAPAS DE CONCEITOS

Muitas vezes necessitamos de ferramentas de visualização para representar informação complexa de modo simples e lógico. Uma das técnicas mais populares para fazer tal representação são a elaboração de mapas de conceitos [20].

Os mapas de conceitos foram introduzidos em 1972 por Novack [21] no contexto de um programa de investigação, que tomou lugar em Cornell, cujo objetivo era seguir e compreender as mudanças no conhecimento das crianças acerca da ciência [22].

Na sua essência, os mapas de conceitos são ferramentas gráficas cujo intuito é organizar e representar conhecimento [21]. São compostos essencialmente por dois elementos chave: os conceitos e as relações. Os conceitos são padrões ou regularidades percebidas em um determinado contexto, acerca de determinados acontecimento e/ou objetos, e as relações, representadas através de frases de ligação, são responsáveis por estabelecer ligações entre os conceitos. Em conjunto, estes dois elementos formam preposições. Uma preposição é uma unidade semântica, ou de significado, composta por dois ou mais conceitos ligados por frases ou palavras de ligação, que se traduz numa afirmação acerca de um dado objeto ou evento no contexto de uma dada realidade [21].

Na figura abaixo apresentada [21] pode-se ver uma ilustração de um mapa de conceitos que contém as características chaves de um mapa de conceitos tradicional.

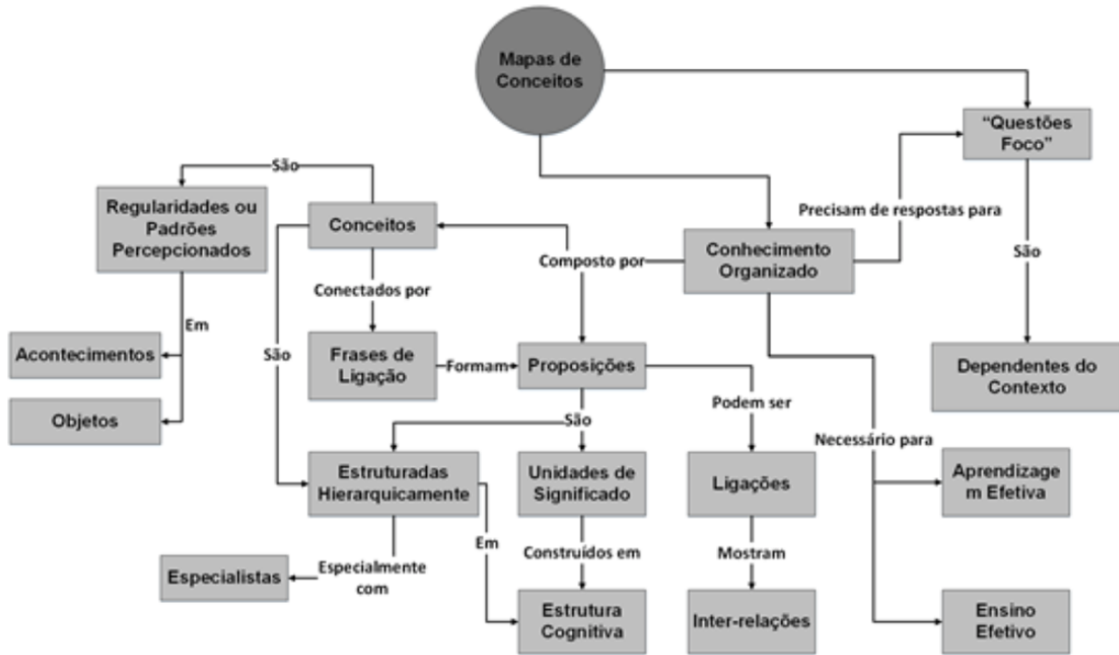


FIGURA 2. EXEMPLO DE UM MAPA DE CONCEITOS COM AS CARACTERÍSTICAS CHAVE DOS MAPAS DE CONCEITOS

Através do processo de elaboração de um mapa de conceitos, um indivíduo é capaz de identificar conceitos, organiza-los hierarquicamente, diferenciá-los entre eles, identificando as relações que existem entre esses mesmos conceitos.

---

# NEGOCIAÇÃO CONCEPTUAL E O MÉTODO COLBLEND

## CONTEXTUALIZAÇÃO

Nas décadas passadas a tomada de decisão dentro uma organização era feita por gestores de topo contudo, essa tendência tem vindo a mudar nas décadas mais recentes. Os tradicionais métodos de tomada de decisão unilateral deram lugar a abordagens mais inovadoras baseadas em consenso. Com isto as organizações contam com a participação ativa de pessoas pertencentes a vários níveis assegurando a obtenção de toda a informação crítica para a tomada de decisão e, como consequência, uma maior aceitação das suas políticas, procedimentos e decisões estratégicas por parte de todos os envolvidos [23].

A negociação é um processo de comunicação e interação social que envolve dois ou mais elementos que desejam estabelecer um compromisso [24], tentando chegar a um acordo acerca de um determinado recurso/problema que, preferencialmente, satisfaça todas as partes envolvidas. Cada elemento do grupo reconhece a existência de um determinado problema e tenta chegar a uma decisão coletiva que o resolva.

Todos os participantes devem recolher e processar informação acerca do tópico em discussão com vista a determinar alternativas que sejam viáveis para a sua resolução. Devem apresentar propostas de solução e argumentos com vista a influenciar e a motivar os restantes participantes.

Como finalidade espera-se obter uma solução para o problema/recurso alvo da negociação através da chegada a um consenso acerca da solução escolhida.

O nível de entendimento entre os participantes pode ser representado por medidas de consenso leves. Estas medidas baseiam-se no conceito de similaridade entre as preferências por uma determinada solução por parte de cada um dos participantes, para determinar o grau de consenso que se poderá obter. A convergência do processo de obtenção de consenso pode ser afetada pelo nível de desentendimento entre os elementos, ou seja, a obtenção de um consenso pode ser mais afetada em casos onde a similaridade entre as preferências dos utilizadores seja menor.

Tendo isto em mente, e dado que num processo de negociação existem muitas vezes participantes com objetivos conflituosos, é necessário estabelecer desde o início uma boa estratégia para que o consenso seja de facto alcançado, preferencialmente no menor espaço de tempo possível.

## NEGOCIAÇÃO DE SIGNIFICADO NUMA CONCEPTUALIZAÇÃO

A construção de uma conceptualização partilhada requer a colaboração entre todos aqueles que dela tirarão partido no futuro. Tendo isso em conta, é necessário envolver todos os *stakeholders* num processo de negociação, para que cheguem a um consenso acerca do que a conceptualização deve compreender [12]. Tal envolvimento proporciona uma maior chance de se obter toda a informação relevante e reduz a resistência individual na aceitação da solução final [23].

Com vista a suportar tal processo de negociação de significado, foi proposto em [12] o método *ColBlend*.

### CONCEPTUALIZAÇÃO COLABORATIVA COM O MÉTODO *COLBLEND*

O método *ColBlend*, apresentado por [12], tem como propósito prestar apoio durante o processo de conceptualização colaborativa, com foco num processo dinâmico de criação e negociação de significado.

Após a sua aplicação obtém-se, como resultado, um espaço semântico no qual são armazenados os significados consensualmente aceites e relevantes para as ações da rede colaborativa. Esse espaço semântico pode ser visto como um repositório de significado coletivamente acordado [12].

O processo envolve três espaços virtuais:

- 1) o “espaço de entrada”, ou “espaço de proposta de conceptualização”, onde cada elemento da rede colaborativa constroi a sua proposta para uma possível conceptualização do domínio em estudo;
- 2) o “espaço *Blend*”, ou “espaço de negociação e tomada de decisão”, o qual é utilizado durante o processo de negociação e no qual estão contidos dos resultados provenientes da análise das conceptualizações obtidas a partir dos espaços de entrada;
- 3) e por fim, o “espaço genérico”, no qual é representado o resultado da conceptualização partilhada, obtido após várias iterações do método [5].

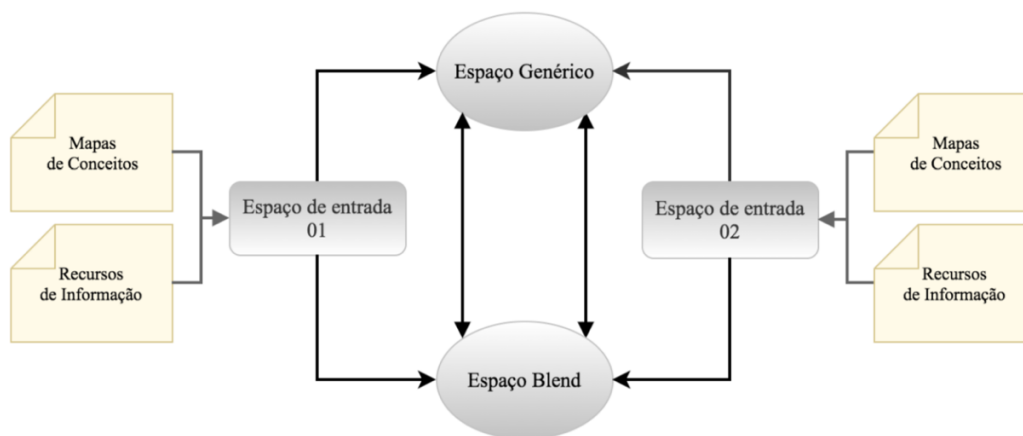


FIGURA 3. ESPAÇOS VIRTUAIS DO MÉTODO COLBLEND

Para que o método atinja os seus objetivos de forma satisfatória, existem algumas pré-condições que devem ser verificadas:

- 1) a rede colaborativa já deve estar formada, tendo os seus objetivos e missão sido definidos e acordados previamente com todos os elementos que a compõem;
- 2) cada organização deve ter um representante na “equipa da rede”, que será responsável pelo desenvolvimento da ontologia;
- 3) a conceptualização deve ser criada colaborativamente através de explicações, discussão e negociação;
- 4) o método deverá ter como resultado uma ontologia comum, que será posteriormente utilizada pelos elementos da rede colaborativa, tendo em vista determinados objetivos [12].

Nas secções seguintes será feita uma descrição mais detalhada do método, indicando o seu funcionamento passo a passo.

## EXECUÇÃO DO MÉTODO COLBLEND

O método *ColBlend* é executado através de um conjunto de passos, sendo estes os seguintes:

### Passo 0

Um sub-grupo dos elementos da rede começa por criar uma proposta inicial de um possível modelo conceptual que represente o domínio no qual a rede colaborativa se insere. Esta proposta é representada através de um mapa de conceitos, contendo os conceitos de alto nível do domínio que pretende representar. O resultado deste passo servirá como base para a execução do passo seguinte.

## Passo 1

Por motivos de simplificação, cada organização tem à sua disposição um espaço de entrada, que representa a proposta de conceptualização formalizada no passo anterior. Cada conceptualização é composta por um mapa de conceitos e fontes de conhecimento (ex.: documentos, URLs, etc.), que servirão para facilitar o entendimento da proposta efetuada.

## Passo 2

Tirando partido de um processo manual, automatizado, ou até com uma mistura de ambos, é gerada uma proposta de conceptualização partilhada, que será armazenada no espaço genérico. Usando as propostas de conceptualização presentes nos espaços de entrada como base, é efetuada a identificação de elementos homólogos. Para isso é levada a cabo uma operação de mapeamento e uma projecção seletiva, que irá formar uma proposta para discussão. A estrutura conceptual resultante será armazenada no espaço Blend, e deve ser abrangente o suficiente para que seja aceite por todos os membros da rede colaborativa, com o mínimo de negociação.

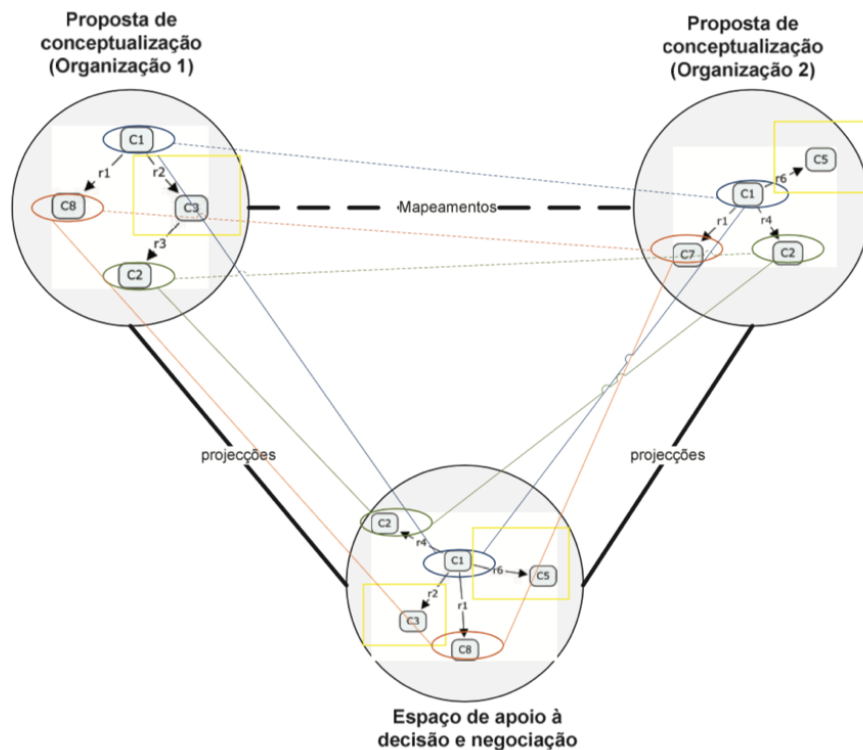


FIGURA 4. EXEMPLO DE UMA OPERAÇÃO DE MAPEAMENTO E PROJEÇÃO [12]

### **Passo 3**

A estrutura conceptual obtida no passo anterior é então sujeita a análise por parte dos elementos da rede colaborativa, sendo aceite com o mínimo de negociação possível. As partes da proposta que forem aceites unanimemente serão transpostas para o espaço genérico.

### **Passo 4**

Neste passo é executado o *Blend* com o objetivo de se obterem novas estruturas conceptuais que não estavam presentes nos espaços de entrada iniciais, dando origem a novas propostas de conceptualização. É executada uma operação de completamento, a qual será responsável pela “criação” das novas estruturas conceptuais, contudo, esta operação está apenas limitada a sugerir conceitos novos, sendo a introdução de relações entre os mesmos da responsabilidade dos elementos da rede colaborativa.

### **Passo 5**

As novas estruturas conceptuais presentes no espaço *Blend* são sujeitas a negociação. Os conceitos para os quais existe consenso são copiados para o espaço genérico.

### **Passo 6**

Se os espaços de entrada forem, por qualquer razão, alterados, é necessário retroceder ao passo 2. Embora haja um retrocesso na execução do método, nem sempre é necessária a criação de um novo *Blend*.

### **Passo 7**

A partir do momento que todos os elementos da rede colaborativa aceitem a conceptualização representada no espaço genérico, o processo é dado como concluído.

O resultado da execução deste método será uma conceptualização partilhada do domínio em que a rede colaborativa atua.

## **CONCEPTME – PLATAFORMA COLABORATIVA DE CONCEPTUALIZAÇÃO**

O método *ColBlend* levou ao desenvolvimento de uma plataforma colaborativa chamada conceptME [5], [7], [25] (*Conceptual Modeling Environment*) onde grupos de especialistas podem encontrar ferramentas e

recursos para colaborativamente desenvolver, organizar e partilhar representações conceptuais, reutilizando-as sempre que necessário.

A plataforma permite aos utilizadores criar e partilhar modelos conceptuais resultantes de processos de conceptualização através do fornecimento de uma vista estruturada e multidimensional no que diz respeito às fases, atividades e artefactos desse tipo de processos.

O ConceptME, é, na sua essência, uma plataforma baseada em *wiki* que junta tecnologias semânticas com gestão de conteúdo e metadados. O seu principal objetivo centra-se em suportar o desenvolvimento colaborativo de modelos conceptuais de uma forma simples e intuitiva, disponibilizando, através de serviços, um conjunto de mecanismos de representação de conhecimento gráficas e métodos terminológicos. Permite aos utilizadores manipular e gerir modelos conceptuais, e analisá-los em termos de consistência. A plataforma melhora as capacidades de negociação e discussão através de extensões especializadas.

A plataforma encontra-se organizada da seguinte forma:

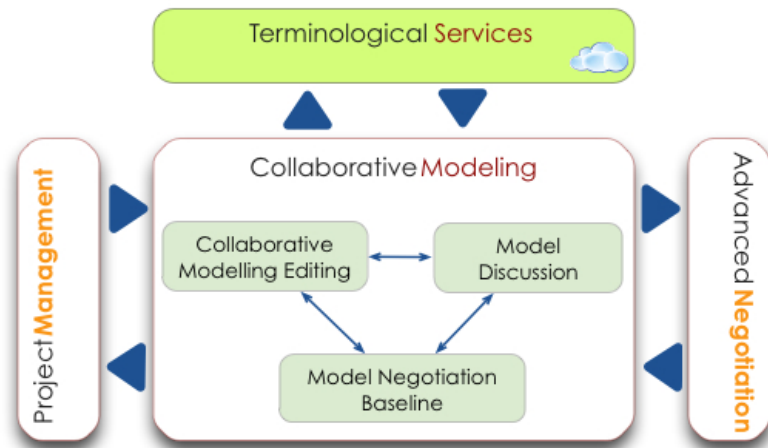


FIGURA 5. ARQUITETURA DE ALTO NÍVEL DA PLATAFORMA CONCEPTME [5]

- a) possui um conjunto de funcionalidades para gerir projetos de modelação colaborativos que se encontram em desenvolvimento ou que desenvolvidos no passado. Essas funcionalidades incluem a edição genérica do projeto, definição e configuração dos espaços colaborativos e recursos relacionados;

- b) possui um ambiente de modelação colaborativa que permite aos utilizadores construir os seus modelos de forma individual ou editá-los colaborativamente;
- c) um conjunto de serviços terminológicos, baseados em métodos e técnicas de trabalho terminológicos, permitindo aos utilizadores associar recursos relevantes aos seus projetos e executar operações de extração para obter termos candidatos que possam ser usados nos processos de conceptualização.
- d) possui uma *baseline* para negociação de modelos contendo várias funcionalidades: merge de estruturas de input individuais, mecanismos de sugestão, validação de *cross-checking* baseada em *corpus*, auto-preenchimento e categorização, etc. Este módulo permite a ligação a outros mecanismos de negociação avançados.

O presente trabalho será posteriormente implementado sob a forma de um serviço e adicionado à plataforma conceptME.

## AGILIZANDO NEGOCIAÇÕES CONCEPTUAIS COM RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho foi desenvolvido com vista a melhorar o método *ColBlend*. A sua motivação consistiu em desenvolver uma estratégia para agilizar o método *ColBlend* ajudando os elementos da rede a obter um consenso mais rapidamente acerca daquilo que a conceptualização deve conter. Pretendemos apoiar a rede na construção das suas propostas iniciais através da apresentação de recomendações sob a forma de novos termos que possam ser acrescentados ao modelo conceptual a desenhar. Como referimos anteriormente no presente documento a chegada a um consenso pode ser negativamente afetada pela divergência de preferências dos participantes de um processo de negociação. Tendo isto em mente, tencionamos com o resultado do presente trabalho conseguir que os elementos da rede submetam propostas iniciais o mais completas e aproximados entre si, resultando na diminuição dos pontos de divergência (e consequentemente discussão) no modelo contido no espaço *Blend*.

Para atingir tal objetivo foi desenhado um processo de geração de recomendações, cujo desenvolvimento teve como inspiração as técnicas e princípios encontrados nos populares **Sistemas de Recomendação**.

---

# SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

## INTRODUÇÃO

Nesta era onde a informação é considerada um bem indispensável, é notório o crescimento da exigência dos utilizadores em ter disponível, sem grande esforço, o conhecimento adequado às suas necessidades. Os requisitos dos utilizadores, no que diz respeito à aquisição de informação, diferem em muito daqueles existentes no passado: exigem obter exatamente a informação que desejam no menor espaço de tempo possível [26].

Os motores de busca são a ferramenta mais utilizada na procura de informação e, ao longo do tempo têm-se tornado cada vez mais eficazes e eficientes no cumprimento de tal tarefa, contudo, não são capazes de nos fornecer informação personalizada ajudando-nos a encontrar exatamente aquilo que necessitamos [26][27]. Necessitam sempre da interação com o utilizador, através da introdução de queries, não sendo capazes de fornecer de um modo autónomo a informação que o possa interessar. Com o surgimento dos sistemas de recomendação tudo isso deixou de ser apenas uma ideia utópica passando a ser uma realidade bastante comum.

Originalmente apresentados como uma técnica computacional inteligente, com a finalidade de lidar com o problema de sobrecarga de informação acerca de produtos [28], este tipo de sistemas tornou-se bastante popular, sendo a sua utilização uma prática bastante comum nos dias de hoje. Apesar de ser ainda uma ferramenta de *software* em franca expansão e com necessidade de algumas melhorias e refinamento [29] para ultrapassar os muitos desafios que ainda se apresentam a esse tipo de ferramenta [28][30], os sistemas de recomendação conseguem atualmente fornecer um serviço de apoio de grande qualidade na busca de informação, sendo hoje em dia utilizado por inúmeras companhias mundialmente reconhecidas, tais como a Amazon, NetFlix, YouTube, Yahoo, Tripadvisor, Spotify, IMDb, etc. [6], [31].

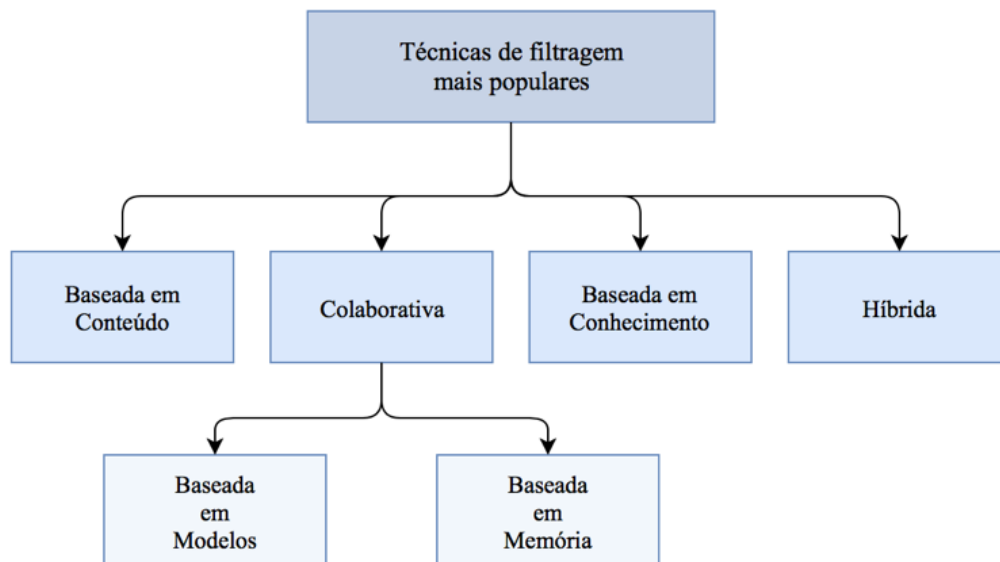
Tirando partido das preferências dos utilizadores, e/ou do seu histórico de interação com o próprio sistema, são capazes de proporcionar um melhor serviço aquando a procura de informação, utilizando recomendações que se ajustam ao tipo de perfil apresentado por cada utilizador. Utilizando técnicas de filtragem, sobre as quais se falará com mais detalhe posteriormente, esse tipo de sistemas são capazes de reduzir a sobrecarga de informação com que um utilizador se depara, proporcionando-lhe recomendações que o direcionam para a informação que melhor vai de encontro às suas necessidades e preferências. Resumidamente, o principal objetivo de um sistema de recomendação consiste na geração de

recomendações significativas a um conjunto de utilizadores acerca de itens ou produtos que possam ser do interesse destes [6].

Genericamente um Sistema de recomendação baseia-se em 3 grandes componentes [32], nomeadamente,

- (1) os utilizadores, alvos das recomendações representados por características, preferências ou objetivos;
- (2) os itens existentes no sistema;
- (3) os algoritmos ou técnicas de recomendação, que visam criar relações significativas entre os dois componentes anteriores de modo a classificar, encontrar e recomendar itens que sejam relevantes para os utilizadores alvos das recomendações.

Existem vários tipos de algoritmos, existindo um conjunto deles que são considerados os mais populares [33]. Todos eles possuem variantes, cada um deles destinado a uma área de aplicabilidade específica, que colmatam lacunas presentes nos algoritmos na sua forma mais pura. Nas secções seguintes será feita uma breve apresentação acerca dos tipos de algoritmos mais populares indicando os princípios de cada um deles.



**FIGURA 6.** TÉCNICAS DE FILTRAGEM MAIS POPULARES USADAS PELOS SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

## FILTRAGEM COLABORATIVA

O termo *filtragem colaborativa*, também conhecido por *filtragem social* [26], foi introduzido no contexto do primeiro sistema de recomendação comercial, o Tapestry [34], cuja finalidade consistia na recomendação de documentos extraídos de *newsgroups* para um conjunto de utilizadores. A sua principal motivação centrava-se na tentativa de enriquecer a colaboração social de modo a evitar que os utilizadores fossem assoberbados por largos volumes de documentos entregues em tempo real [6].

Inicialmente este algoritmo teve como principal foco a avaliação explícita dos conteúdos, através de um sistema de *rating*, ou de votação, o que deu origem a alguma relutância por parte dos utilizadores, pois estes por vezes não dispunham de tempo ou simplesmente não tinham paciência para colaborar ativamente com o sistema. Tudo isso traduzia-se em um número baixo de classificações e, conseqüentemente, em problemas de eficiência na apresentação de recomendações por parte do sistema [35]. Dada a fraca eficácia e eficiência da avaliação explícita dos conteúdos, devido à falta de colaboração por parte dos utilizadores, surgiram técnicas que, para mitigar esse tipo de problemas, procuram inferir as preferências dos utilizadores utilizando como fonte de informação as demonstrações implícitas dos utilizadores em relação a um dado conteúdo. Assim, de um modo transparente para o utilizador, são detetadas as manifestações de interesse dos utilizadores acerca de um dado artefacto através da manipulação do mesmo e, a partir dessas manifestações, utilizando heurísticas específicas, são obtidos os dados necessários para serem produzidas as recomendações adequadas, ao invés de ser pedido ao utilizador para classificar o conteúdo explicitamente [35]. Contudo, apesar de ser um algoritmo bastante eficaz na filtragem de informação segundo parâmetros especificados através de similaridade de perfis de utilização, pode revelar-se pouco eficiente e eficaz em algumas situações devido a condicionantes tais como a necessidade de um grande aglomerado de utilizadores para produzir recomendações apuradas e confiáveis, e a falta de conhecimento acerca de novos utilizadores e novos conteúdos, dado que havendo falta de informação torna difícil encontrar similaridades com outros conteúdos e/ou utilizadores.

Num cenário típico, os algoritmos de filtragem colaborativa existe uma lista de utilizadores  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$  e uma lista de  $n$  itens  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ . Cada utilizador  $u_i$  possui uma lista de itens  $Iu_i$ , aos quais o utilizador  $u_i$  atribuiu uma dada classificação (*rating*), representativa da sua opinião acerca do item em questão. Além disso, existe também um utilizador distinto  $u_a$  pertencente a  $U$ , chamado utilizador ativo, que será aquele para quem o algoritmo irá gerar um conjunto de recomendações (lista de  $N$  itens dos quais o utilizador gostará mais) ou um conjunto de previsões (valor numérico previsto para o grau representativo de quanto o utilizador gostará de cada item). Os algoritmos de filtragem colaborativa representam todos os dados referentes a itens e utilizadores sobre a forma de uma matriz  $m \times n$  de classificações, onde cada célula

representa a classificação atribuída pelo utilizador  $U_a$  ao item  $I_j$  (ver figura abaixo apresentada). Essa classificação é representada segundo uma escala numérica iniciada em 0 (valor atribuído quando o utilizador ainda não classificou o item em questão).

	$I_1$	...	$I_j$	...	$I_n$
$U_1$					
$U_2$					
...					
$U_a$					
...					
$U_m$					

FIGURA 7. MATRIX  $M \times N$  INPUT DO ALGORITMO DE FILTRAGEM COLABORATIVA [36]

Este algoritmo possui algumas variantes [26], [37]–[39], cada uma delas especificamente criadas para solucionar problemas encontrados na sua forma mais pura, tirando partido de abordagens que melhor se adequam a cenários específicos que necessitam de um maior cuidado e tipos ou quantidades de informação específicos de modo a produzir recomendações com qualidade para aqueles a que estas se destinam.

Os algoritmos de filtragem colaborativa podem ser divididos segundo duas grandes categorias [40][41]: (a) *Memory-Based* (Baseados em Memória) ou (b) *Model-Based* (Baseados em Modelos).

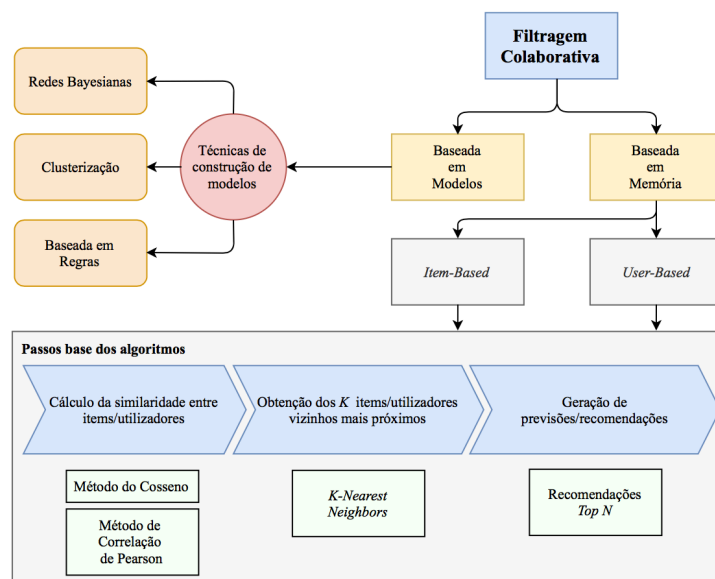


FIGURA 8. ESQUEMA GERAL DAS ABORDAGENS DA FILTRAGEM COLABORATIVA E RESPECTIVOS ALGORITMOS

## FILTRAGEM COLABORATIVA BASEADA EM MEMÓRIA

A filtragem colaborativa baseada em memória [40][41] utiliza toda a base de dados que contém a relação entre utilizadores ( $U$ ) e itens ( $I$ ) para fazer previsões ou recomendações. Pode ser dividida em duas categorias: *user-based* (com foco nos utilizadores) e *item-based* (com foco nos itens)

A abordagem *user-based* [42] assume que o utilizador alvo possui as mesmas preferências que os utilizadores a si adjacentes (utilizadores que possuam gostos similares ao utilizador ativo, ou seja, que tendem a adquirir/consultar itens similares). A esses utilizadores adjacentes dá-se o nome de vizinhos. Deste modo, esta abordagem utiliza como base a similaridade entre utilizadores, para decidir quem são os seus vizinhos, e a partir das preferências destes gerar recomendações ou previsões.

Contrariamente à abordagem anterior, a *item-based*, defende que as preferências de um utilizador não irão mudar muito num dado período de tempo, centrando por isso a sua atenção na similaridade entre itens e não tanto nos utilizadores. Utiliza como base os itens que o utilizador cotou favoravelmente no passado e procura itens similares a esses para os apresentar na forma de recomendações, ou para calcular um possível valor de classificação para esse item (qual seria a classificação que o utilizador ativo daria a esse item com base nas classificações feitas a itens similares).

## FILTRAGEM COLABORATIVA BASEADA EM MODELOS

Começam por formular um modelo acerca das classificações do utilizador, obtido através da detecção de padrões complexos (exemplo: padrões de utilização/comportamento) [40][41]. Para formular e atuar sobre esses modelos utilizam várias técnicas de *machine learning* [40][41][43], sendo algumas dessas as seguintes:

### **Redes Bayesianas**

Formula um modelo probabilístico de classificações tendo em conta as classes dos utilizadores e os itens que costumam cotar.

### **Clusterização**

Agrega os utilizadores em clusters, que por sua vez são formadas agregando utilizadores segundo determinadas classes. Dentro da mesma classe os utilizadores têm comportamentos similares, sendo assim possível determinar qual a probabilidade de cotar um determinado item de uma determinada maneira. Algoritmos desta categoria podem ser divididos segundo 3 grandes blocos: métodos de particionamento (sendo o mais conhecido o *k-means*), métodos baseados em densidade (procuram clusters densas com

objetos separados por regiões esparsas) e métodos hierárquicos (criam uma decomposição hierárquica de objetos de acordo com um dado critério).

### **Abordagens baseadas em regras**

Mais utilizadas em recomendações *top N* do que em previsões. Esta abordagem escolhe os *top N* itens simplesmente através da verificação do valor de confiança que os itens possuem de acordo com certas regras de associação. Os que tiverem o valor mais alto de confiança, são os escolhidos para enquadrar na lista dos *top N* itens a serem recomendados ao utilizador.

## **FILTRAGEM BASEADA EM CONTEÚDO**

Este algoritmo de filtragem trabalha com perfis de utilizadores que são criados durante as primeiras interações dos utilizadores com o sistema [44]. Um perfil de utilizador contém informação acerca dos seus gostos, dados pessoais, e outros relevantes para o contexto em que se insere o sistema de recomendação. O gosto do utilizador, sendo o fator de maior peso para o funcionamento deste algoritmo, é baseado na forma em que o utilizador classifica os conteúdos a que acede. Por norma, aquando a criação do perfil, os sistemas de recomendação fazem uma sondagem para recolher informações iniciais acerca de um utilizador, de modo a evitar o problema do novo utilizador (*cold-start*) [45]. No processo de recomendação, o algoritmo compara os conteúdos previamente cotados positivamente pelo utilizador com conteúdos que este não tenha cotado, procurando similaridades. Esses conteúdos, que apresentam uma elevada similaridade com outros que o utilizador tenha cotado positivamente serão apresentados no formato de recomendações [46].

Uma das grandes vantagens deste algoritmo traduz-se no facto dos resultados não estarem dependentes de outros utilizadores [46], contudo, dado que a principal fonte de informação reside no conteúdo em si, é considerado que uma das mais pertinentes limitações deste método reside no facto de existir uma necessidade imperativa de existir informação suficiente e relevante acerca dos conteúdos, pois caso esta não seja suficiente, o sistema dificilmente conseguirá distinguir os conteúdos que o utilizador prefere ou não prefere, levando à produção de recomendações de reduzida qualidade [46].

## **FILTRAGEM BASEADA EM CONHECIMENTO**

Encontrar um item específico que possa ser do nosso interesse, num grande volume de informação, continua a ser considerada uma tarefa deveras desafiadora, uma vez que, em muitos casos, muitos desses itens nos são apresentados sob o pressuposto de que possuímos conhecimento suficiente acerca do domínio a que pertencem. As tecnologias de recomendação proporcionam um suporte no processo de seleção de itens

[47], tornando tal tarefa um pouco menos problemática. Nesses sistemas, uma função de similaridade é aplicada para estimar o quão o item em questão vai de encontro às necessidades do utilizador alvo da recomendação. Neste caso, o valor da similaridade pode ser diretamente interpretado como sendo a utilidade da recomendação para o utilizador [48].

Comparativamente às abordagens colaborativas e baseadas em conteúdo, este tipo de abordagem explora o conhecimento, a um nível detalhado, acerca do domínio do produto, com vista a obter soluções que se enquadrem nas necessidades do utilizador [47].

Os sistemas que tiram partido deste tipo de abordagem utilizam conhecimento acerca dos utilizadores e dos produtos, de modo a obter uma abordagem baseada em conhecimento para gerar uma recomendação, verificando quais os produtos que vão de encontro aos requisitos do utilizador [49]. Com as tecnologias de recomendação baseadas em conhecimento, a relação entre os requisitos do utilizador e os produtos pode ser explicitamente modelada numa base de conhecimento [47].

## FILTRAGEM BASEADA EM DADOS DEMOGRÁFICOS

Por dados demográficos entendem-se os dados relativos à idade, género, educação, etc. de um ou vários indivíduos. Existem abordagens de recomendação que consideram este tipo de dados para a geração de recomendações utilizando-os para estabelecer uma relação entre um dado item/conteúdo e o tipo de pessoa que o acede e/ou classifica positivamente [50]. São dados difíceis de obter, pois necessitam de ser pedidos explicitamente ao utilizador [51], o que pode causar uma certa relutância por parte deste em fornecer tais dados, quer devido a questões de privacidade, quer devido à falta de vontade para interagir diretamente com o sistema.

## FILTRAGEM HÍBRIDA

Segundo um estudo feito por [49], todas as técnicas mencionadas anteriormente apresentam vantagens e desvantagens complementares. Em ordem a obter melhores resultados, alguns sistemas de recomendação combinam técnicas de abordagens colaborativas e baseadas em conteúdo diferentes. Utilizando uma abordagem híbrida é possível evitarem-se algumas limitações e problemas de sistemas de recomendação puros, tal como o problema de *cold-start* [26]. Os algoritmos híbridos são aqueles que tiram partido das potencialidades de dois ou mais diferentes paradigmas de filtragem, com vista a alcançar melhores resultados que os obtidos utilizando apenas um dos paradigmas, traduzindo-se, portanto, em uma melhoria

na qualidade das recomendações produzidas. Um dos sistemas mais famosos a utilizar este tipo de abordagem foi o sistema Fab [52].

Para o desenvolvimento do presente trabalho usamos como inspiração este tipo de algoritmo, combinando algumas das técnicas encontradas nos algoritmos de filtragem descritos anteriormente. Como resultado obtemos o processo **RecommendME**, o qual iremos descrever em detalhe no próximo capítulo do presente documento.

## RECOMENDAÇÕES DE GRUPO

Tradicionalmente, um sistema de recomendação tem como objetivo gerar recomendações apropriadas para um determinado utilizador, tendo em conta as suas preferências, restrições, padrão de comportamento, etc [REF 1]. Ou seja, as recomendações produzidas são de carácter individual e apenas têm como alvo um utilizador específico. Contudo, existe um outro tipo de sistemas de recomendação que visam gerar recomendações para um conjunto de utilizadores. A esses sistemas dá-se o nome de Sistemas de Recomendação de Grupo.

De uma forma geral, um sistema de recomendação de grupo é um sistema que tem como objetivo a geração de um conjunto de recomendações que irão satisfazer um grupo de utilizadores [53]. As recomendações são baseadas na geração de um perfil de grupo integrado, ou na integração de recomendações produzidas para cada membro do grupo, separadamente [54].

De modo a produzir recomendações que vão de encontro às necessidades/requisitos de um grupo de pessoas, são utilizadas inúmeras técnicas, mas, segundo [55], existem duas que se destacam. A primeira consiste em construir um perfil de grupo, combinando as preferências e/ou restrições de cada elemento do grupo, e utilizar esse perfil, como se de um único utilizador se tratasse, e gerar recomendações adequadas a esse perfil. A outra técnica consiste em produzir recomendações individuais, destinadas a cada membro do grupo, agregando os resultados de modo a obter uma lista de recomendações que vá de encontro às preferências e/ou restrições de todo o grupo.

Os princípios nos quais este tipo de sistemas se rege podem servir como base para a melhoria do processo de recomendação desenhado no âmbito do presente estudo (proposta apresentada na secção de Trabalhos Futuros). Os dados provenientes dos perfis dos utilizadores e do seu histórico de interação com o sistema **conceptME**, podem ser combinados de modo a gerar recomendações que satisfaçam as necessidades da rede colaborativa.

## INTRODUÇÃO

O objetivo principal do presente estudo centrou-se no desenho de um processo que permitisse apoiar uma rede colaborativa na construção de um modelo conceptual que descrevesse o domínio na qual ela opera, ou pretende operar. Esse processo deveria ser capaz de produzir recomendações significativas acerca de estruturas conceptuais que pudessem acrescentar mais significado ao modelo conceptual em construção, ajudando a rede colaborativa a torná-lo em uma especificação de alto nível do domínio que o modelo conceptual pretende representar. Tendo essa ideia em mente, foi então criado um processo de recomendação que respondesse às necessidades de uma rede colaborativa aquando a construção de um modelo conceptual representante do domínio no qual esta opera, ou pretende operar.

De seguida, será descrito o processo passo a passo, indicando quais os dados de entrada necessários para levar a cabo todo o processo, e quais os resultados esperados de cada passo que compõe o processo de recomendação.

## O PROCESSO DE RECOMENDAÇÃO

### DESCRIÇÃO GERAL

O processo de recomendação desenvolvido é composto essencialmente por 5 passos, como se pode verificar na figura abaixo apresentada.

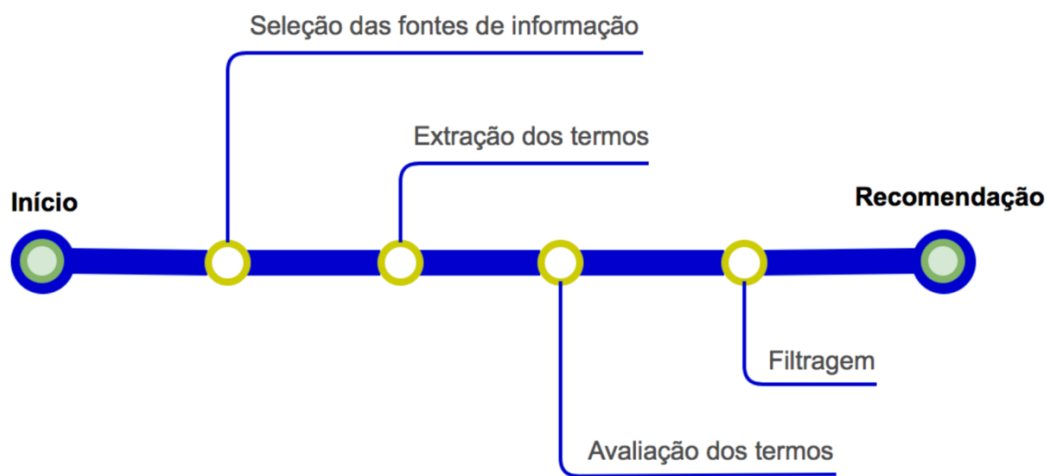


FIGURA 9. PASSOS DO PROCESSO RECOMMENDME

O processo de recomendação é iniciado no momento em que o utilizador da rede colaborativa solicita a recomendação de novos termos para serem introduzidas no modelo conceptual que se encontra a construir na fase de criação de propostas iniciais. É composto pelos seguintes passos:

### **Seleção das fontes de informação**

Neste passo são seleccionadas as fontes de informação que melhor probabilidade têm de conter conceitos que sejam bons candidatos para serem recomendados;

### **Extração dos termos**

Neste passo são extraídos todos os conceitos contidos nas fontes de informação seleccionadas no passo anterior. Os conceitos extraídos serão os conceitos candidatos para recomendação;

### **Avaliação dos termos**

Neste passo são avaliados todos os termos extraídos anteriormente, de modo a averiguar a sua relevância para o modelo conceptual alvo da recomendação;

### **Filtragem**

Neste passo serão filtrados os termos candidatos para recomendação. Como base, para aplicação dos filtros, serão tidos em conta os resultados obtidos no passo anterior;

### **Recomendação**

Este é o último passo do processo de recomendação. Aqui é apresentado ao utilizador um conjunto de termos passíveis de acrescentarem mais significado ao modelo conceptual alvo de recomendação.

## PASSO 01 – SELEÇÃO DAS FONTES DE INFORMAÇÃO

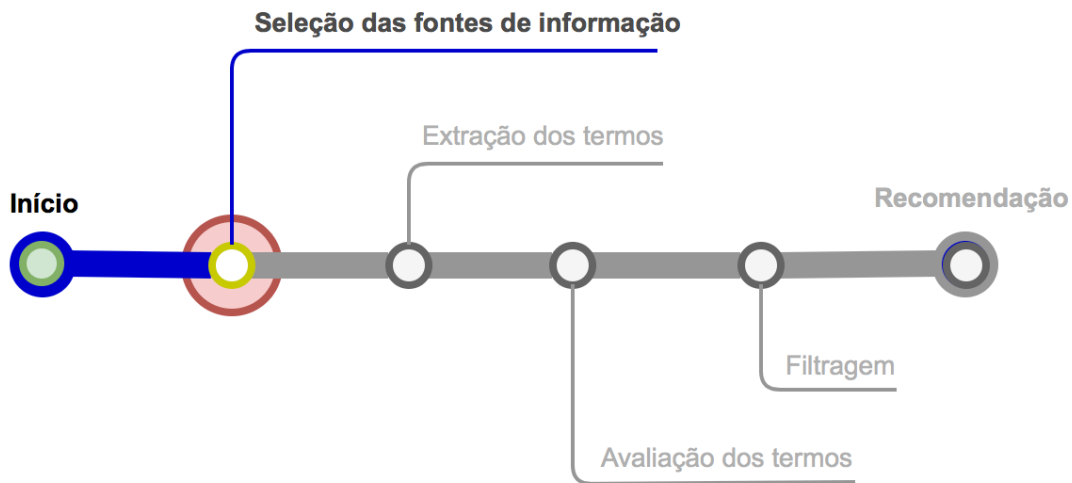


FIGURA 10. PASSO 01 – SELEÇÃO DAS FONTES DE INFORMAÇÃO

Como foi referido anteriormente no presente documento, os sistemas de recomendação visam a redução da sobrecarga de informação a apresentar ao utilizador, tendo como base as suas preferências, restrições e/ou histórico de interação com o sistema. No contexto do presente estudo, tal como acontece no contexto de atuação de um sistema de recomendação tradicional, é necessário selecionar as fontes de informação (documentos, e/ou modelos conceptuais que se encontrem publicados na plataforma conceptME) mais relevantes e adequadas às necessidades do utilizador que faz o pedido de recomendação. Tendo isso em mente, o primeiro passo do processo de recomendação será reduzir o universo de informação do sistema selecionando as fontes de informação com maior probabilidade de conter bons termos candidatos para serem apresentados no final do processo como recomendação.

Tendo em mente que nos propomos, com o presente trabalho, a ajudar os elementos da rede a criar propostas iniciais o mais completas e aproximadas entre si, para tentar diminuir dos pontos de divergência no modelo contido no espaço *Blend* (modelo criado a partir das propostas individuais de cada elemento da rede) e que a chegada a um consenso pode ser negativamente afetada pela divergência de preferências dos participantes de um processo de negociação, tivemos de adoptar uma estratégia no desenho do nosso processo de recomendação que garantisse, ou tentasse garantir, a chegada a um consenso acerca do modelo resultante. Para atingir tal objetivo é importante que os utilizadores aceitem as recomendações produzidas pelo sistema. Um sistema de recomendação usa como base a similaridade entre perfis de utilizadores ou itens obtidos para conseguirem prever qual a informação que será mais relevante para o utilizador alvo da recomendação. De igual forma, iremos usar as similaridades encontradas na rede colaborativa para gerar as

nossas recomendações. Iremos assumir que a similaridade entre dois elementos da rede é tão maior quanto mais similares forem os espaços de entrada dos mesmos, sendo este fator um grande indicador de que ambos possuem um conhecimento muito aproximado acerca do domínio que se pretende descrever. Se, ao invés, utilizássemos como base utilizadores com espaços de entrada muito distintos, embora houvesse maior probabilidade de encontrar termos novos, poderíamos correr o risco de propor novos termos que o utilizador alvo não reconhecesse ou não fosse capaz de saber como os adicionar à sua proposta inicial de modelo, levando-o a rejeitar a recomendação. Acreditamos que se usarmos como base a informação proveniente de um utilizador mais similar iremos garantir uma maior probabilidade na aceitação das recomendações produzidas.

Com base na premissa acima descrita, começamos por avaliar os espaços de entrada de cada elemento da rede colaborativa para descobrir quais os vizinhos mais próximos do utilizador alvo da recomendação.

Tendo como base o conjunto  $U = \{U_1, U_2, U_3, \dots, U_n\}$ , composto por todos os elementos da rede colaborativa, é criada uma matriz  $U \times U$  que armazena, para cada par de elementos da rede, todos os termos em comum ( $\psi_{ij}$ ) existentes nos modelos conceptuais (as propostas iniciais).

	$U_1$	$U_2$	$U_3$	...	$U_n$
$U_1$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{1,2}$	$\psi_{1,3}$	...	$\psi_{1,n}$
$U_2$	$\psi_{2,1}$	$\psi_{2,2}$	$\psi_{2,3}$	...	$\psi_{2,n}$
$U_3$	$\psi_{3,1}$	$\psi_{3,2}$	$\psi_{3,3}$	...	$\psi_{3,n}$
...	...	...	...	...	...
$U_n$	$\psi_{n,1}$	$\psi_{n,2}$	$\psi_{n,3}$	...	$\psi_{n,n}$

**FIGURA 11.** MATRIZ DE CONTENDO OS TERMOS EM COMUM USADOS PELOS ELEMENTOS DA REDE

Abaixo podemos ver um exemplo de uma matriz preenchida para uma rede colaborativa composta por 5 utilizadores:

	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$
$U_1$	13	4	10	5	9
$U_2$	4	14	8	10	11
$U_3$	10	8	12	11	9
$U_4$	5	10	11	15	6
$U_5$	9	11	9	6	16

**FIGURA 12.** MATRIZ DE EXEMPLO CONTENDO OS TERMOS EM COMUM USADOS PELOS ELEMENTOS DA REDE

De seguida é criado um vector  $V$  onde colocamos, para cada elemento da rede, o número total de termos  $|M|$  contidos nos respectivos modelos conceptuais:

$U_1$	$U_2$	$U_3$	...	$U_n$
$ M_1 $	$ M_2 $	$ M_3 $	...	$ M_n $

**FIGURA 13.** VETOR CONTENDO O NÚMERO TOTAL DE TERMOS CONTIDO EM CADA MODELO CONCEPTUAL

Usando o exemplo anterior teríamos obtido o seguinte vector:

$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$
13	14	12	15	16

**FIGURA 14.** VETOR DE EXEMPLO CONTENDO O NÚMERO TOTAL DE TERMOS CONTIDO EM CADA MODELO CONCEPTUAL

Querendo gerar recomendações para um dado elemento  $U_i$  da rede colaborativa e querendo encontrar o elemento da rede com o espaço de entrada mais similar (o vizinho mais próximo), calculamos o grau de coeficiente de correlação [39][56][57] entre o elemento  $U_i$  e cada um dos restantes elementos da rede, utilizando como input os valores contidos na matriz  $UxU$  e no vector  $V$ .

Sendo,

$n$  o número de elemento da rede,

$M_i$  o conjunto de todos os termos existentes no mapa de conceitos do utilizador  $i$

$M_j$  o conjunto de todos os termos existentes no mapa de conceitos do utilizador  $j$

E  $\psi_{ij}$  o conjunto de termos em comum utilizados pelos utilizadores  $i$  e  $j$

aplicamos a seguinte fórmula [39][56][57] para obter o grau de correlação  $\phi$  entre cada utilizador:

$$\phi = \frac{|\Psi_{ij}| / (|M_i| + |M_j|)}{\sqrt{\sum_{x=1}^n (|\Psi_{ix}|)^2}}$$

Se aplicássemos esta fórmula usando como input a matriz e o vector de exemplo acima apresentados, obteríamos, para o utilizador  $U_1$  e o utilizador  $U_2$ , o seguinte resultado:

$$\phi = \frac{4 / (13 + 14)}{\sqrt{(4)^2 + (10)^2 + (5)^2 + (9)^2}} = \frac{0,14815}{14,89969} = 0,00994$$

Repetindo o processo para todos os restantes elementos da rede, obteríamos o seguinte vector de correlação para o utilizador  $U_1$ :

$\phi_{12}$	$\phi_{13}$	$\phi_{14}$	$\phi_{15}$
0,00994	0,02685	0,011985	0,02083

FIGURA 15. VETOR DE CORRELAÇÃO ENTRE O UTILIZADOR ALVO DA RECOMENDAÇÃO E A REDE COLABORATIVA

Ordenando o vector por grau de correlação ascendente, obteríamos:

$\phi_{13}$	$\phi_{15}$	$\phi_{14}$	$\phi_{12}$
0,02685	0,02083	0,011985	0,00994

FIGURA 16. VETOR DE EXEMPLO DE CORRELAÇÃO ENTRE O UTILIZADOR ALVO DA RECOMENDAÇÃO E A REDE COLABORATIVA

Após a ordenação do vector iríamos chegar à conclusão de que o utilizador com um maior grau de correlação com o utilizador  $U_1$  seria, neste cenário, o utilizador  $U_3$ . Portanto, para gerar recomendações para o utilizador  $U_1$ , iríamos usar como base a informação contida no espaço de entrada do utilizador  $U_3$ . Essa informação serviria como *input* para o próximo passo do processo de recomendação, a **Extração dos Termos**.

Na tabela abaixo apresentada podemos ver com mais detalhe o algoritmo da função que será responsável pela execução deste passo:

TABELA 1. ALGORITMO DA FUNÇÃO DE CRIAÇÃO DA MATRIZ DE INPUT  $UXU$

Função/método	<i>build_input_matrix()</i>
Dados de entrada	Mapas conceptuais contidos nos espaços de entrada de cada membro da rede colaborativa
Dados de saída	Matriz contendo os termos em comum entre cada par de utilizadores da rede colaborativa
<p>inicializar a matriz <math>UXU</math></p> <p>para cada utilizador <math>j</math> pertencente ao conjunto <math>U = \{U_1, U_2, U_3, \dots, U_n\}</math> de elementos da rede colaborativa</p> <p style="padding-left: 40px;"><math>M_i</math> = termos que o utilizador <math>i</math> possui</p> <p style="padding-left: 40px;"><math>M_j</math> = termos que o utilizador <math>j</math> possui</p> <p style="padding-left: 40px;"><math>M_{ij}</math> (termos em comum que o utilizador <math>j</math> possui em comum com o utilizador <math>i</math>) = <math>M_i \cap M_j</math></p> <p style="padding-left: 40px;">Guardar o número de termos do conjunto <math>M_{ij}</math> na célula da matriz correspondente</p> <p>fim</p> <p>retornar matriz <math>UXU</math></p>	

TABELA 2. ALGORITMO DA FUNÇÃO DE CÁLCULO DE CORRELAÇÃO ENTRE OS ELEMENTOS DA REDE

Função/método	<i>get_nearest_neighbors()</i>
Dados de entrada	Matriz contendo os termos em comum entre cada par de utilizadores da rede colaborativa
Dados de saída	Lista ordenada de utilizadores por ordem ascendente de correlação, considerados como sendo os vizinhos mais próximos do utilizador alvo da recomendação
<p><math>NN</math> (lista de vizinhos mais próximos) = <math>\emptyset</math></p> <p>para cada utilizador <math>j</math> pertencente ao conjunto <math>U = \{U_1, U_2, U_3, \dots, U_n\}</math> de elementos da rede colaborativa</p> <p style="padding-left: 40px;"><math> M_i </math> = número de termos que o utilizador <math>i</math> alvo da recomendação possui</p> <p style="padding-left: 40px;"><math> M_j </math> = número de termos que o utilizador <math>j</math> possui</p> <p style="padding-left: 40px;"><math> \psi_{ij} </math> = número de termos em comum que o utilizador <math>j</math> possui em comum com o utilizador <math>i</math> – valor contido na célula <math>U_{ij}</math> da matriz</p>	

Aplicar a seguinte fórmula:

$$\varphi = \frac{|\Psi_{ij}| / (|M_i| + |M_j|)}{\sqrt{\sum_{x=1}^n (|\Psi_{ix}|)^2}}$$

guardar valor obtido na lista  $NN$

fim

ordenar ascendentemente a lista  $NN$

retornar a lista  $NN$

## PASSO 02 – EXTRAÇÃO DOS TERMOS

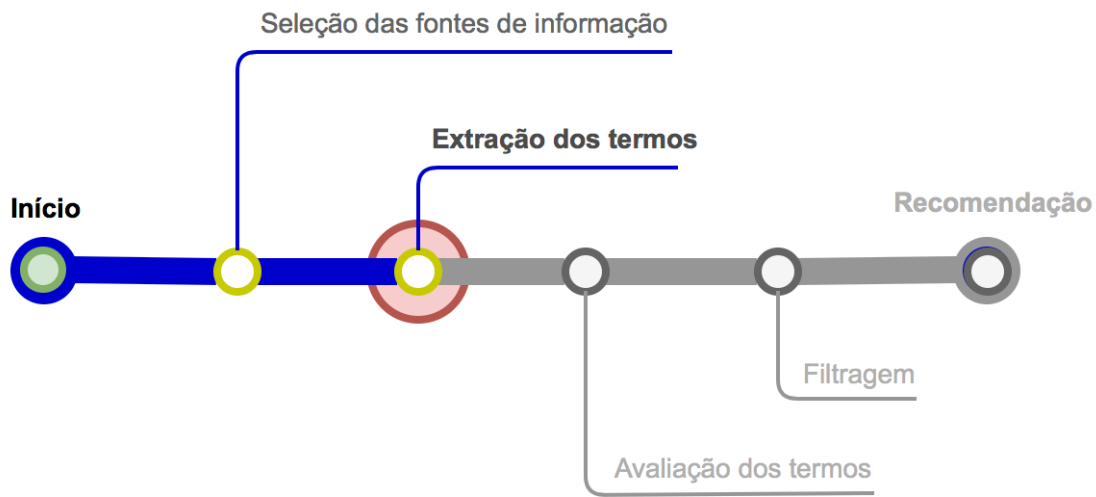


FIGURA 17. PASSO 02 – EXTRAÇÃO DOS TERMOS

Tendo descoberto qual o utilizador  $U_j$  mais próximo do utilizador  $U_i$  alvo da recomendação, começamos por adicionar à lista de termos candidatos a recomendar todos os termos utilizados pelo utilizador  $U_j$  que não foram utilizados pelo utilizador  $U_i$ .

De seguida iremos analisar as fontes de informação utilizadas pelo utilizador  $U_j$  a ver se encontramos alguma(s) que possa(m) conter novos termos que possamos recomendar ao utilizador  $U_i$ .

Começamos por excluir todas as fontes de informação em comum utilizadas por ambos os utilizadores de modo a evitar repetição de informação e iremos extrair os termos contidos nas restantes fontes de informação utilizadas pelo utilizador  $U_j$ .

No final pretende-se obter uma lista de termos candidatos composta pelos termos utilizados pelo utilizador  $U_j$  e pelos termos extraídos das fontes de informação que não estejam contidos nos modelos dos utilizadores  $U_i$  e  $U_j$ .

Após a extração dos termos candidatos para recomendação, passa-se para o próximo passo do processo, o passo **Avaliação dos Termos**.

### PASSO 03 – AVALIAÇÃO DOS TERMOS

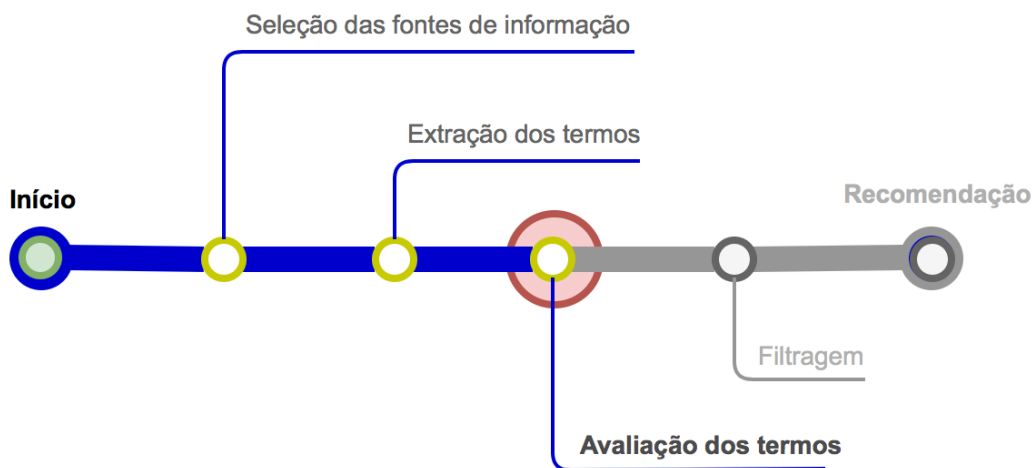


FIGURA 18. PASSO 03 – AVALIAÇÃO DOS TERMOS

Neste passo são avaliados os termos obtidos no passo anterior. Estes termos serão avaliados em termos da sua relevância para o domínio que se pretende representar e ordenados ascendentemente consoante essa mesma relevância.

Sendo:

$D$  o conjunto de fontes de informação em análise

$D_t$  o conjunto de fontes de informação que contêm o termo  $t$ , e

$TF_t$  o número de ocorrências do termo  $t$  nas fontes de informação do conjunto  $D$

aplica-se a seguinte fórmula [58] para calcular a relevância ( $r_t$ ) para cada termo  $t$  do conjunto  $T$  de termos candidatos:

$$r_t = TF_t \left( \log \frac{|D|}{|D_t|} \right)$$

Na tabela abaixo apresentada podemos ver com mais detalhe o algoritmo das funções que serão responsáveis pela execução deste passo:

TABELA 3. ALGORITMO DA FUNÇÃO DE AVALIAÇÃO DOS TERMOS CANDIDATOS

Função/método	<i>candidate_terms_evaluation()</i>
Dados de entrada	Conjunto $D$ das fontes de informação contidas no espaço de entrada do utilizador $U_j$ (vizinho mais próximo do utilizador alvo da recomendação)
Dados de saída	Lista de termos candidatos $T$ com relevância associada

para cada termo  $t$  pertencente ao conjunto  $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$  dos termos candidatos

criar e inicializar um contador  $TF_t$  representante do número de vezes que o termo surge nas fontes de informação selecionadas

$$TF_t = 0$$

inicializar o conjunto  $D_t$  de fontes de informação que contêm o termo  $t$

$$D_t = \emptyset$$

para cada fonte de informação

verificar se esta contém o termo  $t$ .

se o termo  $t$  estiver presente na fonte de informação

adiciona-se a fonte de informação ao conjunto  $D_t$  de fontes de informação que contêm o termo  $t$

conta-se o número de vezes que o termo aparece nesta fonte de informação e incrementa-se o contador  $TF_t$  com o valor obtido

fim

fim

aplicar a seguinte formula e guardar o resultado numa lista associativa:

$$r_t = TF_t \left( \log \frac{|D|}{|D_t|} \right)$$

fim

fim

retornar lista associativa (termos com valor de relevância)

## PASSO 04 – FILTRAGEM

Neste passo procede-se à filtragem dos termos obtidos nos passos anteriores para que possamos apresentar ao utilizador a informação de acordo com as suas preferências.

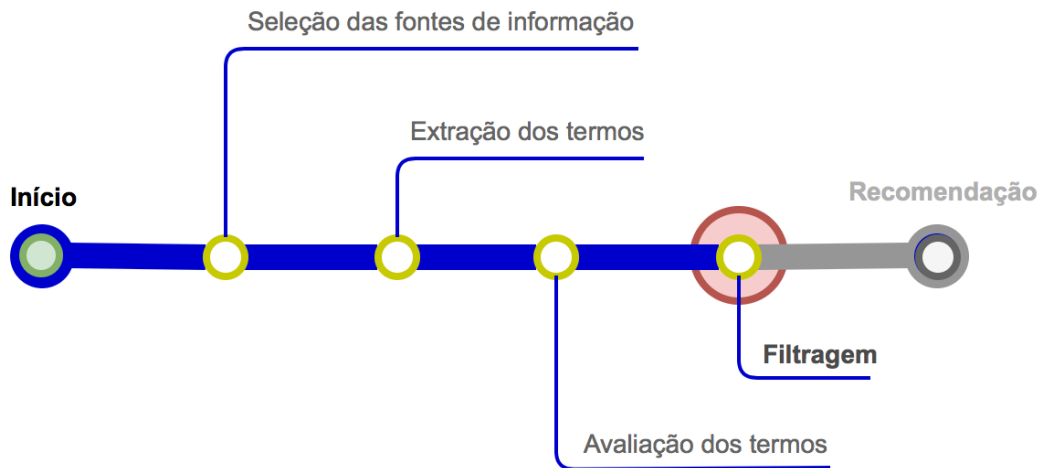


FIGURA 19. PASSO 04 - FILTRAGEM

É dada a possibilidade ao utilizador de indicar um critério de filtragem para aplicar à lista. Estes critérios poderão ser:

- Grau de relevância do termo
  - indicação de um nível mínimo, ou máximo, de relevância
- Número máximo de termos
  - apresentação dos *Top N* termos (por defeito serão apresentados os 10 primeiros termos).
- Combinação dos critérios anteriores

## PASSO 05 – RECOMENDAÇÃO

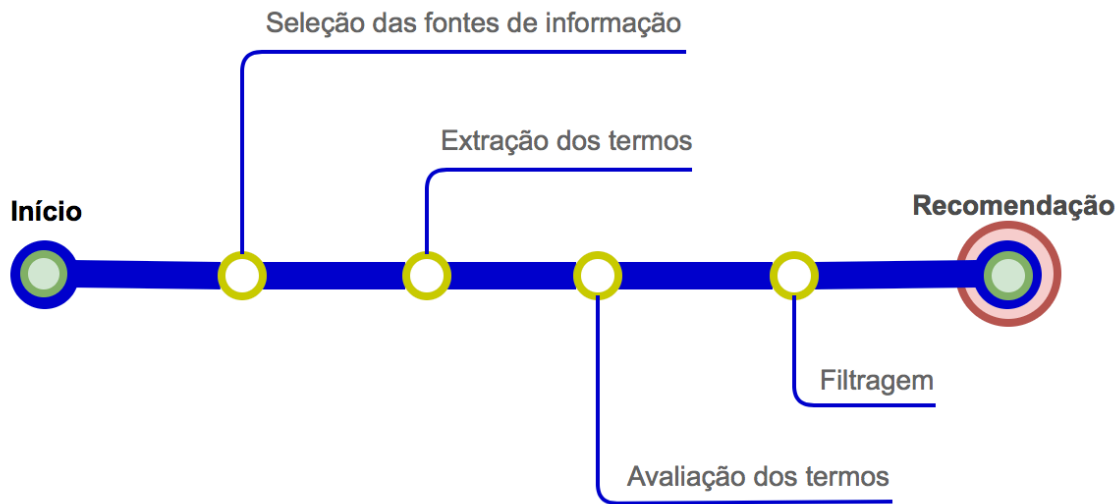


FIGURA 20. PASSO 05 - RECOMENDAÇÃO

No último passo do processo é apresentada uma lista de termos ao utilizador resultante dos passos anteriores.

O utilizador pode aceitar ou rejeitar a recomendação. Caso o utilizador decida rejeitar a recomendação pode pedir novamente ao sistema para repetir o processo. O sistema irá retornar ao passo 01 e utilizar as fontes de informação do utilizador seguinte com maior correlação com o utilizador alvo da recomendação. Se o utilizador aceitar a recomendação o processo é dado como concluído.

---

## CONCLUSÕES

As técnicas usadas pelos sistemas de recomendação podem ser aplicadas a vários domínios [4][59]e, como tal, acreditamos que os seus princípios possam também ser aplicados a processos de negociação conceptual, tornando-os mais eficazes e eficientes para todos os que neles participam.

Tendo como inspiração as técnicas e abordagens utilizadas pelos sistemas de recomendação, foi desenhado, no contexto deste estudo, um processo de recomendação que permitisse apoiar uma rede colaborativa no processo de construção de uma conceptualização partilhada.

Através da apresentação de novos termos relevantes para o domínio a representar esperamos facilitar o processo de negociação conceptual para que a rede colaborativa consiga desenhar uma conceptualização de alto nível de um determinado domínio e que consiga chegar mais rapidamente a um consenso acerca dessa conceptualização.

Como trabalho futuro propomos o seguinte:

- 1) Implementação do processo sob a forma de um serviço na plataforma conceptME, onde se encontra atualmente implementado o método *ColBlend*;
- 2) Adaptação do processo para suportar recomendações de grupo de modo a ser capaz de gerar recomendações para o modelo que se encontra no espaço *Blend*, em negociação;
- 3) Adaptação do processo de modo a que este seja capaz de não só propor novos termos mas também relações entre termos para o utilizador saber como relacionar os termos propostos com os termos já existentes no seu modelo;
- 4) Adaptação do processo de modo a que este seja capaz de ter em conta não só a relevância do termo para o modelo a desenhar, mas também o grau de proximidade com o mesmo para que o utilizador o possa relacionar diretamente os termos propostos ao seu modelo.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. Pereira, C. Sousa, and A. Soares, “Building an Informal Ontology to Support Collaborative Network Operation: A Case Study,” *PRO-VE, Vol. 336 IFIP Adv. Inf. Commun. Technol.*, vol. 336, pp. 738–745, 2010.
- [2] C. Pereira, C. Sousa, and A. Soares, “Supporting conceptualisation processes in collaborative networks: a case study on an R&D project,” *Int. J. Comput. Integr. Manuf.*, pp. 1–21, 2012.
- [3] C. Pereira, C. Sousa, and A. Soares, “A Negotiation Approach to Support Conceptual Agreements for Ontology Content,” *Move to Meaningful Internet Syst. OTM 2012 Work.*, vol. 7567, pp. 474–483, 2012.
- [4] J. a. Konstan and J. Riedl, “Recommender systems: from algorithms to user experience,” *User Model. User-adapt. Interact.*, vol. 22, no. 1–2, pp. 101–123, Mar. 2012.
- [5] C. Sousa, C. Pereira, and A. L. Soares, “A Pragmatic Approach to Conceptual Negotiation Support,” in *Proceedings of the 14th International Conference on Enterprise Information Systems*, 2012, pp. 349–354.
- [6] C. Sammut and G. Webb, *Encyclopedia of machine learning*. 2011.
- [7] C. Sá, C. Pereira, and A. L. Soares, “Supporting Collaborative Conceptualization Tasks through a Semantic Wiki Based Platform,” in *On the Move to Meaningful Internet Systems OTM 2010 Workshops*, 2010, vol. 6428, pp. 394–403.
- [8] U. S. Bititci, V. Martinez, P. Albores, and J. Parung, “Creating and managing value in collaborative networks,” *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, vol. 34, no. 3/4, pp. 251–268, Mar. 2004.
- [9] L. M. Camarinha-Matos and H. Afsarmanesh, “Taxonomy of collaborative networks forms: FInES Task Force on Collaborative Networks and SOCOLNET - Society of Collaborative Networks,” 2012.
- [10] J. Lee and Y. Jeong, “User-centric knowledge representations based on ontology for AEC design collaboration,” *Comput. Des.*, vol. 44, no. 8, pp. 735–748, Aug. 2012.
- [11] H. Baum and J. Schütze, “A model of collaborative enterprise networks,” in *Procedia CIRP*, 2012, vol. 3, no. 1, pp. 549–554.
- [12] C. Pereira, “A organização da informação e conhecimento em redes colaborativas como um processo de construção social do significado: uma teoria e um método,” *PhD. Fac. Eng. da Univ. do Porto*, 2010.
- [13] S. Grimm, P. Hitzler, and A. Abecker, “Knowledge representation and ontologies,” in *Semantic*

- Web Services: Concepts, Technologies, and Applications*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 51–105.
- [14] R. Studer, V. R. Benjamins, and D. Fensel, “Knowledge Engineering: Principles and methods,” *Data Knowl. Eng.*, vol. 25, no. 1–2, pp. 161–197, Mar. 1998.
- [15] A. Gómez-Pérez, M. Fernandez, and A. De Vicente, “Towards a method to conceptualize domain ontologies,” *Work. Ontol. Eng.*, pp. 41–51, 1996.
- [16] H. E. Moss, L. K. Tyler, and K. I. Taylor, “Conceptual structure,” in *The Oxford Handbook of Psycholinguistics*, 2012.
- [17] J. Mylopoulos and J. Mylopoulos, “Conceptual Modelling and Telos.”
- [18] D. L. Moody, “Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: current state and future directions,” *Data Knowl. Eng.*, vol. 55, no. 3, pp. 243–276, Dec. 2005.
- [19] G. Guizzardi, “Ontological foundations for structural conceptual models.” 27-Oct-2005.
- [20] D. Roy, “Using concept maps for information conceptualization and schematization in technical reading and writing courses: A case study for computer science majors in Japan,” in *2008 IEEE International Professional Communication Conference*, 2008, pp. 1–12.
- [21] J. Novak and A. Cañas, *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*. 2006.
- [22] J. D. Novak and D. Musonda, “A Twelve-Year Longitudinal Study of Science Concept Learning,” *Am. Educ. Res. J.*, vol. 28, no. 1, pp. 117–153, Jan. 1991.
- [23] L. Susskind, S. McKernan, and J. Thomas-Larmer, *The consensus building handbook : a comprehensive guide to reaching agreement*. Sage Publications, 1999.
- [24] M. J. del Moral, F. Chiclana, J. M. Tapia, and E. Herrera-Viedma, “A comparative study on consensus measures in group decision making,” *Int. J. Intell. Syst.*, vol. 33, no. 8, pp. 1624–1638, Aug. 2018.
- [25] C. Sousa, A. Soares, C. Pereira, and R. Costa, “Supporting the identification of conceptual relations in semi-formal ontology development,” *proceeding ColabTKR 2012 - Terminol. Knowl. Represent. Work. Int. Conf. Lang. Resour. Eval.*, 2012.
- [26] L. Li, F. Lee, and R.-W. Hsu, “Review of Recommender Systems and Their Application,” *T&S J. Publ.*
- [27] B. Smyth, M. Coyle, and P. Briggs, “Communities, Collaboration, and Recommender Systems in Personalized Web Search,” in *Recommender Systems Handbook*, Boston, MA: Springer US, 2011, pp. 579–614.
- [28] E. Vozalis and K. Margaritis, “Analysis of recommender systems algorithms,” *6th Hell. Eur. Conf. Comput. Math. & its Appl. HERCMA, Athens, Greece*, pp. 1–14, 2003.
- [29] G. Adomavicius and a. Tuzhilin, “Toward the next generation of recommender systems: a survey

- of the state-of-the-art and possible extensions,” *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 17, no. 6, pp. 734–749, Jun. 2005.
- [30] S. Khusro, Z. Ali, and I. Ullah, “Recommender Systems: Issues, Challenges, and Research Opportunities,” Springer, Singapore, 2016, pp. 1179–1189.
- [31] P. Lops, M. De Gemmis, and G. Semeraro, *Recommender Systems Handbook*. Boston, MA: Springer US, 2011.
- [32] Y. Song, S. Dixon, and M. Pearce, *A Survey of Music Recommendation Systems and Future Perspectives*. 2012.
- [33] D. Das, L. Sahoo, and S. Datta, “A Survey on Recommendation System,” 2017.
- [34] D. Goldberg, D. Nichols, B. Oki, and D. Terry, “Using collaborative filtering to weave an information tapestry,” *Commun. ACM*, vol. 61, no. 10, pp. 1–10, 1992.
- [35] F. F. Filho, “Sistemas de recomendação e interação na web social,” ... *Soc. Web, ...*, 2008.
- [36] F. Cacheda, V. Carneiro, D. Fernández, and V. Formoso, “Comparison of collaborative filtering algorithms: Limitations of current techniques and proposals for scalable, high-performance recommender systems,” *ACM Trans. Web*, vol. 5, no. 1, pp. 1–33, Feb. 2011.
- [37] D. Asanov, “Algorithms and Methods in Recommender Systems,” 2011.
- [38] A. M. Rashid, G. Karypis, and J. Riedl, “Learning preferences of new users in recommender systems,” *ACM SIGKDD Explor. Newsl.*, vol. 10, no. 2, p. 90, Dec. 2008.
- [39] X. Su and T. M. Khoshgoftaar, “A Survey of Collaborative Filtering Techniques,” *Adv. Artif. Intell.*, vol. 2009, no. Section 3, pp. 1–19, 2009.
- [40] W. P. Coleman, “Empirical Analysis of Predictive Algorithms for Collaborative Filtering,” *Dermatol. Surg.*, vol. 38, no. 10, p. 1581, Oct. 2012.
- [41] A. Da and S. Lázaro, “Análise e seleção de algoritmos de filtragem de informação para solução do problema cold-start item,” 2010.
- [42] M. Babu and B. Kumar, “An Implementation of the User-based Collaborative Filtering Algorithm,” *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 1283–1286, 2011.
- [43] B. Sarwar, G. Karypis, J. Konstan, and J. Riedl, “Analysis of recommendation algorithms for e-commerce,” *Proc. 2nd ACM Conf. Electron. Commer. - EC '00*, pp. 158–167, 2000.
- [44] P. Lops, M. De Gemmis, and G. Semeraro, “Content-based Recommender Systems: State of the Art and Trends,” in *Recommender Systems Handbook*, F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, and P. B. Kantor, Eds. Springer US, 2011, pp. 73–105.
- [45] X. N. Lam, T. Vu, T. D. Le, and A. D. Duong, “Addressing cold-start problem in recommendation systems,” in *Proceedings of the 2nd international conference on Ubiquitous information management and communication - ICUIMC '08*, 2008, p. 208.

- [46] P. B.Thorat, R. M. Goudar, and S. Barve, *Survey on Collaborative Filtering, Content-based Filtering and Hybrid Recommendation System*, vol. 110. 2015.
- [47] A. Felfernig, K. Isak, and C. Russ, “Knowledge-based recommendation: technologies and experiences from projects,” *Front. Artif. Intell. Appl.*, vol. 141, pp. 632–636, 2006.
- [48] F. Ricci, B. Shapira, and L. Rokach, “Recommender systems: Introduction and challenges,” in *Recommender Systems Handbook, Second Edition*, Boston, MA: Springer US, 2015, pp. 1–34.
- [49] R. Burke and R. Burke, “Knowledge-Based Recommender Systems,” *Encycl. Libr. Inf. Syst.*, vol. 69, p. 2000, 2000.
- [50] M. Pazzani, “A framework for collaborative, content-based and demographic filtering,” *Artif. Intell. Rev.*, 1999.
- [51] M. Vozalis and K. Margaritis, “Enhancing collaborative filtering with demographic data: The case of item-based filtering,” *4th Int. Conf. Intell. Decis. Technol.*, 2004.
- [52] M. BalabanoviÄž and Y. Shoham, “Fab: content-based, collaborative recommendation,” *Commun. ACM*, vol. 66, no. March, pp. 1–7, 1997.
- [53] S. Amer-Yahia, S. B. Roy, A. Chawlat, G. Das, and C. Yu, “Group recommendation,” *Proc. VLDB Endow.*, vol. 2, no. 1, pp. 754–765, Aug. 2009.
- [54] L. Baltrunas, T. Makcinskas, and F. Ricci, “Group recommendations with rank aggregation and collaborative filtering,” in *Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems - RecSys '10*, 2010, p. 119.
- [55] A. Jameson and B. Smyth, “Recommendation to Groups,” in *The Adaptive Web*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 596–627.
- [56] S. Geuens, K. Coussement, and K. W. De Bock, “A framework for configuring collaborative filtering-based recommendations derived from purchase data,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 265, no. 1, pp. 208–218, Feb. 2018.
- [57] J. Wei, J. He, K. Chen, Y. Zhou, and Z. Tang, “Collaborative filtering and deep learning based recommendation system for cold start items,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 69, pp. 29–39, Mar. 2017.
- [58] J. Beel, S. Langer, and B. Gipp, *TF-IDuF: A Novel Term-Weighting Scheme for User Modeling based on Users' Personal Document Collections*. 2017.
- [59] F. Alyari and N. Jafari Navimipour, “Recommender systems,” *Kybernetes*, vol. 47, no. 5, pp. 985–1017, May 2018.