

# **DO SUPORTE AO RECONHECIMENTO DE CONSENSO EM DISCUSSÕES ESTRUTURADAS: UMA REVISÃO EXPLORATÓRIA**

**Disciplina: FPCC01**

**Professor: Francisco Brasileiro**

**Orientador: José Antão Beltrão Moura**

**Aluno: Tiago Lucas Pereira Clementino**

**Resumo:** Suporte computacional a metodologias de consenso é um campo amplamente explorado na literatura [20,23-25]. Este problema já foi abordado de várias maneiras tanto no âmbito de suporte quanto ampliação de consenso [16-25]. Contudo, com o advento das comunidades virtuais, seu volume de discussão e liberdade de opinião [26], surgiu a necessidade de trilhar o caminho oposto: o reconhecimento de consenso a posteriori. Nesta revisão, baseada em certos critérios extraídos da literatura, é feita uma análise das estratégias de suporte ao consenso melhor adequadas ao seu reconhecimento em discussões estruturadas (fóruns, micro blogs ou redes sociais). Esta abordagem abre importantes portas no contexto da educação massiva e colaborativa, recuperação da informação, sistemas de recomendação, etc.

## **1. Introdução:**

No contexto da web 2.0 e toda sua profusão de possibilidades [26], comunidades de discussão, redes sociais, blogs e micro blogs oferecem um grande volume de conteúdo nas mais diversas áreas e vindo das mais diversas direções. Contudo, diante da heterogeneidade e insegurança por trás da liberdade de interação, tal conteúdo acaba por ser pouco confiável. Decidir a respeito da qualidade das discussões e soluções analisadas e até integrá-las a seu repertório é uma tarefa difícil e, a depender do volume sob análise, exaustiva.

Na literatura de GDM (Group Decision Making) [41][42], é possível encontrar modelos de discussão suficientemente confiáveis, tanto rígidos quanto flexíveis [43-46]. Contudo, em discussões estruturadas no formato de fóruns, blogs e micro blogs, o consenso costuma ser desestruturado.

GDM (*Group Decision Making*) são modelos onde um grupo de indivíduos mobiliza seus conhecimentos a certa e um problema em busca da melhor solução dentre um conjunto de critérios e alternativas possíveis (pré-definidas ou não). Tais modelos tem sido alvo e uma vasta base literária [3,5,20,25,26,30,32,36,39,43,45,46,48,51,61,65,76]. Neste contexto, CRP (*Consensus Reaching Process*) descrevem um processo onde indivíduos engajados na argumentação alteram suas opiniões visando elevar indicadores de consenso e satisfação coletivos [14,15].

Suporte computacional à CRP (CSS, do inglês, Consensus Support Systems) é um campo amplamente explorado na literatura. Daí várias abordagens já foram apresentadas com base em diferentes modelos [20,23-25].

Atingir o consenso pode demandar uma série de estratégias com o intuito de contornar adversidades impostas por peculiaridades referentes ao grupo de participantes ou ao domínio do problema em questão, tais como imprecisão [4,18,29,51,81,82,88,34], discussões de longa duração [11,35,51], grande número de participantes [26-28,37], heterogeneidade entre participantes [61-63,84] e confiança [39,59,60,64,85]. Tem sido reportados vários esforços em criar modelos diferentes para corretamente abordagem tais situações em GMD.

A seguir é descrito um trabalho que visa entender um problema já atacado por toda a vasta literatura em CRP [1,2,4,6-8,10,12-24,27-29,31,33,34,37,41,42,49,52-56,59,60,62-64,67-69,73,74,77-82,84-88] sob a ótica da busca analítica do consenso em discussões estruturadas já em andamento (a posteriori). Sobretudo no contexto da web 2.0, frameworks de discussão estruturados como fóruns, blogs e micro blogs são nosso alvo.

Sob o prisma da análise a posteriori de consenso, poucos trabalhos foram encontrados na literatura [11-13]. Em 2009, Yen-LiangChen e Li-ChenCheng [13] apresentaram o conceito de MCS (Maximum Consensus Sequence), um modelo de recuperação da informação aplicada a sistemas de recomendação que visa minerar toda a sequência de opiniões a respeito de um item num intervalo de tempo definido. Outras abordagens como esta foram reportas desde então [12]. Tais trabalhos são o mais próximo que há no que cerne a análise de consenso a posteriori.

O objetivo desta revisão ainda não é afirmar qual a direção a ser seguida neste contexto, mas explorar as possíveis abordagens do problema tendo em vista toda a gama de soluções propostas para se alcançar o consenso e o pouco que já foi feito sob a ótica a análise de consenso [11-13]. Para tanto, é importante repetir que não pretendo apontar um novo problema, apenas uma nova visão de um problema antigo. Caso a discussão sob análise tenha seguido algum protocolo para se atingir o consenso, reconhecer a melhor solução depende apenas de percorrer suas etapas novamente (equivalente a etapa de seleção da solução em um modelo de consenso). Caso contrário, haverá desafios relacionados ao modelo de discussão. Nosso objetivo é propor possíveis alternativas para atacar tais desafios.

No que se segue, procurei elencar em modelos de CRP da literatura características úteis à análise de consenso, associando cada característica à uma possível dificuldade a ser contornada. Este documento está dividido da seguinte forma: Na seção 2 estabeleço um repertório de conceitos que vamos utilizar para explorar o material, em seguida, na seção 3, apresento brevemente a

metodologia de busca utilizada para levantar os trabalhos aqui apresentados, e na seção 4 descrevo um modelo que associa desafios em análise de consenso a abordagens já reportadas em aquisição e suporte ao consenso. Por fim, na seção 5, uma rápida conclusão do que foi explorado é apresentada.

## 2. Contexto:

Para contextualizar esta exploração do problema da análise de consenso a posteriori, vamos esclarecer alguns conceitos que nortearam a investigação.

### 2.1. GMD (*Group Decision Making*)

GMD é o processo que visa atingir um julgamento comum a um conjunto de múltiplos participantes para um problema de decisão, o qual é definido por um conjunto de possíveis soluções (preestabelecidas ou não). De acordo com [46], GMD pode ser formalmente definido do seguinte modo:

- i. Um grupo de participantes,  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ , cada um deles com um certo grau de conhecimento referente ao domínio do problema.
- ii. Um problema de decisão definido por  $n$  possíveis soluções, o qual é denotado por  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ .
- iii. O processo onde os participantes tentam chegar a uma solução comum.

O uso de um modelo fixo de opinião baseado em alternativas é prática comum na literatura [30-32]. Estamos mais interessados em soluções linguísticas [2,6-10,29,65,73-83] onde o conjunto de alternativas e suas configurações são dinâmicas [1-5,28,29].

Para cada participante  $e_i \in E$ , construa a função  $\mu_{p_i}: X \times X \rightarrow D$ , onde  $D$  é o domínio de representação da informação e  $\mu_{p_i}(x_l, x_k) = p_{lk}^i$  ( $l, k \in \{1, 2, \dots, n\}$ ) denota o grau de preferência da alternativa  $x_l$  frente à  $x_k$  em  $D$ . Assim, as preferências dos participantes para todas as alternativas em  $X$  podem ser descritas como uma matriz  $P^i = (p_{lk}^i)_{n \times n}$  [46].

Quando tratamos da análise de consenso à posteriori,  $P^i$  deve assumir um comportamento bastante dinâmico, cobrindo o espectro de possíveis expressões de opinião e incerteza que os especialistas possam ter usando. Lógica difusa (*Fuzzy logic*) [2,3,5,7,9,14,15,18,21,27,30,32,34,43,46,68,49,53,63,69,73,74,76,77,82,87] é o caminho mais recorrente em incerteza. Relações linguísticas são úteis para expressar opinião não estruturada e correlações temporais [11-13] são necessárias em discussões de duração indeterminada.

O processo de solução de um caso em GDM pode partir de baixo para cima, avaliando as opiniões dos participantes dois a dois e utilizando esta matriz de relações de opinião para formular a solução global, ou fazer o caminho oposto, definindo globalmente a solução desde o início, analisando separadamente cada participante com relação ao todo (satisfação) [46]. No contexto de discussões abertas com um grande número de possíveis participantes, a primeira opção, onde é definido consensos dinâmicos entre pares, faz mais sentido [27].

### 2.2. CRP (*Consensus Reaching Process*)

Um processo de decisão em grupo pode ser resolvido apenas levantando e agregando opiniões dos participantes e, em seguida, selecionando diretamente a solução mais recorrente. Porém, a aprovação e consequente aplicação desta solução não pode estar assegurada pois não houve um consenso entre os especialistas [41]. O consenso nada mais é do que a discussão em si, um processo recorrente e interativo onde cada indivíduo usa argumentação para defender ou modificar seu ponto de vista. A maioria das soluções em consenso utiliza "rodadas" fixas de discussão e eventualmente até um moderador que estimula os participantes a modificar suas opiniões em direção a um centro de consenso que represente um compromisso com a solução [41,42].

Consenso pode ser definido como “um entendimento mutuo produzido com o consentimento de todos os membros em um grupo ou entre vários grupos” [42]. Em um primeiro momento, a ideia de consenso pode nos remeter ao conceito de unanimidade, e nos primeiros trabalhos de pesquisa na área era este o objetivo [48,49]. Atualmente há um entendimento geral de que um conceito mais flexível de consenso (soft consensus) representa melhor a realidade das discussões humanas [50]. A lógica difusa (*fuzzy logic*) é um caminho recorrente neste sentido [46].

O processo de decisão consiste, basicamente, em definir o problema e os critérios de agregação de opiniões, agregar tais opiniões com base nestes critérios e selecionar uma solução em seguida. A discussão que leva ao consenso viria em seguida, caso tal solução fosse, por alguma métrica, insuficiente. Ao analisar uma discussão que já aconteceu, onde não conhecemos o problema, nem mesmo os critérios de agregação, a principal dificuldade está em proceder as etapas de definição e agregação simultaneamente. Extrair a definição do problema a partir do processo é a questão central da análise de consenso. Soluções em SVM [11] e algoritmos genéticos [51] já apresentaram algum sucesso nesta tarefa.

A figura 1 faz um paralelo entre os modelos analítico e procedural. Perceba na imagem que o processo de consenso clássico é definido em quatro etapas [52]:

- i. Definição de preferências: Aqui a questão de consenso é definida com base nas preferências de cada especialista em função das alternativas.
- ii. Medida de consenso: O grau de similaridade dentre as preferências é calculado, tanto entre cada diferente par de preferências separadamente, quanto com base na distância ao centro do consenso [53].
- iii. Controle de consenso: A medida de consenso da fase anterior é comparada com um limiar de consenso teta ( $\mu$ ) pertencente à  $[0,1]$ . Caso este limiar seja excedido, o consenso foi atingido, caso contrário, segue-se para a próxima etapa.
- iv. Processo de consenso: Um método aplicado ao aprimoramento do consenso. Tal método pode seguir o modelo clássico onde um moderador provoca os participantes a mudarem suas opiniões rumo a um conceito rígido de consenso (reiniciando a discussão) [42,50]. Em alternativa, seguindo um modelo mais atual, o consenso pode ser ampliado sem moderador e obedecendo a um conceito de consenso mais flexível definido em uma escala de graus de magnitude [54,55,56].

Ao analisar uma discussão a posteriori, as preferências e o problema não são conhecidos. A fase de análise define tais elementos. As métricas da etapa seguinte são muito semelhantes às do modelo procedural.

No ambiente de discussões na web 2.0, sobretudo em um contexto inseguro, onde não há evidências do conhecimento de cada participante acerca do domínio da solução, uma alternativa

para se buscar um consenso mais confiável é correlacionar múltiplas discussões [4,57] e traçar um perfil de confiança ou reputação de cada integrante em função de um domínio.

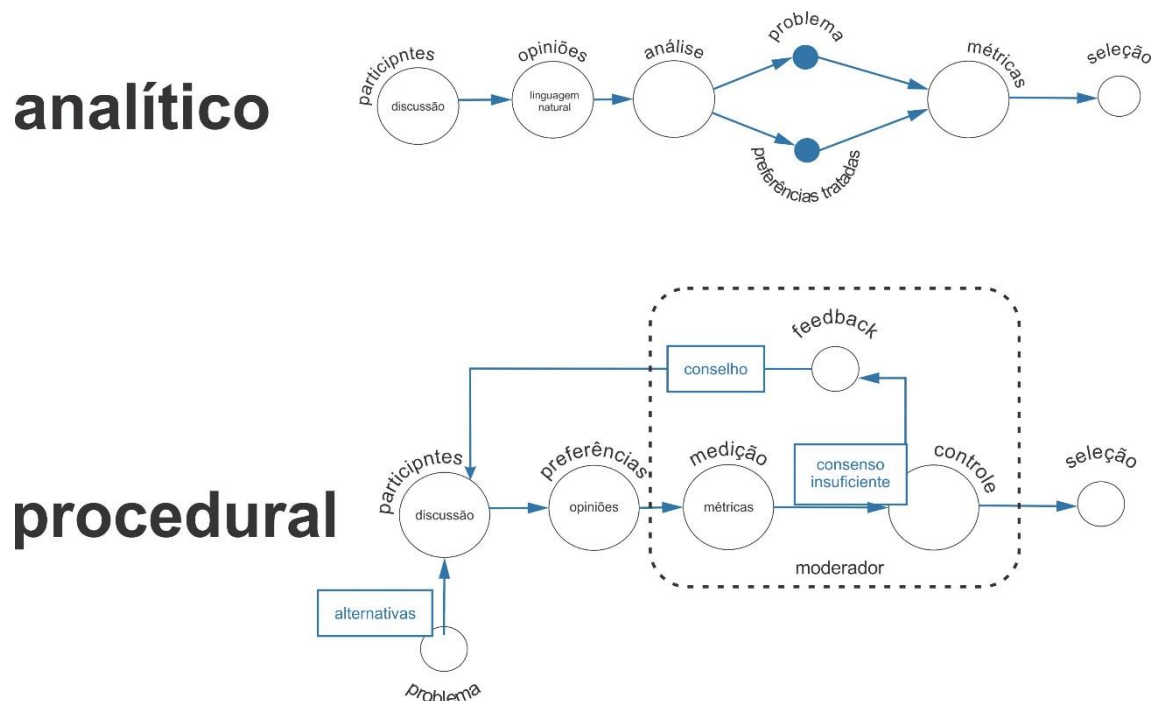


Figura 1: Diagrama comparativo: aqui estão posicionados lado a lado os processos analítico e procedural.

### 2.3. Discussões Estruturadas na Web 2.0

Mesmo levando em consideração as vantagens óbvias deste novo ambiente colaborativo, as comunidades web, sobretudo as discussões em ambiente aberto, reúnem certas características que devem ser levadas em consideração tanto ao buscar o consenso, quanto ao analisá-lo.

- i. **Escala:** Comunidades Web costumam ter números indeterminados de usuários [38]. Não é difícil encontrar comunidades com centenas de milhares de usuários. Podemos olhar para esta característica sob duas perspectivas. Se por um lado a participação e um grande número de especialistas pode levar a soluções mais robustas, por outro, a dificuldade de se encontrar consenso aumenta sensivelmente. No contexto da análise de consenso, não é diferente. Como veremos sem seguida, uma comunidade de discussão com poucos membros tende a ter um volume inconclusivo de opiniões em discussões, o que dificulta o consenso em níveis aceitáveis [58]. Já um grande número de usuários tem mais chance de apresentar usuários com comportamento negativo (avesso ao consenso), o que pode levar a discussões cíclicas [59,60].
- ii. **Intermitência:** A liberdade de participação tende a gerar um nível de comprometimento bastante diverso entre os membros. Abandonar a comunidade, cessar temporariamente a participação ou até ingressar novamente, são atividades frequentes e que podem ocorrer mesmo durante uma discussão. Em uma comunidade de discussão com poucos membros estes fatores podem dificultar bastante o consenso. Este problema é atacado em [51,58] introduzindo o conceito de eventos de consenso. Assim é possível utilizar resoluções de outras discussões em novas discussões pouco conclusivas.

- iii. **Heterogeneidade:** Em um ambiente de discussão livre, a diversidade de experiência e conhecimento acerca de um domínio é uma característica esperada. A quantificação desta propriedade pode ser feita através de métricas de confiança ou reputação [61-63].
- iv. **Confiança:** O comportamento malicioso é algo comum em grandes volumes de indivíduos, sobretudo por trás do anonimato. Em discussões abertas a rivalidade entre os membros ou até a intenção deliberada de sabotar o consenso por meio de argumentação podem ser identificados ou contornados. Já existe literatura a este respeito [39,60,64].

## 2.4. Análise de Consenso

Em relações entre humanos, como já foi mencionado, o consenso absoluto frequentemente é inviável. Cientes disto, devemos tratar a análise de consenso como uma análise de grau de consenso ou uma análise de índices de opinião comparada entre pares.

A análise automática de opinião é um campo já com certo apoio da literatura [47,89], ainda que muito ligada a pesquisas de mercado e opinião popular. A análise automática de opinião em discussões ainda carece de pesquisa [11]. Independentemente de suas aplicações, vamos fazer uma análise em paralelo entre abordagens de consenso para CRP e análise de opinião (MCS), afim de definir as principais diferenças entre os conceitos de consenso nestas duas áreas.

### i. Consenso em CRP:

Aqui temos um conceito de consenso mais próximo do que precisamos, mas uma abordagem do processo mais distante. Nesta revisão demos mais ênfase a esta abordagem por se tratar de um ramo de pesquisa bem mais antigo [48,13] e, muito por isto, mais maduro e diverso.

A principal desvantagem desta perspectiva, para este trabalho, é seguir o caminho rumo ao consenso (a priori) e, por isto, contar com o controle de todo o processo. Tal processo, até chegar a um grau de consenso aceitável, via de regra, considera certas configurações [49] no que diz respeito aos participantes, suas opções e até modelos de comunicação fixos [48]. Porém, já há literatura onde estas configurações são bem mais flexíveis, envolvendo linguagem natural [2,6,7,9,14,21,29,46,65,73-82] e adaptabilidade [2,4,18,29,34,36,51,58,61-63,81,82,84,88] em cada etapa de colaboração e decisão.

### ii. Consenso em Análise de Opinião (MCS):

MCS (*Maximum Consensus Sequences*) foi um conceito apresentado em 2009 por Yen-LiangChen e Li-ChenCheng [13]. Trata-se uma tecnologia para mineração de opinião voltada principalmente ao comércio eletrônico. Muito em função desta vocação, a saída em sistemas de MCS segue uma estrutura bastante fixa. Aqui a decisão consiste sempre em ordenar por preferência um conjunto de ações de natureza muito semelhante em função do perfil do usuário, tais como intenções de compra de diferentes produtos de uma lista [11-13]. O consenso aqui não lida com contribuições de conhecimento no domínio por parte dos participantes, não há compartilhamento de conhecimento entre eles.

A tabela 1 apresenta um quadro comparativo entre os dois conceitos. Perceba que os dois modelos são semelhantes em finalidade, ambos esperam tomar alguma medida em função do resultado do processo. MCS, por ocorrer após a discussão, se aproxima mais do nosso objetivo.

Contudo, em função da falta de amparo na literatura de MCS, buscamos em CRP as ferramentas que melhor se ajustam ao nosso modelo (similar à MCS).

	Início	Natureza	Finalidade	Maturidade Literária
CRP	Anterior ao consenso	Procedural	Tomada de decisão	Ampla
MCS	Posterior ao consenso	Analítica	Mineração de opinião	Restrita
Análise de Consenso	Posterior ao consenso	Analítica	Tomada de decisão	Restrita

Tabela 1: Quadro de comparação entre CRP, MCS e nossa abordagem.

### 3. Metodologia

Consenso em sistemas de decisão é uma área relativamente madura, apresentando os mais importantes progressos, geralmente, a medida que novas perspectivas computacionais emergem de diferentes áreas como Análise Linguística [2,6,7,9,14,21,29,46,65,73-82], Recuperação da Informação [11-13,44], Opinião Dinâmica [40] e até de áreas aparentemente pouco relacionadas como *Could Computing* [65].

Diante de tantos trabalhos, reunir um apanhado significativo no tema não é uma tarefa simples. Para atacar este problema foi utilizado duas estratégias. A primeira fez uso do *indice-h*, um modelo relativamente recente de indexação de pesquisados com base em citações [66], e do Google Scholar<sup>1</sup> para compor uma lista dos pesquisadores responsáveis pelos avanços mais representativos. O processo partiu da palavras-chave mais óbvias como "*Consensus*", "*Decision Making Support*", "*CRP*", "*Consensus Reaching Process*", "*GDM*" e "*Group Decision Making*", percorreu os resultados do motor de busca, elencando pesquisadores-chave e novas palavras-chave como "*Case-based Reasoning*", "*Computer Supported Collaborative Learning*", "*Computing with Words*", "*Fuzzy Decision Making*", "*Fuzzy Logic*", "*Fuzzy Sets*", "*Goal Reasoning*", "*Information Fusion*", "*Machine Learning*", "*Medical Problem Solving*", "*Multiple Criteria Decision Making*", "*Natural Language Processing*", "*Opinion Dynamics*", "*Opinion Automatic Detection*", "*Perceptual Computing*", "*Soft Computing*", "*Type-2 Fuzzy Sets and Systems*" e "*User Modeling*", afim de usá-las para filtrar e ampliar a lista de pesquisadores.

Com os principais pesquisados identificados, partimos para identificar os principais veículos de publicação com base em quão recorrentes são publicações de tais pesquisadores nestes veículos. A busca por novos artigos seguiu as últimas edições de jornais, conferências e revistas científicas da lista em função das palavras-chaves (filtros) já elencados. No decorrer deste processo chegamos a quatro outras revisões [52,67-69] bastante relevantes que fizeram levantamentos na área de consenso, com abordagens diferentes, mas ainda sim muito úteis aqui. Esta estratégia de busca seguiu das edições mais recentes às mais antigas até o ano de publicação da mais antiga das quatro revisões elencadas.

<sup>1</sup> <https://scholar.google.com.br/>

A segunda estratégia de pesquisa segue uma direção mais convencional, realizando buscas com filtros em quatro significativas bases de dados em computação: ACM<sup>2</sup>, Xpress IEEE<sup>3</sup>, Scopus<sup>4</sup> e Scient Direct<sup>5</sup> (indexador). Os filtros utilizados foram selecionados a partir daqueles que obtiveram melhores resultados na estratégia anterior:

$$\left( \left( \left( \langle \text{goal reasoning} \rangle \vee \langle \text{information\_retrieval} \rangle \vee \langle \text{case – based reasoning} \rangle \right) \wedge \langle \text{consensus} \rangle \right) \vee \left( \left( \langle \text{decision making} \rangle \vee \langle \text{decision make systems} \rangle \vee \langle \text{decision making} \rangle \vee \langle \text{desicion suport systems} \rangle \vee \langle \text{multiple criteria decision making} \rangle \vee \langle \text{fuzzy decision making} \rangle \vee \langle \text{group decision making} \rangle \right) \wedge \langle \text{consensus} \rangle \right) \vee \left( \left( \langle \text{type – 2 fuzzy sets and systems} \rangle \vee \langle \text{fuzzy sets} \rangle \vee \langle \text{fuzzy decision making} \rangle \vee \langle \text{computing with words} \rangle \right) \wedge \langle \text{consensus} \rangle \right) \right)$$

Realizadas as duas estratégias, restaram aproximadamente 400 artigos. Para analisar todo este material apliquei a estratégia de leitura científica descrita em [70-72]. Daí foram utilizados aproximadamente 90 documentos, embora nem todos incluídos aqui. É importante frisar que a primeira estratégia de busca não é automática, além de que alguns artigos foram identificados aleatoriamente (sem um método definido) durante o processo ou por meio de referências em outras revisões. Portanto, esta revisão não pode ser reproduzida fielmente e não deve ser tomada como um apanhado definitivo deste tema.

#### 4. Perspectivas Atuais

Para que possamos mapear o problema de analisar consenso em discussões estruturadas, devemos primeiro identificar o que já foi explorado em consenso de um modo geral. A partir daqui elencamos e descrevemos cada uma das necessidades do processo de análise e possibilidades que encontram respaldo na literatura geral de consenso. Em seguida estabeleceremos um panorama comparativo (um grafo ponderado) identificando o que se adequaria melhor aonde.

Com base no conteúdo reunido em revisões como [52,67-69], além da nossa própria, identificamos cinco das principais propriedades necessárias à análise de consenso.

##### i. Preferências Linguísticas:

Em uma situação onde estamos minerando um processo de consenso passado, o mais provável é que tenhamos que tratar com preferências expressas em linguagem natural, com níveis de ruído variando geralmente em função do grau de conhecimento dos participantes acerca do domínio. Abordagens deste problema no âmbito do consenso podem ser encontradas em [2,6,7,9,14,21,29,46,65,73-82] e incluem soluções envolvendo SVM [11], Fuzzy Sets [2,6,7,9,14,21,46,73,74,76-78,82], Clustering [65] e Redes Neurais[83]. A maior parte dos avanços atualmente envolvem Fuzzy Sets. Porém, no âmbito da análise ou mineração de

<sup>2</sup> <https://dl.acm.org/>

<sup>3</sup> <http://ieeexplore.ieee.org/>

<sup>4</sup> <https://www.scopus.com/>

<sup>5</sup> <https://www.sciencedirect.com/>



consenso, abordagens que envolvem modelos de aprendizagem mais automáticos como SVM, Clustering e Redes Neurais, são mais recorrentes, tal como em áreas afins como Mineração de dados[12,51], Sistemas de Recomendação[11-13,51] e Recuperação da informação [13], através das quais o problema de análise a posteriori de consenso pode ser atacado.

ii. Configuração adaptável:

Uma discussão estruturada na Web 2.0 pode assumir um leque amplo de configurações, sobretudo no tocante a heterogeneidade e frequência de opinião de usuários. Fóruns de discussão, sistemas de *Question & Answer* (Yahoo respostas<sup>6</sup>, por exemplo), discussões em redes sociais e modelos de comentários em blogs tendem a atrair um grande número de colaboradores, sobretudo no caso de o acesso ser livre. Contudo, problemas relacionados a frequência de colaboração intermitente, heterogeneidade dos participantes ou imprecisão tanto das alternativas quanto das opiniões trazem a necessidade de um modelo adaptável [51,58,84].

A frequência de colaboração por usuário em discussões livres tende a ser baixa [58], principalmente em espaços especializados. Neste cenário um grupo de participantes em uma discussão pode variar bastante entre seu início e sua estabilização. Frequências de colaboração muito variáveis e até insuficientes já foram abordadas por meio de cadeias de Markov [2] e particionamento (*clustering*) [84]. Em [36] é abordado o problema da frequência olhando para o consenso como um processo em etapas e comparando participantes em pares a cada etapa até atingirem um nível de consenso geral aceitável.

Além da frequência intermitente, a heterogeneidade de colaboração em espaços públicos traz grande variedade no nível de conhecimento dos participantes, podendo incluir especialistas e aprendizes no mesmo patamar. Modelos de confiança [61], reputação [62,63] e particionamento [84] podem ser úteis para atacar tal problema.

Imprecisão, tanto nos critérios de consenso, quanto na expressão das opiniões ou alternativas, pode encontrar solução na lógica difusa (*fuzzy logic*) [4,18,29,51,81,82,88,34].

iii. Sequência temporal:

Frameworks comprometidos com associações temporais devem, em alguma etapa do processo, olhar para o problema do consenso sob uma ótica mais analítica e menos procedural. A sequência de consenso, no âmbito da mineração de dados e recuperação da informação por meio de MCS, é uma questão analítica que requer um modelo temporal bem definido. Uma discussão em um fórum pode perdurar por meses ou anos, e enquadrar cada opinião no seu tempo devido é essencial para uma estimativa correta de consenso [35]. Nesta direção, trabalhos em SVM [11] e Algoritmos Genéticos [51] tem tido resultados.

iv. Escala (particionamento e perfilhamento):

Chen and Liu [15] classifica problemas em GDM com mais de 20 participantes como LGDM (Large GDM). Ao gerenciar LGDM, problemas ligados a discordâncias entre grupos de participantes são bem mais frequentes. Por esta razão, a aplicação de algum modelo de CRP é ainda mais importante [26]. Modelos de CRP especificamente desenvolvidos para lidar com consenso em larga escala tem sido reportados [26-28]. Uma abordagem aplicando algoritmos de particionamento (*clustering*) para sintetizar o grupo a participantes relevantes, utilizando os

---

<sup>6</sup> <https://br.answers.yahoo.com>

demais apenas para calibrar um sistema de reputação com base em outras contribuições dentro do domínio, é apresentada em [37].

v. Confiança:

A dificuldade em estabelecer relações de confiança em ambientes virtuais abertos requer mecanismos de controle que evitem que usuários maliciosos tirem proveito dos demais. Em [39] este problema é atacado através de um *framework* baseado em um mecanismo auto gerenciado que classifica os participantes por meio de um algoritmo de particionamento (*clustering*) e matrizes de avaliação pareada multi critério. Algo similar também é reportado em [39,59,60,85], além de [64] trazer a mesma questão com foco em escala.

Com base nas possibilidades levantadas da literatura e descritas acima, podemos compor um diagrama em forma de grafo bipartido ponderado, onde cada nó à esquerda é uma característica desafiadora, seja da análise de consenso, seja de discussões em ambiente Web 2.0, e à direita temos possíveis abordagens retiradas da literatura para tal. As arestas conectam cada desafio ligado à análise de consenso à uma abordagem presente na literatura. Os pesos das arestas são dados pelo número de artigos que apresentam algum avanço para aquele problema usando aquela abordagem. Vide figura 2.

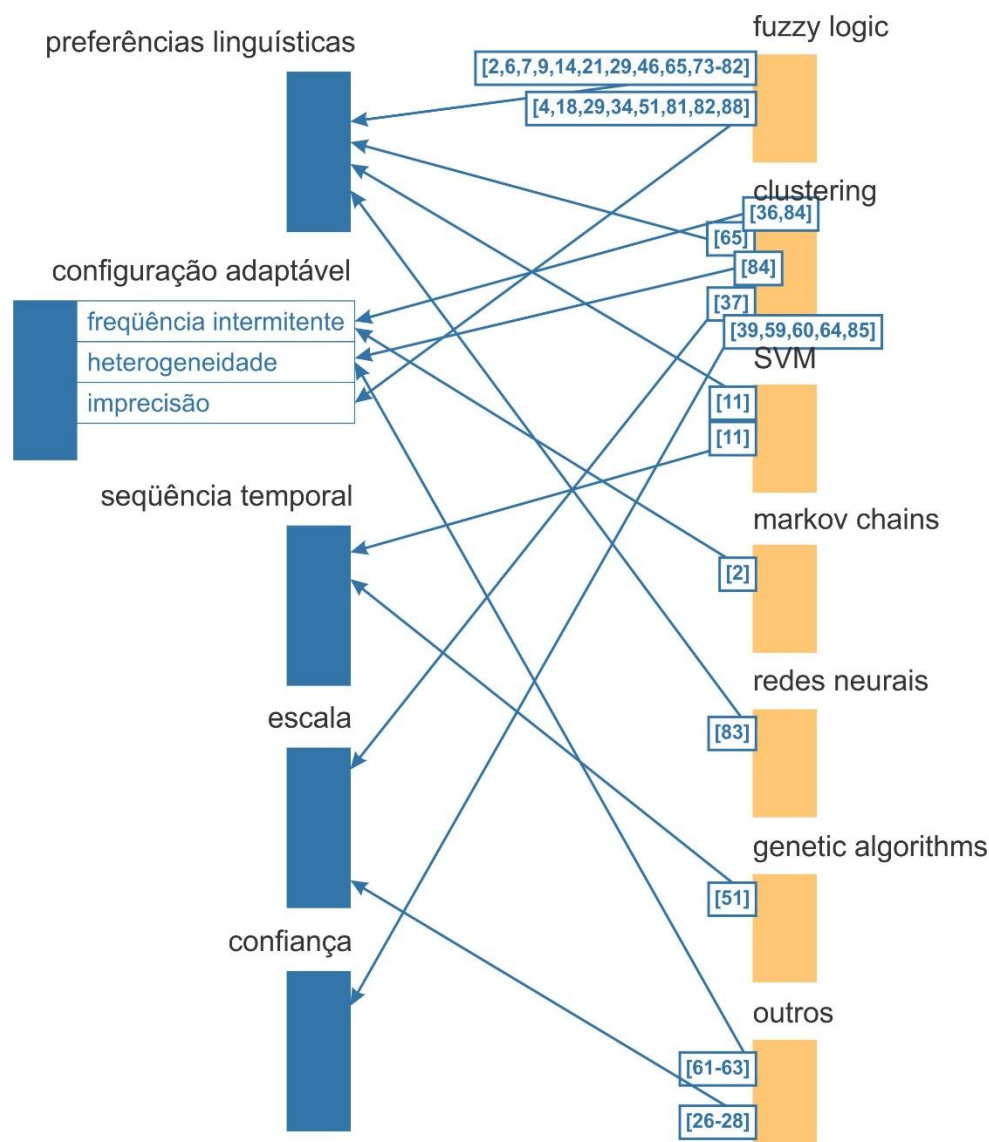


Figura 2: Grafo ponderado apontando os desafios para análise de consenso mais atacados por modelos de suporte, aquisição ou mineração de consenso.

## 5. Conclusão:

Esta revisão partiu da vasta literatura disponível para CRP em GDM em direção à análise de consenso a posteriori, ainda pouco explorada. Podemos resumir este trabalho com base no modelo GQM (Goal, Question, Metric) da seguinte forma: **Analisar** as técnicas estado-da-arte em obtenção, suporte e mineração de consenso **com a intenção de** integrá-las **a respeito** de seu potencial analítico visando a recuperação do estado do consenso a posteriori, **do ponto de vista** dos alunos, profissionais, professores ou consumidores **no contexto** de discussões estruturadas em Web 2.0.

Esta revisão ponderou os principais trabalhos a respeito de consenso em sistemas de decisão com o intuito de estabelecer um repertório útil ao objetivo de atacar a análise de grau de consenso a posteriori em discussões estruturadas. Tal abordagem abre importantes portas no contexto da educação massiva e colaborativa, recuperação da informação, sistemas de recomendação voltados à educação, etc. Com base no que foi explorado na literatura, ainda não

é possível fazer afirmações a respeito de diretrizes a serem tomadas, mas já é possível visualizar possíveis caminhos.

## 6. Referências:

- [1] Dong, Q., & Cooper, O. (2016). A peer-to-peer dynamic adaptive consensus reaching model for the group AHP decision making. *European Journal of Operational Research*, 250(2), 521-530.
- [2] Mata, F., Martínez, L., & Herrera-Viedma, E. (2009). An adaptive consensus support model for group decision-making problems in a multigranular fuzzy linguistic context. *IEEE Transactions on fuzzy Systems*, 17(2), 279-290.
- [3] Xu, R., & Zhai, X. (2009, August). Fuzzy opinion aggregation in group decision making environment. In *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2009. FSKD'09. Sixth International Conference on* (Vol. 4, pp. 301-304). IEEE.
- [4] Gupta, M. (2017). Consensus building process in group decision making-an adaptive procedure based on group dynamics. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*.
- [5] Meng, F. Y., An, Q. X., Tan, C. Q., & Chen, X. H. (2017). An approach for group decision making with interval fuzzy preference relations based on additive consistency and consensus analysis. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 47(8), 2069-2082.
- [6] Herrera, F., Herrera-Viedma, E., & Verdegay, J. L. (1997). A rational consensus model in group decision making using linguistic assessments. *Fuzzy sets and systems*, 88(1), 31-49.
- [7] Garcí, J. T., Del Moral, M. J., Martínez, M. A., & Herrera-Viedma, E. (2012). A consensus model for group decision making problems with linguistic interval fuzzy preference relations. *Expert Systems with Applications*, 39(11), 10022-10030.
- [8] Herrera, F., & Herrera-Viedma, E. (1996). A model of consensus in group decision making under linguistic assessments. *Fuzzy sets and Systems*, 78(1), 73-87.
- [9] Rodríguez, R. M., Labella, A., & Martínez, L. (2016). An overview on fuzzy modelling of complex linguistic preferences in decision making. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 9(sup1), 81-94.
- [10] Xu, Y., Sun, H., & Wang, H. (2016). Optimal consensus models for group decision making under linguistic preference relations. *International Transactions in Operational Research*, 23(6), 1201-1228.
- [11] Guo, W., & Lin, H. (2008, July). Automatic Opinion Analysis Based on SVM and Distance-Weighted Computing. In *Advanced Language Processing and Web Information Technology, 2008. ALPIT'08. International Conference on* (pp. 93-98). IEEE.
- [12] Cheng, L. C., & Lai, M. T. (2011, July). Mining the change of consensus from group ranking decisions. In *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2011 Eighth International Conference on* (Vol. 3, pp. 1459-1463). IEEE.
- [13] Chen, Y. L., & Cheng, L. C. (2009). Mining maximum consensus sequences from group ranking data. *European Journal of Operational Research*, 198(1), 241-251.
- [14] Cabrerizo, F. J., Alonso, S., & Herrera-Viedma, E. (2009). A consensus model for group decision making problems with unbalanced fuzzy linguistic information. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 8(01), 109-131.

- [15] Cabrerizo, F. J., Moreno, J. M., Pérez, I. J., & Herrera-Viedma, E. (2010). Analyzing consensus approaches in fuzzy group decision making: advantages and drawbacks. *Soft Computing*, 14(5), 451-463.
- [16] Alonso, S., Pérez, I. J., Cabrerizo, F. J., & Herrera-Viedma, E. (2013). A linguistic consensus model for Web 2.0 communities. *Applied Soft Computing*, 13(1), 149-157.
- [17] Bernardes, P., Ekel, P., & Parreiras, R. (2009). A new consensus scheme for multicriteria group decision making under linguistic assessments. *Mathematics and mathematical logic: New research*. Nova Science Publishers (pp. 67–86).
- [18] Kacprzyk, J., & Fedrizzi, M. (1988). A 'soft' measure of consensus in the setting of partial (fuzzy) preferences. *European Journal of Operational Research*, 34(3), 316-325.
- [19] Parreiras, R. O., Ekel, P. Y., Martini, J. S. C., & Palhares, R. M. (2010). A flexible consensus scheme for multicriteria group decision making under linguistic assessments. *Information Sciences*, 180(7), 1075-1089.
- [20] Zadrozny, S., & Kacprzyk, J. (2003). An internet-based group decision and consensus reaching support system. In *Applied decision support with soft computing* (pp. 263-276). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [21] Mata, F., Martínez, L., & Herrera-Viedma, E. (2009). An adaptive consensus support model for group decision-making problems in a multigranular fuzzy linguistic context. *IEEE Transactions on fuzzy Systems*, 17(2), 279-290.
- [22] Xu, Z. (2009). An automatic approach to reaching consensus in multiple attribute group decision making. *Computers & Industrial Engineering*, 56(4), 1369-1374.
- [23] Palomares, I., Rodríguez, R. M., & Martínez, L. (2013). An attitude-driven web consensus support system for heterogeneous group decision making. *Expert Systems with Applications*, 40(1), 139-149.
- [24] Alonso, S., Herrera-Viedma, E., Chiclana, F., & Herrera, F. (2010). A web based consensus support system for group decision making problems and incomplete preferences. *Information Sciences*, 180(23), 4477-4495.
- [25] Pérez, I. J., Cabrerizo, F. J., & Herrera-Viedma, E. (2010). A mobile decision support system for dynamic group decision-making problems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 40(6), 1244-1256.
- [26] O'reilly, T. (2007). What is web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. *Communications & Strategies*, Yves Gassot, 1:17.
- [27] Wu, Z., Jin, B., & Xu, J. (2017). Local feedback strategy for consensus building with probability-hesitant fuzzy preference relations. *Applied Soft Computing*.
- [28] Dong, Q., & Cooper, O. (2016). A peer-to-peer dynamic adaptive consensus reaching model for the group AHP decision making. *European Journal of Operational Research*, 250(2), 521-530.
- [29] Pang, J., Liang, J., & Song, P. (2017). An adaptive consensus method for multi-attribute group decision making under uncertain linguistic environment. *Applied Soft Computing*, 58, 339-353.
- [30] Tanino, T. (1984). Fuzzy preference orderings in group decision making. *Fuzzy sets and systems*, 12(2), 117-131.

- [31] Herrera-Viedma, E., Herrera, F., & Chiclana, F. (2002). A consensus model for multiperson decision making with different preference structures. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 32(3), 394-402.
- [32] Orlovsky, S. A. (1978). Decision-making with a fuzzy preference relation. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(3), 155-167.
- [33] Chiclana, F., GarcíA, J. T., del Moral, M. J., & Herrera-Viedma, E. (2013). A statistical comparative study of different similarity measures of consensus in group decision making. *Information Sciences*, 221, 110-123.
- [34] Liu, F., & Zhang, W. G. (2014). TOPSIS-based consensus model for group decision-making with incomplete interval fuzzy preference relations. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 44(8), 1283-1294.
- [35] Ze-shui, X. (2007, August). Dynamic linguistic preference relations and their use in multi-period decision making. In *Management Science and Engineering, 2007. ICMSE 2007. International Conference on* (pp. 345-350). IEEE.
- [36] Saaty, T. L. (2007). Time dependent decision-making; dynamic priorities in the AHP/ANP: Generalizing from points to functions and from real to complex variables. *Mathematical and Computer Modelling*, 46(7-8), 860-891.
- [37] Alonso, S., Pérez, I. J., Cabrerizo, F. J., & Herrera-Viedma, E. (2013). A linguistic consensus model for Web 2.0 communities. *Applied Soft Computing*, 13(1), 149-157.
- [38] Baym, N. K. (1998). The emergence of on-line community. *cybersociety*, 2(0), 35-68.
- [39] Sakumoto, Y., & Aida, M. (2017, May). A decision-making model with relaxed dissensus condition toward consensus building via social media. In *Communications (ICC), 2017 IEEE International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- [40] Dong, Y., Zhan, M., Kou, G., Ding, Z., & Liang, H. (2018). A survey on the fusion process in opinion dynamics. *Information Fusion*, 43, 57-65.
- [41] Butler, C. L., & Rothstein, A. (2007). *On conflict and consensus: A handbook on formal consensus decisionmaking*. Creative Commons.
- [42] Saint, S., & Lawson, J. R. (1994). *Rules for reaching consensus: a modern approach to decision making*. Pfeiffer.
- [43] Ureña, R., Cabrerizo, F. J., Morente-Molinera, J. A., & Herrera-Viedma, E. (2016). GDM-R: A new framework in R to support fuzzy group decision making processes. *Information Sciences*, 357, 161-181.
- [44] Li, S. T., & Ho, H. F. (2007, November). Fuzzy Rating Framework for Knowledge Management. In *Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2007. IIHMSP 2007. Third International Conference on* (Vol. 2, pp. 601-604). IEEE.
- [45] Lu, J., Zhang, G., Ruan, D., & Wu, F. (2007). Multi-Objective Group Decision Making: Methods, Software and Applications with Fuzzy Set Techniques.
- [46] Kacprzyk, J. (1986). Group decision making with a fuzzy linguistic majority. *Fuzzy sets and systems*, 18(2), 105-118.
- [47] Liu, B., & Zhang, L. (2012). A survey of opinion mining and sentiment analysis. In *Mining text data* (pp. 415-463). Springer US.

- [48] Bezdek, J. C., Spillman, B., & Spillman, R. (1978). A fuzzy relation space for group decision theory. *Fuzzy Sets and systems*, 1(4), 255-268.
- [49] Spillman, B., Spillman, R., & Bezdek, J. (1980). A fuzzy analysis of consensus in small groups. In *Fuzzy Sets* (pp. 291-308). Springer, Boston, MA.
- [50] Martínez, L., & Montero, J. (2007). Challenges for improving consensus reaching process in collective decisions. *New Mathematics and Natural Computation*, 3(02), 203-217.
- [51] Yu, X., Xiong, N., & Zhang, W. (2010, December). Research on Mining Rules from Multi-criterion Group Decision Making Based on Genetic Algorithms. In *Computational Science and Engineering (CSE), 2010 IEEE 13th International Conference on* (pp. 302-307). IEEE.
- [52] Labella, Á., Liu, Y., Rodríguez, R. M., & Martínez, L. (2017). Analyzing the performance of classical consensus models in large scale group decision making: a comparative study. *Applied Soft Computing*.
- [53] Palomares, I., Estrella, F. J., Martínez, L., & Herrera, F. (2014). Consensus under a fuzzy context: Taxonomy, analysis framework AFRYCA and experimental case of study. *Information Fusion*, 20, 252-271.
- [54] Ben-Arieh, D., & Chen, Z. (2006). Linguistic-labels aggregation and consensus measure for autocratic decision making using group recommendations. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 36(3), 558-568.
- [55] Zhang, G., Dong, Y., Xu, Y., & Li, H. (2011). Minimum-cost consensus models under aggregation operators. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 41(6), 1253-1261.
- [56] Wu, Z., & Xu, J. (2012). A consistency and consensus based decision support model for group decision making with multiplicative preference relations. *Decision Support Systems*, 52(3), 757-767.
- [57] Wang, W., Chen, P., & Liu, B. (2008, November). A self-adaptive explicit semantic analysis method for computing semantic relatedness using wikipedia. In *Future Information Technology and Management Engineering, 2008. FITME'08. International Seminar on* (pp. 3-6). IEEE.
- [58] Cai, M. Y., Lin, Y., & Zhang, W. J. (2016, November). Expert opinions aggregation for discrete events. In *Proceedings of the 18th International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services* (pp. 190-192). ACM.
- [59] Palomares, I., Quesada, F. J., & Martínez, L. (2014, July). An approach based on computing with words to manage experts behavior in consensus reaching processes with large groups. In *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2014 IEEE International Conference on* (pp. 476-483). IEEE.
- [60] Dong, Y., Zhao, S., Zhang, H., Chiclana, F., & Herrera-Viedma, E. (2018). A self-management mechanism for non-cooperative behaviors in large-scale group consensus reaching processes. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*.
- [61] Jin, L., Mesiar, R., & Qian, G. (2017). Weighting Models to Generate weights and capacities in Multi-Criteria Group Decision Making. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*.
- [62] Pérez, I. J., Cabrerizo, F. J., Alonso, S., & Herrera-Viedma, E. (2014). A new consensus model for group decision making problems with non-homogeneous experts. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 44(4), 494-498.

- [63] D'Aniello, G., Gaeta, M., Tomasiello, S., & Rarità, L. (2016, July). A fuzzy consensus approach for group decision making with variable importance of experts. In *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2016 IEEE International Conference on* (pp. 1693-1700). IEEE.
- [64] Palomares, I., Martinez, L., & Herrera, F. (2014). A consensus model to detect and manage noncooperative behaviors in large-scale group decision making. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(3), 516-530.
- [65] Wang, P., Xu, X., Cai, C., & Huang, S. (2018). A linguistic large group decision making method based on the cloud model. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*.
- [66] Bornmann, L., & Daniel, H. D. (2005). Does the h-index for ranking of scientists really work?. *Scientometrics*, 65(3), 391-392.
- [67] Alonso, S., Pérez, I. J., Herrera-Viedma, E., & Cabrerizo, F. J. (2009, November). Consensus with linguistic preferences in web 2.0 communities. In *Intelligent Systems Design and Applications, 2009. ISDA'09. Ninth International Conference on* (pp. 809-814). IEEE.
- [68] Cabrerizo, F. J., Chiclana, F., Urena, M. R., & Herrera-Viedma, E. (2013, June). Challenges and open questions in soft consensus models. In *IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting (IFSA/NAFIPS), 2013 Joint* (pp. 944-949). IEEE.
- [69] Cabrerizo, F. J., Chiclana, F., Al-Hmouz, R., Morfeq, A., Balamash, A. S., & Herrera-Viedma, E. (2015). Fuzzy decision making and consensus: challenges. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 29(3), 1109-1118.
- [70] Fong, P. W. (2009). Reading a computer science research paper. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(2), 138-140.
- [71] Keshav, S. (2007). How to read a paper. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 37(3), 83-84.
- [72] Hanson, M. J., & McNamee, D. J. (1989). Efficient Reading of Papers in Science and Technology.
- [73] Rodríguez, R. M., & Martínez, L. (2015, November). A consensus model for group decision making with hesitant fuzzy linguistic information. In *Intelligent Systems and Knowledge Engineering (ISKE), 2015 10th International Conference on* (pp. 540-545). IEEE.
- [74] Wu, Z. (2015, August). A consensus process for hesitant fuzzy linguistic preference relations. In *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2015 IEEE International Conference on* (pp. 1-7). IEEE.
- [75] Bordogna, G., Fedrizzi, M., & Pasi, G. (1997). A linguistic modeling of consensus in group decision making based on OWA operators. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 27(1), 126-133.
- [76] Chen, S. M., & Lee, L. W. (2010, October). A new method for fuzzy group decision-making based on similarity measures between interval linguistic terms. In *Systems Man and Cybernetics (SMC), 2010 IEEE International Conference on* (pp. 60-65). IEEE.
- [77] Montserrat-Adell, J., Agell, N., Sánchez, M., & Ruiz, F. J. (2017, July). A consensus degree for hesitant fuzzy linguistic decision making. In *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2017 IEEE International Conference on* (pp. 1-5). IEEE.
- [78] Wei, C., Hou, C., & Gong, Z. (2017, July). A consensus approach for hesitant fuzzy linguistic decision information. In *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2017 IEEE International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.



- [79] Palomares, I., Sellak, H., Ouhbi, B., & Frikh, B. (2017, November). Adaptive semi-supervised consensus model for multi-criteria large group decision making in a linguistic setting. In *Intelligent Systems and Knowledge Engineering (ISKE), 2017 12th International Conference on* (pp. 1-9). IEEE.
- [80] Chen, S., & Wei, Z. (2010, August). A rational consensus model in group decision making based on linguistic assessment information. In *Management and Service Science (MASS), 2010 International Conference on* (pp. 1-5). IEEE.
- [81] Zhao, M., Ma, X. Y., & Wei, D. W. (2017). A method considering and adjusting individual consistency and group consensus for group decision making with incomplete linguistic preference relations. *Applied Soft Computing*, 54, 322-346.
- [82] Zhang, S., Zhu, J., Liu, X., Chen, Y., & Ma, Z. (2017). Adaptive consensus model with multiplicative linguistic preferences based on fuzzy information granulation. *Applied Soft Computing*, 60, 30-47.
- [83] Loni, B., Khoshnevis, S. H., & Wiggers, P. (2011, December). Latent semantic analysis for question classification with neural networks. In *Automatic Speech Recognition and Understanding (ASRU), 2011 IEEE Workshop on* (pp. 437-442). IEEE.
- [84] Kamis, N. H., Chiclana, F., & Levesley, J. (2017). Preference similarity network structural equivalence clustering based consensus group decision making model. *Applied Soft Computing*.
- [85] Tan, X., Gong, Z., Chiclana, F., & Zhang, N. (2017). Consensus modeling with cost chance constraint under uncertainty opinions. *Applied Soft Computing*.
- [86] Roselló, L., Sánchez, M., Prats, F., & Agell, N. (2010, November). Using qualitative reasoning to measure discrepancy and consensus in group decision. In *Intelligent Systems Design and Applications (ISDA), 2010 10th International Conference on* (pp. 477-482). IEEE.
- [87] Herrera-Viedma, E., Alonso, S., Chiclana, F., & Herrera, F. (2007). A consensus model for group decision making with incomplete fuzzy preference relations. *IEEE Transactions on fuzzy Systems*, 15(5), 863-877.
- [88] Li, X., Zhang, H., Mao, R., & Wang, X. (2013, November). A Consensus Reaching Model for Collaborative Decision Making in Web 2.0 Communities. In *Business Intelligence and Financial Engineering (BIFE), 2013 Sixth International Conference on* (pp. 53-56). IEEE.
- [89] Pang, B., & Lee, L. (2008). Opinion mining and sentiment analysis. *Foundations and Trends® in Information Retrieval*, 2(1-2), 1-135.