

T-SWEETS: an alternative to the Stimulus Collaboration from trust Inference in Social Networks

Edeilson Milhomem Silva, Diego Oliveira Rodrigues, Jackson Gomes de Souza, Centro Universitário Luterano de Palmas, Dep. de Computação, Palmas, Brasil
 milhome@ceulp.edu.br, diegopso2@gmail.com, diegopso2@gmail.com

Abstract— This paper presents a novel method to infer trustiness in social networks entitled T-SWEETS. It is also presents its application at Konnen, a knowledge management platform on social networks based. The features explored in T-SWEETS come from research done on related works from the literature and from an experiment development with a group of 34 people. T-SWEETS have been main purpose to act as an incentive to collaboration in social networks and, therefore, naturally increase the frequency of knowledge dissemination among the users. Thus, it provides background to others automated systems (e.g. recommender systems) and, therefore, the knowledge produced by these users can be explored more efficiently.

Keywords-social networks, trust, algorithm, colaboration

Resumo— Este trabalho apresenta o algoritmo T-SWEETS, um novo método para inferência de confiança em redes sociais, e a sua implantação em uma plataforma de gestão de conhecimento baseada em redes sociais web intitulada Konnen. As características exploradas no T-SWEETS advêm de pesquisas realizadas em trabalhos relacionados na literatura e na realização de um experimento com um grupo de 34 pessoas. T-SWEETS tem como principal propósito atuar como um estímulo à colaboração em plataformas sociais e assim, naturalmente, fazer com que os usuários proliferem seus conhecimentos com maior frequência – desta forma, oferecendo subsídios a outros mecanismos automatizados, como sistemas de recomendação, que possam explorar com maior eficiência os conhecimentos destes usuários.

Palavras-Chave: Redes Sociais, Confiança, algoritmo, colaboração

I. INTRODUÇÃO

Confiança é um fenômeno comum que está presente na sociedade desde que ela existe [1]. Este fenômeno oferece subsídios para apoiar constantemente a sociedade nas tomadas de decisões, que vão desde as mais triviais, como atender à recomendação de um amigo a respeito de um livro de ficção, até as mais complexas, como atender ao conselho de um especialista de finanças sobre investimentos em bolsa de valores. Com a evolução da sociedade e da tecnologia, principalmente, no que concerne ao contexto computacional, diversas pesquisas nesta área vêm surgindo. Estes estudos

Ana Carolina Salgado, Silvio Romero Lemos Meira, Universidade Federal de Pernambuco
 Centro de Informática
 Recife, Brasil
 '(acs, srlm)@cin.ufpe.br

têm como objetivo, dentre outros, entender como confiança, um dos princípios da sociedade, pode ser mapeada e representada em ambientes computacionais. Estes ambientes devem possuir elementos que permitam a identificação de características que possam ser utilizadas no processo automatizado de inferência de confiança, por exemplo, as relações sociais das pessoas e o contexto em que estão inseridas.

Ambientes virtuais baseados em redes sociais, por representarem a estrutura básica da sociedade, através das pessoas e seus relacionamentos [2], são ambientes propícios à exploração de análise de confiança, pois fornecem indicadores que podem ser explorados na referida análise. A estrutura de redes sociais pode ser mapeada em um grafo, em que os nós podem representar as pessoas e as arestas representam os relacionamentos entre estas pessoas. Uma aresta pode possuir rótulos que caracterizam explicitamente a natureza dos relacionamentos, por exemplo, rótulos de amizade ou de parceria profissional. Estes relacionamentos podem ser uni ou bidirecionais, por exemplo: a) unilateral: enquanto A explicitamente é colega de trabalho de B, o segundo não confirma este relacionamento; e b) bilateral: se uma pessoa A é colega de trabalho de B, então, como consequência, B também será colega de trabalho de A.

As redes sociais proporcionam um ambiente informal e livre, em que as pessoas colaboram, de forma ad hoc, através de interações sem nenhum planejamento – o que, segundo [3], é um facilitador na troca de experiência entre as pessoas. Este é um dos argumentos que pode justificar os interesses das organizações em prover ambientes desta natureza como alternativa para a gestão interna de conhecimento, conforme os trabalhos desenvolvidos por [4], [5], [6] e [7]. Nestas organizações, prover uma ferramenta que possa atuar como incentivador à colaboração, é essencial para aumentar as potencialidades de exploração do capital intelectual. Por exemplo, isto é conseguido ao se aproximarem pessoas que possuem conhecimentos similares ou que confiam umas nas outras para solucionarem um problema.

Em decorrência da estrutura proveniente das redes sociais, é natural que uma pessoa não tenha contato direto com potenciais colaboradores, que podem ser importantes para compartilhar experiências, porém, pode possuir contato com alguma pessoa de confiança que eventualmente venha a ter contato com este potencial colaborador. Neste sentido,

podem ser exploradas informações advindas deste caminho de relacionamentos para a descoberta de relacionamentos ocultos de confiança.

Como alternativa para identificar automaticamente relacionamentos ocultos de confiança, e assim, naturalmente, proporcionar troca de ideias, socialização, colaboração e o compartilhamento de recursos em prol de alcançarem um determinado objetivo, existem na literatura diversos trabalhos voltados para este contexto, por exemplo, os trabalhos apresentados em [14][17][18].

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo, a partir dos estudos realizados nos trabalhos supracitados e de uma pesquisa realizada junto a um conjunto de pessoas, identificar e mapear potenciais elementos que podem ser explorados para aumentar a qualidade do processo de identificação automática destes relacionamentos ocultos de confiança e, como consequência, apresentar um algoritmo de inferência de confiança que se proponha a realizar a inferência de forma mais eficiente.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma: seção 2 apresenta peculiaridades inerentes ao conceito de “confiança”; seção 3 apresenta os trabalhos relacionados; seção 4 apresenta os resultados do experimento desenvolvido; seção 5 apresenta o novo algoritmo, intitulado T-SWEETS; seção 6 faz um paralelo entre as características dos trabalhos relacionados e o T-SWEETS; seção 7 apresenta o ambiente em que o T-SWEETS foi implantado e, por fim, na seção 8 são apresentadas as considerações finais.

II. CONFIANÇA

“Confiança” é um conceito que sustenta a sociedade e diz o quanto confiável é uma entidade (ex.: pessoa ou um agente) em relação à outra. O estudo de confiança é explorado em diferentes áreas como, por exemplo, Psicologia [8][9], Sociologia [10], Filosofia [11] e Computação [12].

Um dos trabalhos pioneiros sobre “confiança” no contexto da Computação é o desenvolvido por Marsh [13], no qual foram realizados estudos sobre o conceito em diferentes áreas, como sociologia, com o intuito de formalizar o conceito de “confiança” em ambientes computacionais, baseados em agentes que interagem entre si, mantêm um histórico de informações e observam comportamentos. Diante destes estudos, Marsh concebeu um modelo para aplicação em sistemas de Inteligência Artificial, para auxiliar agentes inteligentes a “raciocinarem” em situações de incerteza. Para a avaliação do modelo proposto, foi criada uma situação, fundamentando-se no “Dilema dos Prisioneiros”, em que alguns agentes poderiam interagir ciclicamente.

Outro trabalho de referência, desenvolvido por Golbeck [14], explora o conceito de “confiança” aliado às redes sociais e é baseado na definição dada por Deutsch [15] de que “confiança é a aposta sobre futuras ações de outras pessoas”. Assim, são considerados dois principais componentes para a definição: crença e compromisso. A crença porque representa a visão de uma pessoa sobre determinadas ações de outra pessoa considerada confiável; e o compromisso, porque representa o nível de comprometimento de uma pessoa em realizar uma

determinada ação. O trabalho desenvolvido por Golbeck [14] será explorado com mais detalhes nas seções 2, 3 e 6, já que um dos propósitos do presente trabalho é a aplicação do conceito de “confiança” em ambientes computacionais baseados na teoria das redes sociais.

Os estudos e as definições de “confiança” disponíveis na literatura oferecem subsídios para que algumas propriedades deste termo possam ser definidas. Estas propriedades devem representar explicitamente elementos aos quais os usuários estão acostumados em suas vidas sociais (ex.: nível de relacionamento) e devem ser bem definidas e claras de forma que possam ser utilizadas em ambientes computacionais.

No âmbito computacional, para a aplicação em redes sociais, Golbeck [14] define algumas propriedades de “confiança”: transitividade, que está diretamente relacionada ao item II supracitado, já que considera o contexto social das pessoas; agregabilidade, também relacionada ao item II; e assimetria, relacionada ao item I. A transitividade representa a possibilidade de transferir a confiança de pessoa a pessoa. A agregabilidade representa a condição que define se uma pessoa procurará informações adicionais para decidir se confia ou não em outra pessoa. Já a assimetria, indica que o nível de confiança de uma pessoa em relação à outra é unilateral, isto é, a confiança de uma pessoa A em relação à B é diferente da confiança de uma pessoa B em relação à A.

Considerando as peculiaridades supracitadas,, existem na literatura alguns algoritmos que realizam a inferência de confiança.. Neste sentido, a seção 3 apresenta alguns trabalhos disponíveis na literatura com o referido propósito.

III. TRABALHOS RELACIONADOS

TidalTrust [14] é um dos algoritmos precursores de uma série de trabalhos que exploram a estrutura dos relacionamentos das redes sociais para inferência de confiança, porém recebe diversas críticas pelos pesquisadores pela perda de informações, pois realiza uma rotina de seleção de fontes de informação (i. e. nós) na rede, antes da análise de confiança. Como evolução do TidalTrust foi desenvolvido o SUNNY [17][18] que, além da estrutura dos relacionamentos, também considera avaliações dos usuários sobre determinados conteúdos (como textos e fotos) para auxiliar na inferência de confiança. Alguns trabalhos similares ao TidalTrust e SUNNY são [19][20].

Para sanar o problema da perda de informações dos algoritmos previamente apresentados, há o algoritmo FlowTrust [21] que, para inferir confiança, utiliza todas as informações de relacionamentos disponíveis na rede social. Este algoritmo, além de não perder informações, aplica o conceito de multidimensionalidade, isto é, explora mais de um elemento (nível de confiança e nível confidencial) para inferir confiança. No entanto, as informações exploradas pelo FlowTrust (dados de relacionamentos na rede social) estão todas relacionadas ao mesmo conceito e ainda são necessárias informações de outras fontes (ex.: como dados sobre conteúdos e contextos) para aumentar a eficiência na identificação do fato de um usuário ser realmente confiável. Outros algoritmos que exploram informações disponíveis em toda a rede são RelTrust [22] e CircuitTrust [23].

Um algoritmo que explora informações dos documentos e conteúdos publicados pelos usuários em um ambiente colaborativo é o apresentado por Mamami [24]. Este algoritmo considera informações sobre a quantidade e qualidade dos conteúdos postados pelos usuários do domínio social.

O estudo dos algoritmos supracitados foi fundamental para que houvesse um embasamento dos elementos que são explorados para a inferência de confiança em ambientes sociais. A partir disso, percebeu-se que alguns elementos ainda poderiam ser explorados com abordagens diferentes das existentes para tornar mais eficiente a inferência de confiança dos usuários nestes ambientes. Além disso, diversos elementos poderiam ser combinados, inclusive, os elementos já utilizados em outros trabalhos, para formalizar um novo algoritmo de inferência de confiança. Estes elementos são apresentados na seção 4, além do resultado de uma pesquisa realizada com um conjunto de pessoas com o intuito de validá-los.

IV. EXPERIMENTO

Antes da formalização do algoritmo de inferência de confiança, foi desenvolvido um trabalho de pesquisa de campojunto a um conjunto de pessoas para definir e medir alguns elementos que poderiam ser explorados no processo de inferência de confiança. Isto foi realizado com o objetivo de se entender como as pessoas consideram o conceito de “confiança” (por exemplo, antes de buscar ajuda de outra pessoa a respeito de uma questão ou de um problema) e a importância deste conceito em ambientes colaborativos, isto é, se a confiança pode ser um dos pré-requisitos ao incentivo à colaboração.

A pesquisa, cujas características são demonstradas a seguir, foi submetida a um universo de 50 pessoas, das quais 34 responderam. As pessoas selecionadas para a pesquisa foram de diferentes áreas do conhecimento e que trabalham cotidianamente com computador.

Alguns dos questionamentos foram direcionados para que critérios as pessoas costumam considerar ao buscar ajuda de outra pessoa. Como resultado, foram obtidas as seguintes respostas: 44,12% das pessoas costumam prioritariamente buscar ajuda com seus amigos, destes, 40% costumam buscar ajuda com um amigo de um amigo e 60% procuram por ajuda com um colega de trabalho. Já 32,35% costumam prioritariamente buscar ajuda com um colega de trabalho, e os amigos ficam para um segundo plano. Os resultados obtidos são compreensíveis, uma vez que é natural as pessoas procurarem ajuda em seu contexto de convívio (pessoas no local de trabalho). Outra tendência é que as pessoas ajudem, com maior frequência, outras pessoas com as quais possuem maior afinidade, confiança ou que estejam em uma hierarquia superior, por exemplo, um chefe (foi o que 76,47% dos entrevistados responderam).

Esta pesquisa identificou também o quanto as pessoas que possuem conhecimentos similares tendem a ter maior confiança umas nas outras o que, naturalmente, é um fator de estímulo à colaboração – foi o que 88,24% dos entrevistados responderam.

A reputação foi outro elemento importante considerado na pesquisa, o que determina o quanto uma pessoa é confiável perante um grupo de pessoas: 70,59% dos entrevistados a consideram ao decidir se confiam ou não em uma pessoa. Além disso, o nível de conhecimento, que tem relação direta com a qualidade dos conteúdos produzidos pelas pessoas, também foi outro quesito questionado na entrevista: 91,18% afirmaram tal assertiva.

Além do entendimento dos trabalhos relacionados, esta pesquisa foi fundamental para auxiliar na definição de alguns critérios a serem considerados na definição de um algoritmo que infira confiança dos usuários em um ambiente colaborativo baseado em redes sociais – este algoritmo, intitulado T-SWEETS é apresentado na seção 5.

V. T-SWEETS

T-SWEETS é um algoritmo de inferência de confiança para redes sociais, que explora: os relacionamentos diretos e indiretos entre as pessoas; o agrupamento entre pessoas; pessoas que compartilham (possuem) opiniões e conhecimentos similares, além da qualidade do conteúdo produzido pelas pessoas que compõem a rede.

A definição destes elementos foi fundamentada na pesquisa apresentada na seção 4, que validou as seguintes hipóteses: H1: pessoas relacionadas ao mesmo contexto tendem a possuírem maior nível de confiança uns nos outros; H2: usuários tendem a confiar em usuários que seus amigos de confiança confiam; H3: usuários que produzem conteúdos relevantes são mais confiáveis; e H4: usuários confiáveis possuem boas reputações.

Assim, os seguintes elementos são explorados no algoritmo T-SWEETS: compatibilidade entre usuários, transitividade de confiança, nível de maturidade e reputação:

- compatibilidade entre usuários: este elemento possui relação direta com H1, uma vez que usuários relacionados ao mesmo contexto tendem a ser mais confiáveis, e é medida a partir da avaliação de semelhanças entre dois usuários – esta semelhança é determinada por informações comuns relacionadas aos usuários (ex.: tags e conteúdos), baseando-se no contexto no qual estão inseridos (ex.: um grupo de pessoas ou comunidade). Assim, estima-se a probabilidade de haver a colaboração entre os usuários;
- transitividade de confiança: na sociedade, é natural que as pessoas procurem por ajuda entre seus amigos (conforme H2). Entretanto, ocorrem situações em que os amigos não podem ajudar, nestes casos há a possibilidade de indicação de alguma pessoa de confiança que possa ajudar. Em ambientes virtuais sociais, a transitividade de confiança pode ser representada, uma vez que há a possibilidade de as pessoas indicarem pessoas de confiança pra outros usuários;
- nível de maturidade: usuários que produzem conhecimentos relevantes às pessoas que os

rodeiam e aos grupos que participam, tendem a ser mais confiáveis que os usuários que não produzem conhecimento de qualidade (de acordo com H3). Para identificar o quão relevantes são os conhecimentos produzidos pelos usuários, podem ser analisadas as avaliações de outros usuários sobre estes conhecimentos. Assim, mede-se a maturidade de conhecimento dos usuários. Quanto maior o nível de maturidade dos conhecimentos produzidos pelos usuários, mais confiáveis são suas produções e, consequentemente, mais confiável é o autor;

- reputação: as pessoas tendem a possuir maior confiança em pessoas que possuem boa reputação. Da mesma forma, tendem a possuir menor confiança em pessoas que possuem reputação ruim (H4). A reputação no T-SWEETS é inferida a partir das atribuições de confiança que os usuários recebem dos seus relacionamentos.

As seções 5.1, 0, 5.3 e 5.4 apresentam como os elementos supracitados são calculados no T-SWEETS.

A. Compatibilidade entre usuários

Compatibilidade entre usuários é uma métrica (ou elemento do T-SWEETS) que mensura a semelhança das ações de dois usuários na rede social. Para calculá-la, são considerados todos os conteúdos postados pelos usuários, bem como as avaliações realizadas por estes usuários, na rede social. *A compatibilidade entre um dois usuários, a e b é medida como:*

A correlação entre as publicações e avaliações dos usuários a e b.

A partir desta definição, uma expressão matemática pode ser formalizada.

Seja $e(a,i)$ a avaliação do usuário a ao conteúdo i e, além disso, seja $E(a)$ o conjunto de conteúdos avaliados pelo usuário a na rede social. Nestas condições, pode-se avaliar a similaridade das avaliações dos usuários, processo representado na Figura 1A, pela Equação 1.

$$\rho E(a,b) = \frac{\sum_{i \in E(a) \cap E(b)} (e(a,i) - \bar{e}(a))(e(b,i) - \bar{e}(b))}{\sqrt{\sum_{i \in E(a) \cap E(b)} (e(a,i) - \bar{e}(a))^2} \sqrt{\sum_{i \in E(a) \cap E(b)} (e(b,i) - \bar{e}(b))^2}}$$

Equação 1 – Coeficiente de correlação de Pearson aplicado ao conjunto de notas atribuídas a documentos em comum por dois usuários A e B.

A Equação 1 utiliza o Coeficiente de Correlação de Pearson para medir o quão relacionadas estão as avaliações realizadas pelos dois usuários. A notação $(e(a))^-$ indica a média de todas as avaliações realizadas pelo usuário a que pertencem ao conjunto $E(a) \cap E(b)$.

Para identificar os conhecimentos similares produzidos pelos usuários é utilizado o algébrico intitulado Modelo Espaço Vetorial [26], para a representação destes conhecimentos e, assim, oferecer subsídios à análise de similaridade. Alguns algoritmos para análise de similaridade

podem ser utilizados, por exemplo, Coseno e Jaccard. No T-SWEETS foi adotado o Coseno. A Equação 2 apresenta a expressão matemática para análise de similaridade.

$$sK(a,b) = \frac{\sum_{k \in K(a) \cap K(b)} f(k,a) * f(k,b)}{\sqrt{\sum_{k \in K(a)} f(k,a)^2} * \sqrt{\sum_{k \in K(b)} f(k,b)^2}}$$

Equação 2 – Cálculo da similaridade entre os termos extraídos dos conteúdos publicados pelos usuários A e B.

Na Equação 2 $K(a)$ e $K(b)$ representam, respectivamente, o conjunto de termos extraídos dos conteúdos produzidos pelos usuários a e b. Além disso, $f(k, u)$ significa a frequência, ou peso, do termo k em relação ao usuário u . A Equação 2 deriva da equação de produto escalar em espaços Euclidianos – espaços planos, que não são côncavos nem convexos. O grau de similaridade varia entre 0 e 1 e está diretamente relacionado à similaridade dos perfis dos usuários (conhecimentos similares). Assim, quanto maior for o grau, maior será esta similaridade.

O produto dos dois valores obtidos nas Equação 1 e 2 representa a correlação das opiniões e conhecimento dos usuários, Equação 3

$$\text{Corr}(a,b) = \rho E(a,b) * sK(a,b)$$

Equação 3 – Correlação de opiniões dos usuários A e B.

B. Transitividade de Confiança

A confiança entre as pessoas é um fenômeno que pode ser transitivo, já que as pessoas podem procurar informações a respeito das outras para obter parâmetros que possam ser utilizados no auxílio à identificação do fato de uma pessoa ser ou não confiável.

Contudo, confiança não é um fenômeno totalmente transitivo, isto é, nem toda confiança de uma pessoa pode ser transferida a outra. A Transitividade de Confiança pode ser representada pela fórmula a seguir:

$$T(x,y) = \begin{cases} T(x,y), \text{ caso exista um valor atribuído diretamente} \\ \frac{\sum_{\forall p \in P(x,y)} \prod_{\forall r(u,v) / (u,v) \in p} T(u,v)}{|P(x,y)|}, \text{ em caso contrário} \end{cases}$$

Equação 4: Cálculo da Transitividade de Confiança

Na Equação 4, a fórmula para o valor de confiança pode variar de acordo com a seguinte situação: caso o usuário x já tenha atribuído um valor de confiança ao usuário y, então este será o valor de confiança de x a y ($T(x,y)$), caso contrário é utilizada a fórmula apresentada na Equação 4 – segunda parte. Nesta fórmula, $P(x,y)$ é o conjunto de todos os caminhos p que podem ser estabelecidos entre os usuário x e y na representação de grafo da rede social, com $|P(x,y)|$ sendo o número de elementos deste conjunto. Cada elemento deste conjunto é um par (u,v) , que representa cada aresta, e as informações de confiança relacionadas a ela, que liga os usuário u e v em um caminho p .

C. Nível de Maturidade

Um dos indicadores de confiabilidade dos usuários é a qualidade dos conteúdos por eles produzidos. Esta qualidade reflete a maturidade dos conhecimentos de seu autor, o que

fornecer parâmetros para medir o quanto confiáveis são seus conhecimentos produzidos.

No T-SWEETS, a qualidade das produções dos autores é inferida a partir do conjunto de avaliações realizadas por outros usuários aos conteúdos dos respectivos autores. Conteúdos que recebem avaliações positivas devem possuir melhor qualidade, além disso, quanto maior o número de avaliações recebidas por um conteúdo maior é a precisão da avaliação da qualidade deste conteúdo.

As avaliações de cada usuário em cada conteúdo, denotadas por $e(a, b)$, serão utilizadas para calcular a qualidade destes conteúdos e, consequentemente, o nível de maturidade do autor destes conteúdos. Assim, o nível de maturidade de um usuário a pode ser calculado, genericamente, com a Equação 5

$$M(a) = \frac{\sum_{\forall i \in E(a)} e(i)}{\sum_{\forall i \in E(a)} |e(i)|}$$

Equação 5: Cálculo do nível de maturidade de um usuário a.

A Equação 5 consiste em uma média ponderada das avaliações recebidas pelos conteúdos produzidos por um usuário a e o peso de cada parcela da média é a quantidade de avaliações ao conteúdo que originou a parcela. Na Equação 5, $E(a)$ é o conjunto de conteúdos i produzidos pelo usuário a. Além disso, $e(i)$ é o conjunto de avaliações recebidas pelo i-ésimo conteúdo, em que $|e(i)|$ é a quantidade de avaliações e $\bar{e}(i)$ a média dos valores de avaliação recebidos por este conteúdo.

D. Reputação

A reputação considera o quanto uma pessoa é considerada confiável perante uma visão geral de um universo de pessoas. Assim, possui influência direta na confiança entre as pessoas, pois as pessoas que possuem ações e opiniões mais confiáveis tendem a possuir maior nível de reputação. No âmbito social virtual, normalmente, é considerada a visão de todos os membros da rede para determinar o grau de reputação de um membro, porém, esta abordagem tem um custo computacional alto. Para evitar este problema, o T-SWEETS não considera todos os membros da rede, permitindo a possibilidade de definir o tamanho da distância social d de um usuário alvo aos demais usuários da rede. O tamanho d ideal - que não comprometa o desempenho do algoritmo - ainda não foi definido, pois deve ser realizado um conjunto de experimentos para a referida definição.

No T-SWEETS a reputação do usuário é determinada a partir das confianças atribuídas aos relacionamentos diretos dos usuários. Assim, os valores de $T(G, A)$ e $T(G, E)$, não irão influenciar na reputação do usuário a. Diante destas condições apresentadas, o cálculo de reputação pode ser realizado pela Equação 6.

$$R(a) = \frac{\sum_{\forall u \in adj_1(a)} T(u, a)}{|adj_1(a)|}$$

Equação 6: Cálculo do valor de reputação de um usuário a.

A Equação 6 consiste em uma média aritmética dos valores de confiança atribuídos diretamente ao usuário a. O conjunto $adj_1(a)$ contém os usuários que realizaram as atribuições de confiança a a, sendo que $|adj_1(a)|$ é a quantidade de usuários neste conjunto. A notação $T(u, a)$ é o valor de confiança do usuário u em relação a a, como apresentado nas seções anteriores. Conforme definida, a distância social máxima do algoritmo por padrão é unitária, no entanto este valor pode variar. Na Equação 6 esta distância é representada pelo índice do conjunto $adj_1(a)$.

E. Inferencia de Confiança

As medidas apresentadas anteriormente, nas Erro! Fonte de referência não encontrada., Erro! Fonte de referência não encontrada., Erro! Fonte de referência não encontrada. e Erro! Fonte de referência não encontrada., devem ser ponderadas para se obter valor de confiança entre dois usuários. Neste sentido, a Equação 7 apresenta a maneira como as características do T-SWEETS estão relacionadas no algoritmo.

$$C(a, b) = \frac{\alpha (Corr(a, b)) + \beta (T(a, b)) + \gamma (M(b)) + \delta (R(b))}{\alpha + \beta + \gamma + \delta}$$

Equação 7: Inferência de confiança entre dois usuários a e b.

Na Equação 7 os valores obtidos em cada uma das características do T-SWEETS (Compatibilidade entre Usuários, Transitividade de Confiança, Nível de Maturidade e Reputação) são utilizados em uma média ponderada para inferir o quanto um usuário a confia em um usuário b. Os valores α , β , γ e δ determinam a importância de cada um dos elementos considerados na inferência de confiança. A importância de cada elemento possui dependência direta com o contexto em que o algoritmo T-SWEETS for implantado. Neste trabalho, assumiram-se pesos iguais para cada um dos elementos, uma vez que ainda não foi realizado um estudo mais aprofundado para mensurar a importância de cada um destes elementos.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou os resultados de uma pesquisa na literatura em trabalhos de inferência de confiança para ambientes virtuais baseados em redes sociais; a identificação das características exploradas nestes ambientes; a realização de um experimento junto a um grupo de pessoas para identificar elementos potenciais na exploração de inferência de confiança e, partir deste embasamento, apresentou um novo algoritmo para inferência de confiança, intitulado T-SWEETS, e a sua implantação em uma plataforma para gestão de conhecimento, Konnen.

T-SWEETS infere confiança explorando: o conceito de transitividade de confiança, que é determinada a partir dos conceitos de Agregabilidade e Assimetria; usuários com perfis e opiniões semelhantes, já que admite que estas semelhanças contribuem para que os usuários possuam nível de confiança maior um no outro; a qualidade dos conhecimentos produzidos pelos usuários no ambiente; além da reputação de uma pessoa em relação a um grupo de

pessoas, uma vez que pessoas com uma reputação maior tendem a ser mais confiáveis.

T-SWEETS foi projetado, desenvolvido e implantado na plataforma de gestão de conhecimento Konnen como alternativa ao estímulo à colaboração entre os indivíduos, já que confiança é, naturalmente, uma premissa necessária, presente na sociedade, para que haja a colaboração entre pessoas. De acordo com Yamagishi **Erro! Fonte de referência não encontrada. Erro! Fonte de referência não encontrada.** a inferência de confiança em relacionamentos ocultos, ou indiretos, encoraja a exploração dos relacionamentos sociais de forma mais abrangente, pois estimula as pessoas a conhecerem pessoas desconhecidas e, como consequência, cria novas oportunidades de interações.

A expectativa é que T-SWEETS possa contribuir para os usuários como estímulo à colaboração, isto é, fazer com que os usuários explicitem seus conhecimentos no ambiente com maior frequência, oferecendo assim subsídios à descoberta automática dos seus conhecimentos. A explicitação dos conhecimentos dos usuários é premissa necessária para que os sistemas de recomendação de especialistas (SREs) atuem, e quanto maior o nível de conhecimento do usuário, mais eficientes podem ser estes sistemas que identificam estas especialidades. O desenvolvimento de um SRE é um dos trabalhos futuros que se pretende desenvolver.

Outro trabalho que se pretende desenvolver é analisar o real impacto que T-SWEETS trouxe ao ambiente. Para isso é necessário analisar o comportamento dos usuários do Konnen em um determinado intervalo de tempo, por exemplo, próximos 6 meses.

Além deste trabalho, pretende-se, ainda, acrescentar novos elementos ao algoritmo para identificar quais são os usuários que não possuem um comportamento padrão no ambiente, ou seja, os usuários que realizam avaliações tanto dos conteúdos quanto dos usuários de forma aleatória, sem nenhum padrão – o que pode prejudicar o desempenho do T-SWEETS.

REFERENCES

- [1] Yamamoto, Y. (1990): A Morality Based on Trust: Some Reflections on Japanese Morality, *Journal Philosophy East & West*, vol: 40, ed. 4, p. 451-469.
- [2] Pimentel, M., Fuks, H. (2011) Sistemas Colaborativos, Ed. Elsevier, p. 375.
- [3] Gutwin,C., Greenberg,S., Blum,R., Dyck, J. (2005) Supporting Informal Collaboration in Shared-Workspace Groupware. Computer Science Department, University of Saskatchewan Technical Report HCI-TR-05-01.
- [4] Erickson, T., Kellogg, W. A. (2001): Knowledge Communities: Online Environments for Supporting Knowledge Management and its Social Context. IBM. T.J. Watson Research Center.
- [5] Costa, Ricardo A., Meira, S. R. L., Silva, E. M., Ribeiro, R. A. (2009): A Knowledge Management Process Using Social Networks, SBSC '09: Proceedings of the 2009 Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, IEEE Computer Society.
- [6] Costa, R. A., Silva, E. M., Neto, M. G., Delgado, D. B., Ribeiro, R. A., Meira, S. R. L. (2009): Social knowledge management in practice: a case study, CRIWG'09: Proceedings of the 15th international conference on Groupware: design, implementation, and use, Springer-Verlag.
- [7] Silva, E. M., Pinto, E. R., Costa, R. A., Schmitz, Lucas R. B., Meira, S. R. L. (2009): Recommending Domain Experts in a social Network, SBSC '09: Proceedings of the 2009 Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, IEEE Computer Society.
- [8] Yamagishi, T. & Yamagishi, M. (1994): Trust and commitment in the United States and Japan. Motivation and Emotion, vol. 18, Issue 2, pp. 129-166.
- [9] Yamagishi, T., Cook, K. S. & Watabe, M. (1998): Uncertainty, trust and commitment formation in the United States and Japan. American Journal of Sociology, vol. 104, Issue 1, pp. 165-194.
- [10] Murayama, H.; Taguchi, A.; Ryu, S.; Nagata, S.; Murashima, S. (2011) : Institutional trust in the national social security and municipal healthcare systems for the elderly and anxiety with respect to receiving elderly care in Japan: a cross-sectional study, Oxford Journals (Oxford University Press), Health Promot
- [11] Scheffler, I. (2010): Worlds of Truth: A Philosophy of Knowledge By Israel iScheffler, Worlds of Truth: A Philosophy of Knowledge, Oxford University Press, vol. 70, Issue 2, pp. 383-385,
- [12] Golbeck, J. (2008): Trust on the World Wide Web: A Survey. Foundations and Trends in Web Science, vol. 1: no 2, pp 131-197.
- [13] Marsh, S. (1994): Formalising Trust as a Computational Concept. PhD thesis, Department of Mathematics and Computer Science, University of Stirling.
- [14] Golbeck, J. (2005): Computing and Applying Trust in Webbased Social Networks. Ph.D. Dissertation, University of Maryland, College Park, MD, USA.
- [15] Deutsch, M. (1962): Cooperation and Trust. Some Theoretical Notes. in Jones, M.R. (ed) Nebraska Symposium on Motivation. Univer. Nebraska Press, xiii, 330 pp.
- [16] Ries, S., Kangasharju, J., & Muhlhauser, M. (2006). A Classification of trust systems, 782 LNCS 4277/2006. Berlin: Springer, pp. 894-903
- [17] Kuter, U., Golbeck, J. (2007): SUNNY: a new algorithm for trust inference in social networks using probabilistic confidence models, Proceedings of the 22nd national conference on Artificial intelligence, p.1377-1382, ancouver, British Columbia, Canada.
- [18] Kuter, U., Golbeck, J. (2010): Using probabilistic confidence models for trust inference in Webbased social networks. ACM Trans. Intern. Tech. vol. 10, ed. 2.
- [19] Katz Y.; Golbeck J. (2006): Social network-based trust in prioritized default logic, proceedings of the 21st national conference on Artificial intelligence, p.1345-1350..
- [20] Golbeck, J.; Hendler, J. (2006): Inferring binary trust relationships in Web-based social networks, Journal ACM Transactions on Internet Technology, vol. 6, ed. 4
- [21] Wang, G.; Wu J. (2011): FlowTrust: Trust Inference with Network Flows. In Frontiers of Computer Science. China, vol. 5, n. 2, p. 181-194.
- [22] Mahoney G.; Myrvold, W., and Shoja, G. C. (2005): Generic Reliability Trust Model, Proc. of PST pp. 113-120.
- [23] Taherian, M.; Amini, M., and Jalili, R. (2008) Trust Inference in Web-Based Social Networks using Resistive Networks, Proc. of ICIN, pp. 233-238.
- [24] Mamami, E. Z. S.; Gerosa, M. A., (2011): Cálculo de Reputação em Redes Sociais. VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, p. 202-207.
- [25] S. Brin and L. Page. The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine. Computer Networks and ISDN Systems, 30(1-7):107-117, 1998.
- [26] Baeza-Yates, R., and Ribeiro-Neto, B., (1999): Modern Information Retrieval.. ACM Press, New York, USA.
- [27] Yamagishi, T. (1986). The provision of a sanctioning system as a public good. Journal of Personality and Social Psychology, vol. 51, Issue 1, pp. 110-116.
- [28] Yamagishi, T., Cook, K. S. & Watabe, M. (1998): Uncertainty, trust and commitment formation in the United States and Japan. American Journal of Sociology, vol. 104, Issue 1, pp. 165-194.