

APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE REDES SOCIAIS NOS DADOS DE UM CURSO À DISTÂNCIA: ESTUDO DE MÉTRICAS E VISUALIZAÇÃO DE GRAFOS

Elvia Nunes Ribeiro (PUC)

elvianr@gmail.com

Regina Duarte Ribeiro Melo (PUC)

ribeiromello@hotmail.com

Maria Jose Pereira Dantas (PUC)

mjpgdantas@gmail.com



Este trabalho utilizou análise de redes sociais (ARS) para associar métricas e visualização de grafos ao desempenho de alunos de um curso à distância. Foram coletados dados das interações dos atores (alunos, tutor e colaboradores) na realização de atividades, participação em fórum, envio de mensagens, recados e estabelecimentos de contatos. A extração dos dados foi realizada por meio de consultas específicas ao banco de dados do curso, obtendo-se os arquivos com extensão csv. Os scripts para leitura dos arquivos, geração das métricas e visualização das redes foram desenvolvidas no software R, versão 3.2.4, utilizando o pacote Igraph e ambiente de desenvolvimento RStudio 0.99.891. Os resultados obtidos mostram que as relações e interações dos participantes sob a perspectiva das redes sociais possibilitam monitorar e acompanhar as ações realizadas e esperadas de um curso à distância. Tendo em vista que os ambientes virtuais de ensino oferecem recursos escassos para gestão e monitoramento dos cursos, a ARS aplicada em sistemas educacionais oferecem ferramentas de diagnósticos destes ambientes de aprendizagem.

Palavras-chave: análise de rede social, educação à distância, ambiente virtual de aprendizagem

1. Introdução

Os avanços tecnológicos dos últimos anos modificaram as formas das relações sociais e os indivíduos estão conectados às redes com diferentes propósitos. Johnson (2011) e Kolaczyk e Csárdi (2014), discutem em seus trabalhos que as redes são, cada vez mais, os meios pelos quais o conhecimento é difundido, disseminado e criado. As redes revelam o modo como as pessoas buscam informações, sua forma de distribuição e a maneira que colaboram para criar novos conhecimentos.

Os sistemas educacionais em ambientes virtuais aumentaram significativamente com o desenvolvimento das tecnologias de comunicação e interação (TIC) e a popularização da internet. A Educação a Distância (EaD), como outras áreas, usufrue dos benefícios das redes, as utilizam como meio para compartilhar informações e promover o conhecimento em seus Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Conforme Johnson (2011), estes ambientes de aprendizado possuem enorme potencial de conhecimento, pois armazenam grande volume de dados em suas ações de EaD, mas estes dados ficam escondidos e precisam ser minerados.

Pelo fato dos indivíduos em cursos a distância não estarem presentes em um mesmo espaço físico, há um forte incentivo na utilização de ferramentas de comunicação, de interação e de compartilhamento de informações, com o objetivo de promover o aprendizado. O instrutor acessa as visões dos AVA's que permitem avaliar os alunos individualmente. Nestes sistemas, observa-se que os recursos para gestão e monitoramento dos cursos são escassos ou inexistentes.

Recursos que permitem verificar as interações, as comunicações e os compartilhamentos de informações ocorridos entre os participantes, assim como o nível de atuação dos participantes podem ser determinantes no esclarecimento de como ocorre o aprendizado. Hernández-García e González-González et al (2015) concordam que sem essa informação, as decisões tomadas sobre as ações de aprendizagem são confiadas apenas na intuição ou experiência dos instrutores.

Segundo Moore e Kearsley (2007), o sucesso de toda a iniciativa da EaD depende de um sistema eficaz de monitoramento e avaliação. De acordo com estes autores, um bom sistema de monitoramento, também, informa à gestão a respeito de problemas que ocorrem entre os tutores e os alunos, e indica se há atrasos ou interrupções nos sistemas de comunicação, enquanto ainda há tempo suficiente para uma ação corretiva.

A Análise de Rede Social (ARS) oferece condições para compreender as relações entre os sujeitos envolvidos nos cursos à distância, pela análise dos dados armazenados nos AVA's, e proporcionar informações que podem auxiliar as instituições de ensino, principalmente os gestores de cursos a distância, tomarem decisões que promovam a melhoria de seus cursos.

Lin e Chen (2004) desenvolveram um sistema de ARS para disponibilizar informações a respeito das relações entre os membros de uma equipe *online*. Em seguida realizaram uma pesquisa sobre o grau de utilização destas informações, concluindo que o sistema de ARS é mais importante aos líderes de equipe (98,23%), em seguida aos assistentes (75,70%) e finalmente aos membros comuns (48,30%).

Sacerdote e Fernandes (2013) utilizaram as métricas de ARS nas interações de um AVA e confirmaram que estas medidas são úteis na avaliação de ações dos usuários. Eles também constataram que o emprego desta análise em interações e recursos do AVA fornecem informações estratégicas para a avaliação das turmas e indivíduos, favorecendo projetos de ambientes adequados às necessidades dos usuários no processo de ensino e aprendizagem.

Conforme Anjos e Bazzo et al (2015), por meio das características estruturais da rede e da posição dos atores sociais, é possível identificar e compreender a origem da informação, bem como as interferências que afetam o fluxo dessa informação.

Esta pesquisa tem como objetivo analisar os dados provenientes das interações nos recursos disponíveis no AVA, de uma turma de um curso à distância, sob a perspectiva das redes sociais. As métricas e visualização por grafos pretendem fornecer informações relevantes e estratégicas para a gestão do curso.

Este artigo está dividido em cinco seções. A seção 2 apresenta o Referencial teórico sobre Análise de Redes Sociais e métricas utilizadas. A seção 3 descreve os Materiais e métodos. A seção 4 reúne as Análises e discussões dos resultados e, por fim, a seção 5 apresenta a Conclusão.

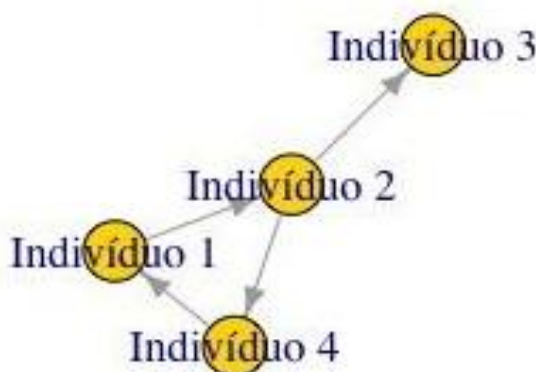
2. Análise de Rede Sociais e métricas utilizadas

As redes sociais estão além dos relacionamentos da *web*. São estruturas independentes de tecnologia e caracterizam qualquer relacionamento entre os indivíduos. Na verdade, trata-se de uma coleção de pessoas organizadas e conectadas por suas relações. Conforme Christakis e Fowler et al (2010) estas relações e seus padrões, geralmente, são mais importantes que os próprios indivíduos, pois permitem aos grupos fazerem coisas que os indivíduos desconectados não podem.

Pesquisas em redes tem vasta abrangência no campo científico, visto que oferecem condições de representar estruturas reais e abstratas de diversas áreas. Há diversas aplicações em redes, entre elas se destacam as redes sociais que permitem representar as relações entre um conjunto de indivíduos, como: amizade, parentesco, grupo de pesquisa, conhecimento, colaboração, relações comerciais, entre outras.

Os grafos são os modelos matemáticos utilizados para representar a estrutura topológica das redes. Eles são constituídos por um conjunto de vértices ou nós, geralmente representados por círculos e um conjunto de arestas, conexões, direcionadas ou não, entre cada par de vértice, conforme Figura 1. De acordo com Kolaczyk e Csárdi (2014), um grafo bipartido (bipartite) possui seus vértices divididos em dois conjuntos diferentes e cada aresta conecta dois vértices pertencentes a conjuntos diferentes.

Figura 1 - Grafo representando o relacionamento de 4 (quatro) indivíduos



O matemático Euler em 1736 foi um dos primeiros cientistas a utilizar grafos para encontrar a solução das sete Pontes da cidade de Kaliningrado. O problema era cruzar todas as pontes sem repetir o caminho. Ele representou o mapa da cidade matematicamente por um grafo, onde as

pontes eram as arestas e suas intersecções eram os vértices. Euler provou matematicamente não ser possível atravessar todas as pontes, sem repetir o caminho.

Em 1967, Stanley Milgran, psicólogo social, estava interessado em resolver a hipótese que o mundo é visto como uma enorme rede de relações sociais, era em certo sentido "pequeno" (WATTS, 2003). Ele entregou cartas a algumas pessoas aleatoriamente, destinada a uma pessoa desconhecida. Quem recebesse a carta deveria entregar ao destinatário caso conhecesse, caso contrário deveria reenviar para alguma outra pessoa que conhecesse e ao seu ver tinha maior possibilidades de conhecer o destinatário (BOCCALETI E LATORA et al, 2006). Milgran comprovou que seriam necessários seis passos para a carta alcançar seu objetivo, este resultado foi tão surpreendente na época que levou a expressão "seis graus de separação" (WATTS, 2003).

Os grafos tem a vantagem de serem representados computacionalmente por meio de matrizes de adjacências, lista de adjacências ou lista de arestas, além de possibilitar aplicações de métodos matemáticos e estatísticos para realização de análises. Medidas e análise de dados são componentes integrantes para pesquisas em rede. Com isso, são criticamente necessários: a análise das métricas de redes disponíveis, as estatísticas descritiva, a visualização e a caracterização da estrutura das redes (KOLACZY E CSÁRDI, 2014).

A ARS é um método da Mineração de Dados Educacionais e pode ser usada para interpretar a mineração, analisar a estrutura e as relações em atividades colaborativas e as interações com as ferramentas de comunicação (ROMERO e VENTURA 2013). Desta forma, é importante conhecer as medidas de análise de redes.

O número total de vértices de uma rede define a sua ordem, ou seja o tamanho físico da rede (Barrat e Barthélemy et al, 2008). O menor caminho entre dois vértices, que passa pelo menor número de arestas, é conhecido como **caminho mais curto ou geodésia**. Boccaleti e Latora et al (2006) destacam que eles desempenham um papel importante no transporte e comunicação dentro da rede. O maior dos menores caminhos entre qualquer par de vértices designa o **diâmetro** da rede.

A **densidade** mede a proporção entre as conexões existentes em uma rede e as possíveis conexões. Redes com alta densidade tendem a ser conectadas, com maior possibilidade de caminho existente entre qualquer par de vértices e a formação de um componente gigante, onde todos os vértices pertencem a mesma componente conexa. Redes com baixa densidade são esparsas, apresentando componentes desconectados, onde as partes da rede são isoladas por não existir um caminho entre elas.

A **centralidade de grau** é definida pelo número de conexões de um vértice a outros. Em redes direcionadas, onde a conexão entre dois vértices possui uma direção, o grau do vértice é composto por grau de entrada e grau de saída. Segundo Mora e Caballé et al (2014), o alto valor de grau de saída indica a capacidade de uma pessoa influenciar outras. Já o alto valor de grau de entrada indica a tendência de uma pessoa ser influenciada por outras em uma rede.

A **centralidade de proximidade** avalia o quão próximo um vértice está aos demais da rede (GARBADO, 2015). Sendo assim, quanto mais central for um vértice, o caminho para alcançar os outros será mais curto.

A centralidade de **intermediação** do vértice quantifica o número de vezes que um vértice atua para conectar vértices de regiões diferentes da rede. Conforme Anjos e Bazzo et al (2015), a intermediação identifica os responsáveis pelo controle e pela mediação da informação na rede.

A **centralidade autovetor** verifica a importância de um vértice baseado na combinação de centralidades dos vértices conectados a ele. Desta forma um vértice é importante, se seus vizinhos também são.

A **transitividade ou clusterização** de uma rede refere-se a tendência observada nas rede para a formação de grupos fortemente conectados em grupos de 3 vértices. A alta **transitividade**

resulta em redes mais densas, ou seja, existência de "panelinhas". De acordo com Gabardo (2015), **cluster** é um grupo de vértices fortemente conectado, em redes sociais são análogos a comunidades, e frequentemente esses grupos são compostos de indivíduos que compartilham interesses ou características. A **reciprocidade**, também considera grupos fortemente conectados, porém observados em um grupo de 2 vértices.

De acordo com Newman (2003), em redes sociais o tipo de ligação seletiva, onde as pessoas preferem se associar com pessoas que possuem características semelhantes é chamado de mistura **assoativa ou homofilia**. E o **pagerank** mede a influência de um vértice pelas qualidades de suas conexões, as medidas de **hub** e **autoridade** levam em consideração também o valor de **pagerank** do vértice.

As métricas de ARS apresentam propriedades que caracterizam as estruturas e os elementos conectados à rede, porém elas não são de fácil interpretação. Associar estas medidas com a visualização gráfica pode facilitar o diagnóstico.

3. Materiais e Métodos

Visando verificar a aplicação da ARS e visualização das redes utilizou-se os dados de um curso realizado a distância, desde a fase de inscrição até a conclusão. O curso escolhido é de extensão, com duração de 120 horas, oferecido aos alunos do ensino médio da rede pública do estado de Goiás. Ele foi realizado entre 31/03/2014 até 29/08/2014, utilizando o AVA, e-Proinfo - ambiente colaborativo de aprendizagem.

Neste estudo preferiu-se trabalhar com os dados de uma turma de 42 alunos, mediada por um tutor, responsável por orientar o aprendizado dos alunos e promover a interação. Além disso, conta com 2 orientadores de tutoria, responsáveis por acompanharem as atividades dos tutores e orientação quanto ao andamento do curso. Fazem parte da estrutura do curso um coordenador pedagógico, que coordena os trabalhos dos orientadores de tutorias e questões pedagógicas e um coordenador tecnológico responsável pelas atividades e questões tecnológicas. Por fim, um coordenador geral que acompanha as atividades e ações do curso por meio de relatórios e *feedback* desses colaboradores.

As tarefas avaliadas para composição da nota final foram: participação em 4 fóruns temáticos, respostas de 4 atividades de questionário objetivo e 4 atividades de produção de texto. Definiu-se trabalhar com os dados de fórum e atividades por contemplar as tarefas propostas aos alunos na condução do curso.

A partir de levantamentos de recursos do AVA, decidiu-se observar os dados de participação dos usuários nas ferramentas: contatos de amizade, troca de mensagens e envio de recados. Apesar destas interações não serem exigidas academicamente, são importantes para verificar o nível de envolvimento dos usuários, pois demonstram as participações espontâneas na rede social do AVA.

A extração dos dados foi realizada por meio de consultas específicas no banco de dados, obtendo-se os arquivos *csv*. Os dados extraídos contém informações referentes às interações ocorridas no sistema e participação nas atividades, ex: data, ator que originou, ator responsável, nota, etc. Os conteúdos das mensagens enviadas e respostas informadas não são objetos deste estudo.

Preferiu-se utilizar o *software* R para realização das métricas e análise das redes, pelo fato da comunidade R ser bastante ativa com tutoriais, ajudas on-line e no desenvolvimento de pacotes com soluções de ARS. Existem dezenas de pacotes R dedicados a algum aspecto de análise de rede, juntos eles podem resolver tarefas desde a manipulação padrão, visualização, caracterização e modelagem de redes (KOLACZY E CSÁRDI, 2014). O fato do R ser

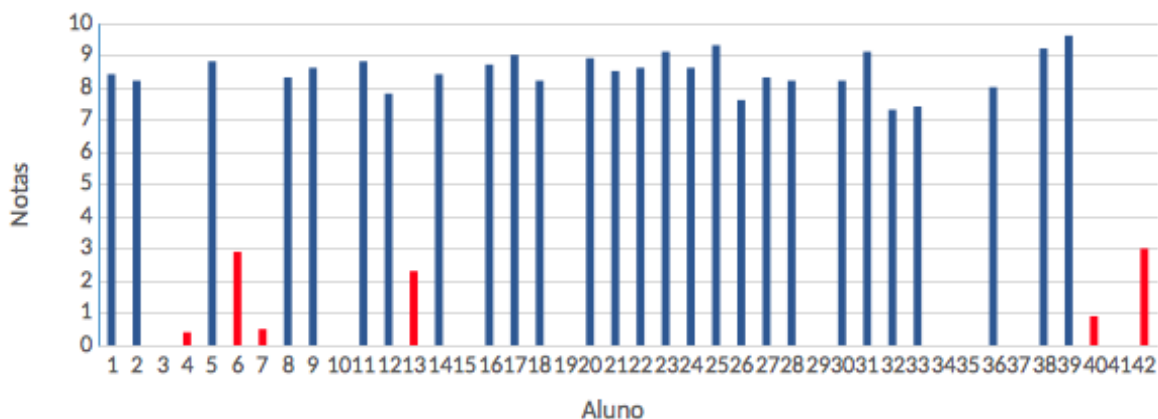
bastante conceituado, ter distribuição livre e versões para todas as plataformas contribuíram para definição deste software.

Os *scripts* para leitura dos arquivos *csv*, geração das métricas e das redes foram desenvolvidas no *software* R, versão 3.2.4, utilizando o pacote *Igraph* e ambiente de desenvolvimento RStudio 0.99.891. O pacote *Igraph* foi desenvolvido em 2005 por Gábor Csárdi, pesquisador em ciência da computação com aplicação de redes, que publica desde então, versões de atualizações deste pacote. As imagens geradas no R foram exportadas para o formato *jpeg* e as medidas de ARS calculadas foram exportadas para o formato *csv*.

4. Análise e discussão dos resultados

Da turma de 42 alunos, 27 aprovaram, 6 abandonaram e 9 foram cancelados do curso. Nesta turma não houve alunos reprovados. As notas finais de cada aluno são demonstradas no GRÁFICO 1. Os alunos cancelados não realizaram atividades, portanto receberam nota 0.

Gráfico 1 - Nota final dos alunos da turma



Com os dados coletados no AVA geraram-se as redes no *software* R e obtiveram-se os cálculos da ARS para as cinco redes analisadas: atividades, fórum, contatos, recados e mensagens. A Tabela 1 fornece as medidas das redes.

Tabela 1 - Medidas de ARS das redes

Métricas	Atividade	Fórum	Contatos	Recados	Mensagens
Densidade	0.235	0.113	0.038	0.006	0.053
Reciprocidade	0	0.326	1	0.444	0.035
Transitividade	0	0.095	0.100	0.006	0.100
Diâmetro	4	3	4	2	2
Grau	0.368	2.339	0.484	0.489	0.634
Proximidade	0.033	0.037	0.025	0.003	0.028
Intermediação	0.105	0.267	0.297	0.003	0.198
Assoatividade	0.965	-0.720	-0.512	0.118	0.227

Analisando a Tabela 1, tem-se que:

- a) as medidas indicam que a rede das atividades é um pouco densa (0,235), sem a formação de *cluster* ou reciprocidade, e com baixos valores de centralização. Características esperadas pelo fato de redes bipartites não possuírem relacionamentos entre os mesmos conjuntos de vértices;
- b) a rede do fórum é menos densa que a de atividades (0,113), mas ao contrário desta última existe uma pequena formação de *cluster* e reciprocidade, indicando a formação de grupos;
- c) a rede de contatos é uma rede mais esparsa (0,006) contendo componentes desconectados, mas com maior número de *clusters* representados pela medida de transitividade;
- d) as redes de recados e mensagens mostra que a rede de mensagens é mais densa que a de recados. Porém apesar de recados ser mais esparsa e desconectada, ela contém maior valor de reciprocidade.

Além destas medidas gerais, a ARS forneceu métricas para uma análise detalhada de cada vértice. A visualização e caracterização das estruturas da rede fazem parte desta pesquisa, pois de acordo com Kolaczy e Csárdi (2015), são elementos essenciais para realização da ARS. Desta forma, são apresentadas uma imagem para cada rede observada.

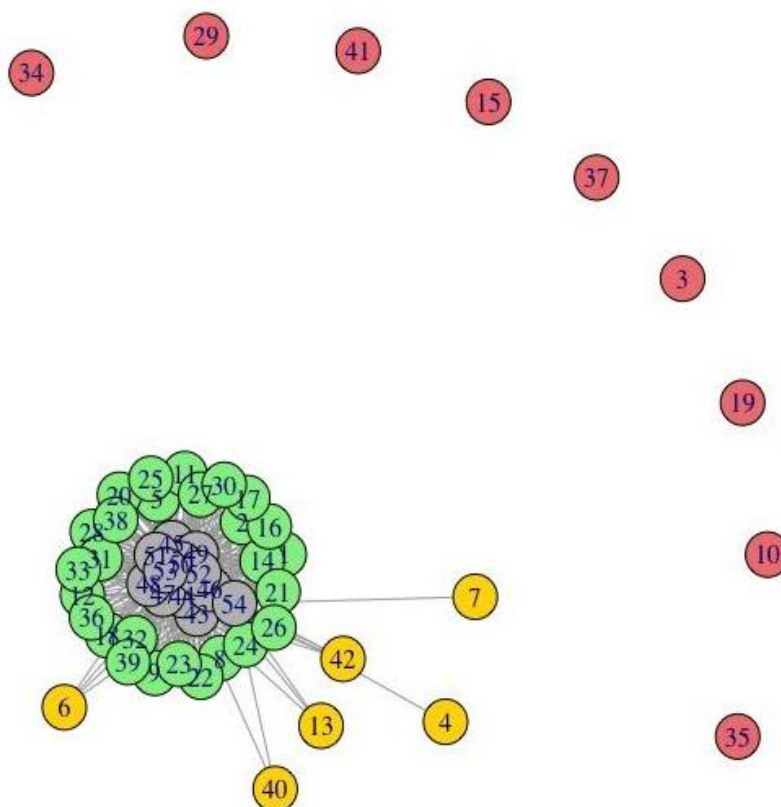
Nas visualizações, os vértices são representados por um identificador e uma cor: azul (tutor, orientadores de tutoria, coordenador tecnológico e coordenador pedagógico), verde (alunos aprovados), amarelo (alunos que abandonaram), vermelho (alunos cancelados), a cor cinza será utilizada para representar as atividades da turma.

4.1. Rede de atividades

Gerou-se um grafo bipartite, com dois conjuntos de vértices: alunos e atividades, cada aresta desta rede representa a resposta enviada pelo aluno a uma atividade, Figura 2.

Avaliando-se a imagem do grafo percebe-se que os alunos aprovados estão mais próximos aos conjuntos de atividades por ligações mais densas, correspondendo às respostas enviadas. Os alunos que abandonaram apresentam mais afastados, ligados às atividades que responderam. Já os alunos cancelados estão totalmente isolados, pelo fato de não terem respondido às atividades.

Figura 2 - Respostas de alunos às atividades



De acordo com a Figura 2, foram selecionados três vértices com características distintas (4, 10 e 26) para a verificação de suas medidas individuais e entendimento de como elas caracterizam estes vértices. Os dados estão resumidos na Tabela 2.

Tabela 2 - Medidas de ARS dos vértices 4, 10 e 26 - atividades

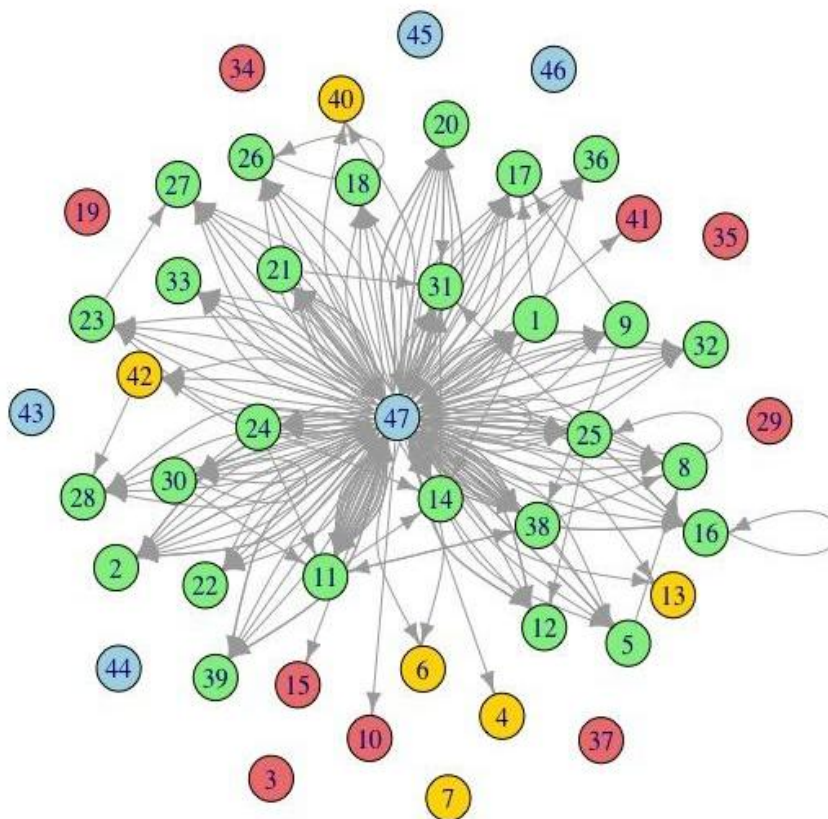
Métricas	Vértice 4	Vértice 10	Vértice 26
Transitividade	0	0	0
Grau total	1	0	11
Proximidade	0,0017065	0,0003494	0,001773
<u>Autovetor</u>	0,0552019	0	0,592781
Intermediação	0	0	4,007279
<u>Pagerank</u>	0,0045745	0,003236	0,0161879
Hub	0,08568	0	0,92006
Autoridade	0,08568	0	0,9200605

Com a visualização torna-se claro as medidas apresentadas. Observa-se que o grau representa o número de respostas de determinado aluno. As medidas de centralidade do vértice 26 são maiores, determinando que ele está mais próximo dos alunos centrais da rede.

4.2. Redes dos Fóruns

A segunda rede analisada está apresentada na Figura 3. Esta rede é direcionada. As mensagens são representadas pelas arestas e direcionadas ao participante que está sendo respondido.

Figura 3 - Mensagens entre participantes no fórum



Observando apenas a imagem deste grafo, identifica-se o esforço do tutor, representado pelo elemento central e o nível de participação dos alunos. Os alunos aprovados também são mais atuantes e centrais, comparados aos demais alunos, com pouca ou nenhuma participação. Os outros colaboradores do curso, representados pelos vértices azuis, não interferem na mediação do tutor, mas visualizam as mensagens do fórum para acompanhar como as ações estão sendo realizadas. Optou-se analisar as características de distintos indivíduos: 14, 35, 42 e 47 para verificar suas medidas. Os dados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Medidas de ARS dos vértices 14, 35, 42 e 47 - Fórum

Métricas	Vértice 14	Vértice 35	Vértice 42	Vértice 47
Transitividade	0,0909	0	0,1	0,0007815
Grau entrada	9	0	4	39
Grau saída	2	0	1	182
Grau total	11	0	5	221
Proximidade	0,00171	0,000462	0,001709	0,00181
<u>Autovetor</u>	0,387	0	0,2062	1
Intermediação	4,275	0	0	555,305
<u>Pagerank</u>	0,0291	0,00958	0,0130	0,18787
Hub	0,0064	1.737e-18	0,0041	1
Autoridade	0,4305	0	0,2844	0,11352

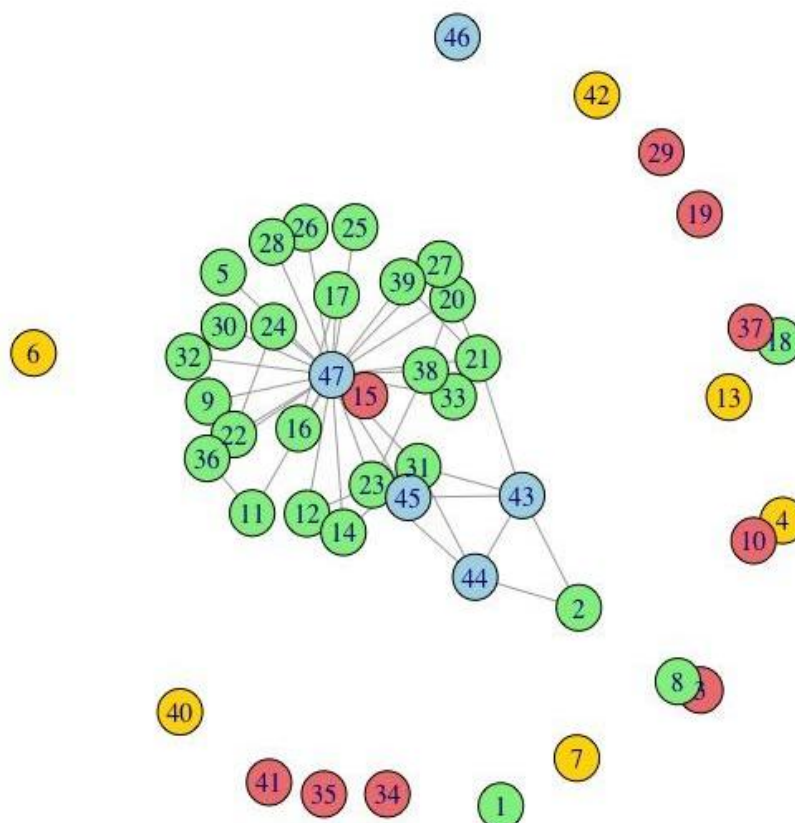
Pelas métricas de ARS dos vértices selecionados, observa-se que o 14 tem um valor maior de transitividade que o tutor 47. Este valor é justificado, pois observando novamente o grafo, é possível identificar vários grupos de 3 vértices conectadas a este vértice, ou seja, as famosas "panelinhas" existentes no ambiente acadêmico. O tutor caracteriza alto valor de grau de saída, demonstrando a forte tendência deste indivíduo influenciar outros indivíduos.

4.3. Rede de Contatos

A terceira rede analisada está apresentada na Figura 4. O respectivo grafo representa uma rede mais esparsa contendo componentes desconectados, mas com maior número de clusters representados pela medida de transitividade. Pelo fato desta rede não ser direcional, representa amizade entre dois indivíduos. Portanto conforme a reciprocidade, uma aresta corresponde uma amizade em qualquer sentido, entre dois vértices, se o 11 é amigo de 36 a mesma relação existe ao contrário.

Apesar das participações realizadas nesta rede não serem avaliativas e as ligações de amizade se formarem pelo consentimento de ambos lados, verifica-se que há uma forte tendência para identificar os alunos aprovados entre os que estão na rede. Porém, observa-se que existem alunos que alcançaram os objetivos do curso, sem participar da rede e também um aluno com forte conexão na rede estar cancelado. Estas observações esclarecem que é preciso ter cautela ao inferir algo pelas observações da rede, pois o que a rede está sugerindo nem sempre é determinante.

Figura 4 - Contatos de amizade entre participantes na turma



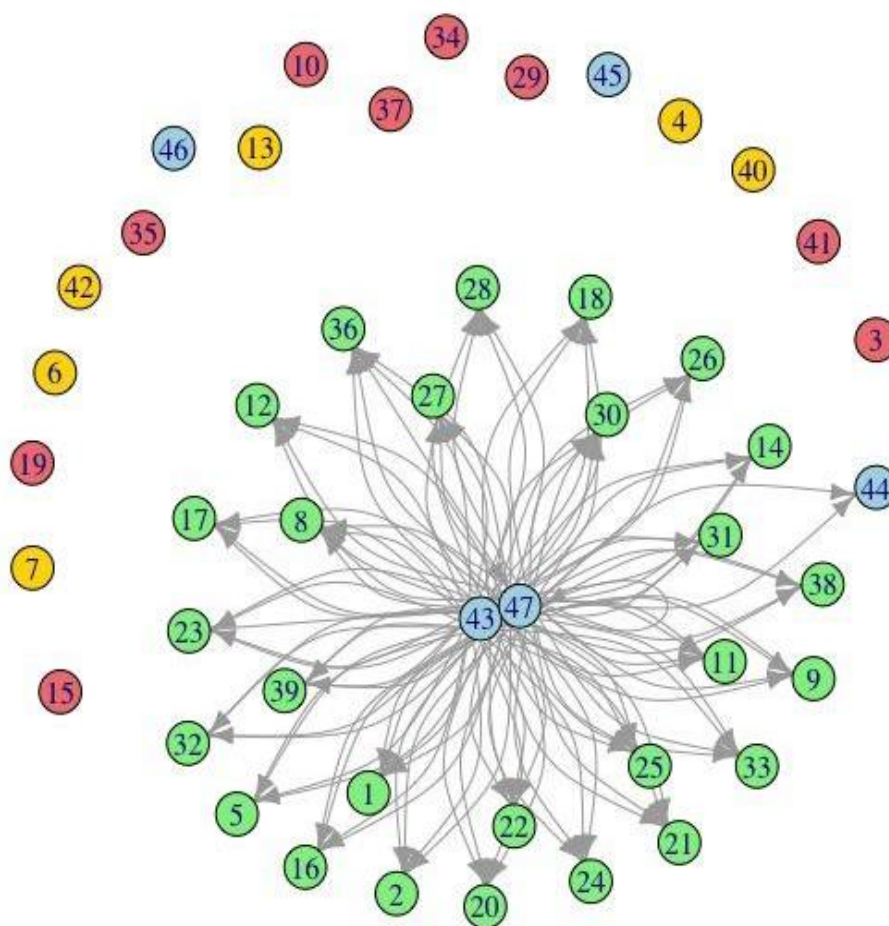
4.4. Redes de Mensagens e Recados

As Figuras 5 e 6 foram obtidas pelos dados de participação de recursos do AVA. Estes recursos são utilizados para comunicação textual entre os usuários, com a diferença do

primeiro enviar o texto para a caixa de entrada do AVA e também ao e-mail do destinatário e o segundo recurso, recados, enviar textos curtos, visualizados apenas pelo AVA.

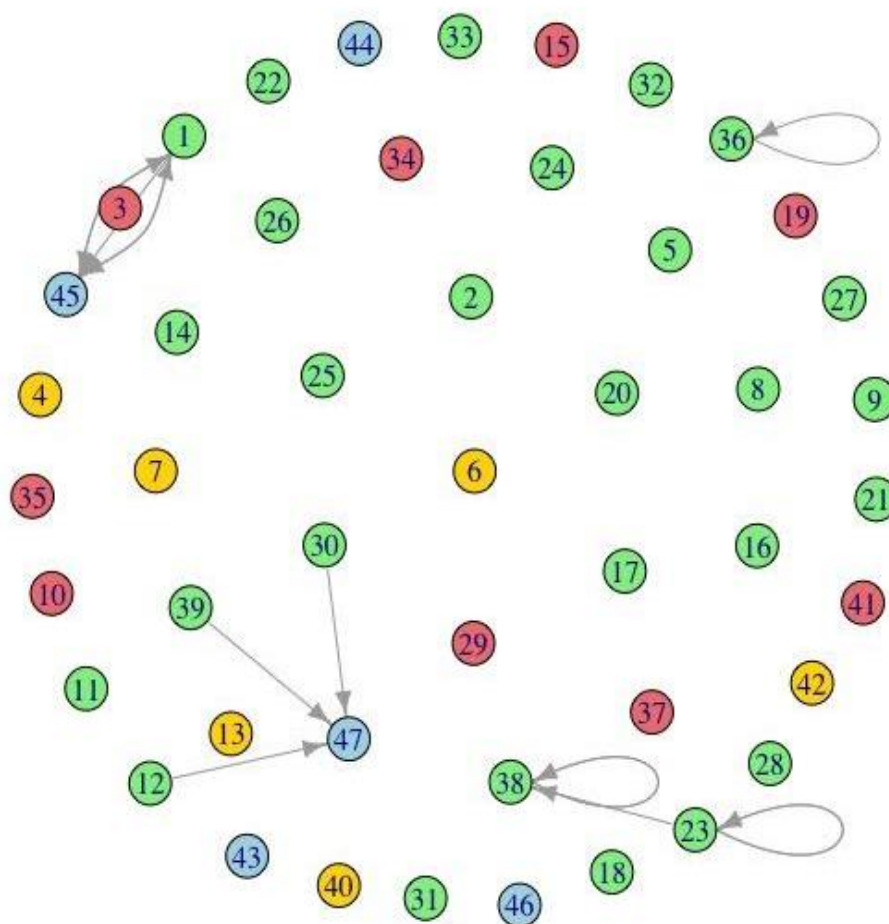
Assim como em fórum, atividades e contatos, a rede de mensagens, Figura 5, mantém os alunos aprovados na mesma componente conexa. Os alunos cancelados e que abandonaram estão às margens sem apresentar envolvimento com o grupo, mesmo padrão de leitura verificado nas redes anteriores.

Figura 5 - Mensagens entre os participantes da turma



O recurso de mensagens é mais utilizado apresentando uma rede mais densa. Porém, apesar de recados ser mais esparsa e desconectada, ela representa uma maior reciprocidade entre os indivíduos. Esta característica sugere que recados é um recurso importante para a comunicação entre dois participantes. Pelas medidas observadas, sugere uma atenção especial na investigação do baixo uso deste recurso. Esta investigação pode apontar: problemas tecnológicos, dificuldades, falta de incentivo, entre outros.

Figura 6 - Recados entre os participantes da turma



As medidas de ARS fornecem uma leitura da rede. Apesar das métricas não serem claras aos usuários que as desconhecem, associar estes valores às suas correspondentes visualizações facilita o entendimento. Comprovou-se que as medidas e as visualizações de redes conseguem representar o que acontece nas redes. Especificamente em ARS é preciso ter cautela ao realizar alguma inferência, pois as redes sociais apresentam os relacionamentos entre diferentes pessoas, pelo fato de cada ter um modo diferente de atuação, é preciso ter cuidado com generalizações.

Observando os valores encontrados pela ARS em dados provenientes de um AVA, é possível afirmar que os cursos a distância fornecem informações significativas e estratégicas sobre sua rede social. Portanto disponibilizar recursos que permitam os envolvidos em cursos a distância realizarem diagnóstico de suas redes, oferece grande oportunidade de transmitir informações significativas, que podem contribuir para melhoria do curso.

5. Conclusão

As relações e interações dos participantes nas redes sociais possibilitam monitorar e acompanhar as ações realizadas e esperadas de um curso a distância. As medidas de ARS aplicadas a estas ações, oferecem diagnósticos das redes.

Os coordenadores e gestores de cursos que realizarem a leitura de suas redes, enquanto o curso está em andamento, contarão com informações relevantes e confiáveis. Estas informações fornecem indicações e subsídios para mudanças de estratégias para alcance da excelência.

A leitura das redes por medidas de ARS e visualização por grafos é clara e precisa, diferente dos recursos de relatórios e estatísticas, geralmente disponíveis nos AVA's, que apresentam poucas informações, descontextualização e ausência de medidas de redes, que não conseguem expressar a situação do curso.

As redes representadas por grafos, transmitem informações expressivas, servindo como suporte às ARS. Sugere-se portanto, um estudo sobre as vantagens das visualizações para diagnóstico de um contexto.

6. Agradecimento

Os autores agradecem à Fapeg (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, M. de C. R.; BAZZO, W. A.; ANJOS, A.; ROVEROTO, G.; WITKOSKI, J. D. **A análise de redes sociais como ferramenta para o mapeamento de relações entre atores sociais de um projeto de extensão universitária**. Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde. v.9, n.1, 2015.
- BARRAT, A.; BARTHÉLEMY, M.; VESPIGNANI, A. **Dynamical processes on complex networks**. NY, USA: Cambridge University Press, 2008.
- BOCCALETTI, S.; LATORA, V.; MORENO, Y.; CHAVEZ, M.; HWANG, D. U. **Complex networks: Structure and Dynamics**, Physics Reports, 424, p. 175-308, 2006.
- CHRISTAKIS, N. A.; FOWLER, J. H. **O poder das conexões: A importância do networking e como ele molda nossas vidas**. Elsevier. Rio de Janeiro, 2010.
- GARBADO, A. D. **Análise de Redes Sociais. Uma visão computacional**. Novatec. São Paulo, 2015.
- HERNÁNDEZ-GARCÍA, A.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, I.; JIMÉNEZ-ZARCO, A. I., CHAPARRO-PELÁEZ, J. **Applying social learning analytics to message boards in online distance learning: A case study**. Computers in Human Behavior, v. 47, p. 68-80, 2015.
- JOHNSON, D. J. **Gestão de redes de conhecimento**. São Paulo: SENAC, 2011.
- KOLACZYK, Eric D.; CSÁRDI, Gábor. **Statistical analysis of network data with R**. New York, NY: Springer, 2014.
- LIN, F.; CHEN, C. **Developing and evaluating the social network analysis system for virtual teams in cyber communities**. In: System Sciences. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on. IEEE, 2004.
- MOORE, M. G.; KEARSLEY, G. **Educação a distância: uma visão integrada** – Edição especial ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- MORA, N.; CABALLÉ, S. D., T.; BAROLLI, L.; KULLA, E.; SPAHO, E. **Characterizing Social Network e-Assessment in Collaborative Complex Learning Resources**. Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS), Eighth International Conference, IEEE, p. 257-264, 2014.
- SACERDOTE, H.C.S.; FERNANDES, J. H.C. **Investigando as Interações em um Ambiente Virtual de Aprendizagem por meio da Análise de Redes Sociais**. InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação, v. 4, n. 1, p. 129-146, 2013.
- ROMERO, C.; VENTURA, S. **Data mining in education**. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, v.3, n.1, p. 12-27, 2013.
- WATTS, D. J. **Six degrees: the science of a connected age**. W. W. Norton and Company, New York, 2003.