

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Marcelo de Lima Freire

**ANÁLISE DE INTERAÇÃO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM COM O USO DE GRAFOS**

Fortaleza – CE

7 de dezembro de 2017

Marcelo de Lima Freire

ANÁLISE DE INTERAÇÃO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM COM O USO DE GRAFOS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Linha de Pesquisa: Computação Aplicada

Orientador: Franciso Gêvane Cunha

Coorientador: Antônio Wendell de Oliveira Rodrigues

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPI)

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC)

Fortaleza – CE

7 de dezembro de 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F866a Freire, Marcelo de Lima Freire.
Análise de interação em ambientes virtuais de aprendizagem com o uso de grafos / Marcelo de Lima Freire Freire. - 2017.
86 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ciência da Computação, Campus Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Gêvane Muniz Cunha.
Coorientação: Prof. Dr. Antônio Wendell de Oliveira Rodrigues .
1. Fórum de discussão. 2. Análise de interações. 3. Ambientes virtuais de aprendizagem. 4. Educação a distância. 5. Grafo. I. Título.

CDD 004

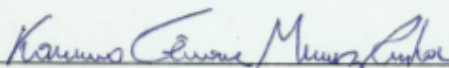
MARCELO DE LIMA FREIRE

Análise de interação em ambientes virtuais de aprendizagem com o uso de grafos

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração Ciência da Computação.

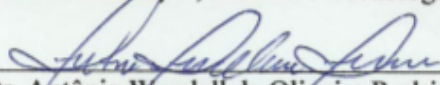
Aprovada em 26/09/2017

BANCA EXAMINADORA



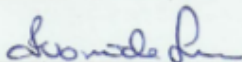
Prof. Dr. Francisco Gêvane Muniz Cunha (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - PPGCC/IFCE



Prof. Dr. Antônio Wendell de Oliveira Rodrigues (Co-Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE



Profa. Dra. Ivoneide Pinheiro de Lima
Universidade Estadual do Ceará - UECE

AGRADECIMENTOS

A minha minha mãe Socorro por seu carinho, tranquilidade e dedicação, a meu pai Geraldo (*in memorian*), uma fonte de expiração e alegria. Aos meus irmãos (Simone e Mário) pela compreensão e incentivo.

Aos que fazem o departamento de Ciência da Computação PPGCC, alunos, funcionários e professores, agradeço pelo conhecimento transmitido, as disciplinas ministradas e atenção dedicada. Meus orientadores, que acompanharam todo o andamento desta pesquisa, pela atenção dada e conhecimento compartilhado.

Os colegas de mestrado, pelos momentos de descontração, conhecimento compartilhado e incentivo constante. Em especial a Lucas Silva e Paulo Honório que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos que de alguma forma colaboraram para tornar possível a realização deste trabalho. Aos amigos que me acolheram em Fortaleza, Elimax e Marcello pela amizade e ajuda. Em especial ao Deivid Matias por sua hospitalidade e gentileza.

Não poderia deixar de agradecer a minha esposa Hanna Menezes, que sempre me apoiou desde o ingresso no mestrado, por sua paciência, compreensão e auxílio em momentos decisivos deste processo.

Grato!

*“Melhor do que mil palavras ocas,
é uma palavra que traga a paz.”
(Buda)*

RESUMO

Nesta pesquisa apresenta-se uma proposta de análise visual de interações entre alunos, em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Tendo em vista que a análise de interações em ferramentas de apoio à aprendizagem como fóruns, demandam habilidades de cruzamento de informações sobre uma grande massa de dados, torna-se uma tarefa inviável para operações humanas. Desta forma, objetiva-se detectar padrões de comportamento de alunos em fórum de discussão, por meio do uso de grafos de interações, para auxiliar o tutor no processo de avaliação. Trata-se de um estudo exploratório descritivo, com abordagem qualitativa, em que o método está dividido em três etapas: *(i) mapeamento das variáveis*, *(ii) concepção do modelo de visualização* e *(iii) análise dos grafos*. Como resultado, observou-se que, a partir de uma análise sistemática sobre o comportamento da turma, o tutor pode verificar padrões e detectar problemas, a saber: identificar aqueles alunos que interagiram pouco, que se destacam pelo grande número de postagens, que não respondem às interações, que não participam efetivamente do fórum, dentre outras situações e, assim, fornecer subsídios semelhantes às interações observadas em ambiente presencial. Por fim, conclui-se que a ferramenta proposta pode auxiliar o tutor na tomada de decisão no momento de avaliação de seus alunos, além de reduzir o tempo dedicado à análise do fórum.

Palavras-chave: fórum de discussão. análise de interações. ambientes virtuais de aprendizagem. educação a distância e grafo.

ABSTRACT

This research presents a proposal of visual analysis of interactions between students, in Virtual Learning Environments. Considering that the analysis of interactions, such as tools to support learning such as forums, require cross-information skills, which is not feasible for human operations in a large mass of data. Therefore, the objective is to detect patterns of student behavior in the discussion forum, through the use of interaction graphs, to assist the tutor in the evaluation process. It is an exploratory descriptive study, with a qualitative approach, in which the method is divided into three steps: *(i) mapping of data*, *(ii) plotting a visualization model* and *(iii) graph analysis*. Therefore, from this systematic analysis on the behavior of the class the tutor can check patterns and detect problems (*e.g.*, Identify those who interacted little, the students who stand out for the large number of postings, those who do not respond to interactions, those who do not participate effectively in the forum, among other aspects) and thus provide similar subsidies to the interactions observed in the face-to-face environment. Moreover, concluded that the proposed tool can assist the tutor in decision-making at the time of evaluation of his students, in addition to contributing to the reduction of time dedicated to the analysis of the forum.

Keywords: discussion forum. interaction analysis. virtual learning environment. distance learning and graph.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ambiente do AVA <i>Moodle</i>	22
Figura 2 – Recursos do AVA <i>Moodle</i>	25
Figura 3 – Fórum do AVA <i>Moodle</i>	26
Figura 4 – Grafo do problema das pontes de Königsberg	29
Figura 5 – Grafo direcionado (a) e Grafo não direcionado (b)	30
Figura 6 – Caracterização da pesquisa	36
Figura 7 – Grafos do Fórum 1	38
Figura 8 – Interações do aluno	39
Figura 9 – Grafos do Fórum 2	40
Figura 10 – Grafos do Fórum 3	41
Figura 11 – Relação das interações no fórum 1	42
Figura 12 – Recurso de avaliação	43
Figura 13 – Relação das interações no fórum 2	44
Figura 14 – Relação das interações no fórum 3	44
Figura 15 – Detalhamento do método	45
Figura 16 – Instrumental	47
Figura 17 – Visão geral da ferramenta	49
Figura 18 – Grafo do aluno de ID 3338	50
Figura 19 – Grafos polo Camocim	51
Figura 20 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 1, polo Camocim	52
Figura 21 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 5, polo Camocim	53
Figura 22 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 8, polo Camocim	54
Figura 23 – Grafos polo São Gonçalo	55
Figura 24 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 1, polo São Gonçalo	56
Figura 25 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 5, polo São Gonçalo	57
Figura 26 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 8, polo São Gonçalo	58
Figura 27 – Grafos polo Jaguaribe	59
Figura 28 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 1, polo Jaguaribe.	60
Figura 29 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 5, polo Jaguaribe.	61
Figura 30 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 8, polo Jaguaribe.	62

LISTA DE QUADROS

II.1	Principais ferramentas e suas finalidades no AVA	24
II.2	Classificação dos tipos de fórum	28
II.3	Trabalhos que abordam visualização de interação em fórum	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARS	Análise de Redes Sociais
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
EaD	Educação a Distância
HTML	HyperText Markup Language
JSON	JavaScript Object Notation
LMS	Learning management system
LV	Learning Vector
Moodle	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
PHP	Hypertext Preprocessor
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

I	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização	13
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Justificativa	16
1.4	Delimitação da Pesquisa	17
1.5	Estrutura da Dissertação	18
II	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	Ambientes virtuais de aprendizagem e suas TIC	20
2.1.1	Contexto histórico	22
2.1.2	Principais recursos	23
2.1.3	Fórum de discussão	25
2.2	Grafos aplicado à análise de relações sociais	28
2.2.1	Principais características	29
2.2.2	Tecnologias aplicadas à visualização de dados	31
2.2.3	Uso de grafos na visualização de interações	32
2.3	Estado da arte	34
III	METODOLOGIA	36
3.1	Caracterização da Pesquisa	36
3.2	Teste piloto	37
3.3	Detalhamento do Método	45
IV	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	48
4.1	Análise e discussão dos resultados	50
V	CONCLUSÃO	64
	Referências	67
	APÊNDICES	72
	APÊNDICE A – INSTRUMENTAL	73

APÊNDICE B – GRAFO FÓRUM 1 TESTE PILOTO	74
APÊNDICE C – GRAFO FÓRUM 2 TESTE PILOTO	75
APÊNDICE D – GRAFO FÓRUM 3 TESTE PILOTO	76
APÊNDICE E – GRAFO FÓRUM 1 POLO CAMOCIM	77
APÊNDICE F – GRAFO FÓRUM 5 POLO CAMOCIM	78
APÊNDICE G – GRAFO FÓRUM 8 POLO CAMOCIM	79
APÊNDICE H – GRAFO FÓRUM 1 POLO SÃO GONÇALO	80
APÊNDICE I – GRAFO FÓRUM 5 POLO SÃO GONÇALO	81
APÊNDICE J – GRAFO FÓRUM 8 POLO SÃO GONÇALO	82
APÊNDICE K – GRAFO FÓRUM 1 POLO JAGUARIBE	83
APÊNDICE L – GRAFO FÓRUM 5 POLO JAGUARIBE	84
APÊNDICE M – GRAFO FÓRUM 8 POLO JAGUARIBE	85

I INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Nos últimos anos, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) vem sendo bastante utilizadas como instrumento de apoio à aprendizagem, principalmente nas modalidades de ensino a distância e semipresencial. Com o advento da internet e dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), a educação tem passado por um processo de transformação constante nos métodos de ensino e aprendizagem, pois os professores, a partir destes recursos, podem desenvolver aulas mais interativas e dinâmicas, alinhadas à metodologias que façam uso de forma significativa das possibilidades de construção de conhecimento.

Neste contexto, McKimm, Jollie e Cantillon (2003), afirmam que os AVA representam um conjunto de recursos eletrônicos aplicados ao ensino e aprendizagem, compreendendo um sistema de registro, gerência e acompanhamento *online* do estudante. Sacerdote e Fernandes (2013) definem AVA como locais virtuais modelados em consonância com a internet, os quais atuam como um portal, cujo propósito essencial é a educação mediada pelas tecnologias.

Os AVA possibilitam a troca de conhecimentos sem a necessidade presencial de tutor¹ e aluno em um mesmo espaço físico, uma vez que a interação, construção e troca de conhecimento ocorre na sala de aula virtual, mediada pelas TIC. Desta forma, professores e alunos têm a oportunidade de se relacionar e compartilhar informações que contribuam para a qualidade do processo formativo.

Segundo Almeida (2015), as TIC viabilizam a comunicação multidimensional que aproxima emissores e receptores dos cursos, possibilitando criar condições de aprendizagem e colaboração. Dentre os vários recursos encontrados nos AVA, podem ser citados o *wiki*, *quiz*, *chat*, tarefa, glossário, e fórum. Estes recursos, quando bem utilizados, possibilitam ao tutor aplicá-los de acordo com as especificidades da matriz didática do curso ou andamento das turmas.

Para Romani et al. (2000) é importante que os AVA disponham de recursos para o professor acompanhar seus alunos, trazendo informações (*e.g.*, Quem enviou/recebeu mais mensagens? Quem enviou mensagens apenas para o professor? Quem não está participando?) que o oriente e ofereça subsídio para intervir no processo de ensino, ajude a identificar problemas, auxilie os alunos na utilização dos recursos, na colaboração e interação com os colegas. Logo, é importante oferecer ao professor ferramentas que apresentem uma

¹ Tutor: representa o professor virtual, ou seja, a pessoa que acompanha e avalia uma turma no Ambiente Virtual de Aprendizagem.

visão geral do comportamento dos alunos no ambiente e que concentrem informações que contribuam para melhor utilização dos recursos.

Cabe observar que, estas ferramentas por oferecerem uma visão geral da turma podem ser também de interesse do grupo gestor, para monitoramento dos membros que compõem a disciplina e assim avaliar o desempenho da turma ou mesmo do tutor.

Para os autores Sagáz e Fadel (2017) sistemas de aprendizagem a distância crescem exponencialmente, da mesma forma que soluções *web* para estes ambientes geram quantidades significativas de informações registradas em seus banco de dados, a partir do comportamento dos usuários (*e.g.*, registros de acesso, permanência nestes ambientes, consulta aos recursos, troca de mensagens entre colegas). No entanto, quando estas informações são extraídas destas bases de dados, em sua forma bruta, retirar conclusões úteis pode não ser simples. É neste cenário que ferramentas de manipulação e formatação de dados podem ser aplicadas, sendo a visualização de dados uma das possíveis formas para exposição destas informações.

Dessa forma, em função dos vários recursos presente nos AVA, técnicas de visualização de dados surgem como um meio para auxiliar o observador a identificar a interação dos alunos, e, a partir desse recurso, realizar uma análise sistemática, extrair informações úteis, que o auxilie no direcionamento de conteúdos e avaliação da turma.

Dentre as ferramentas disponíveis nos AVA, o fórum se constitui como um importante recurso para construção de conhecimento, no qual os atores envolvidos podem interagir para tratar de uma temática, criar discussões, tirar dúvidas, definir novas propostas para serem exploradas, sendo estas ações capazes de prover a interatividade entre os participantes, por meio de debates e firmar relações sociais (TENÓRIO; JUNIOR; TENÓRIO, 2015).

Segundo Cunha, Bicca e Rostas (2013), o fórum permite que os alunos trabalhem juntos no desenvolvimento de atividades, elaborem dinâmicas em grupos, exposição de projetos e colaborem nas discussões focadas na proposta do curso. As relações estabelecidas, as informações compartilhadas e os arquivos armazenados caracterizam-se como informações relevantes que tornam os fóruns importantes na avaliação a distância. No entanto, surgem algumas questões a serem abordadas, pois dependendo da quantidade de informações, a tarefa de visualização/leitura do fórum pode demandar tempo e esforço do professor para avaliar qualitativamente as interações realizadas.

Silva e Figueira (2012) destacam que a identificação das postagens não é uma tarefa simples de ser executada pelo professor, uma vez que os AVA em um contexto de interações online (fóruns) fornecem apenas uma visão global das discussões com pouca ou nenhuma hierarquia entre as postagens realizadas pelos membros. A visão detalhada de todas as interações de cada usuário, tratando-se de turmas numerosas e com alto grau

de interação, é uma tarefa trabalhosa, sendo difícil imaginar uma ferramenta que analise todas estas ações.

Neste contexto, procurando auxiliar o professor no momento de avaliação, técnicas de visualização de dados têm sido propostas, como pode ser observado na pesquisa realizada por Suraj e Roshni (2015), na qual os autores destacam que estas técnicas podem ser aplicadas como ferramentas de monitoramento para expor as interações entre os atores, servindo para auxiliar o professor no momento de avaliação. Técnicas de exposição de informações (*e.g.*, gráficos, mapas, grafos) têm sido aplicadas para exibir o comportamento dos usuários no ambiente virtual, como forma de melhorar a experiência do professor no momento de avaliação.

Ramos (2016) propõe a utilização de grafos como forma de auxiliar o professor no momento de observar quais atividades o aluno visitou no ambiente e quantas consultas foram realizadas a esta atividade. Observa-se no trabalho do autor um recurso que pode guiar o professor a acompanhar o desempenho do aluno. Diante do exposto, observa-se a importância do uso de recursos de visualização de dados de forma quantitativa, qualitativa, esquemática e sintética, que facilite o processo de leitura e interpretação dos dados.

Logo, torna-se pertinente investigar como extrair informações das bases de dados desses ambientes, com o propósito de contribuir com o processo de avaliação, a partir de recursos de visualização, a exemplo do grafo. Tal alternativa de modelagem e exposição de dados, que concentra informações por meio de uma modelagem, possibilita ao tutor ou mesmo grupo gestor identificar e analisar as interações de uma turma e/ou um aluno. Coletar estas informações direto na base de dados destes ambientes demandaria, além de conhecimento de uma linguagem de consulta, tempo e esforço do professor.

Assim, estes recursos possibilitam ao tutor obter uma visão global e melhor acompanhamento da turma. Para Moore e Kearsley (2007), o sucesso na EaD está relacionado com um bom sistema de gerenciamento, sendo essencial que o tutor disponha de recursos e suporte para auxiliá-lo em suas práticas. Os autores destacam ainda que, as interações entre os alunos são uma característica importante e podem ser fomentadas por diversos meios de comunicação. Assim, é importante dispor de ferramentas que ofereçam informações de forma centralizada e acessível ao professor e que o mesmo possa, a partir destas tecnologias, identificar problemas, partindo de uma visão geral e que também possa analisar individualmente cada ator.

Diante do exposto, na presente pesquisa será abordado o uso de grafos na visualização das interações realizadas no fórum, como forma de contribuir para melhoria no processo de avaliação. Desta forma, tem-se a seguinte **questão** de pesquisa:

Como o professor pode obter informações da participação dos alunos em fóruns de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, semelhante ao que ele

consegue observar em interações da turma em aula presencial?

1.2 Objetivos

Nesta seção, são apresentados, em linhas gerais, o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisas.

1.2.1 Objetivo Geral

Detectar padrões de comportamento de alunos em fórum de discussão que auxiliem o tutor no processo de avaliação por meio do uso de grafos de interações.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar padrões referentes às interações registradas no fórum do Ambiente Virtual de Aprendizagem;
- Estudar técnicas de avaliação de grafos para análise das interações do fórum em Ambiente Virtual de Aprendizagem;
- Tratar os dados provenientes da base de dados AVA Moodle ² (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*);
- Demonstrar visualmente as interações do fórum de Ambiente Virtual de Aprendizagem por meio de grafos;
- Elencar indicadores extraídos sistematicamente das variáveis obtidas nos grafos gerados.

1.3 Justificativa

A presente pesquisa justifica-se, principalmente, pelos seguintes aspectos: **(i)** a necessidade de ferramentas que auxiliem o professor no processo de tomada de decisão, na avaliação do desempenho dos alunos em fórum de ambientes virtuais de aprendizagem; **(ii)** a utilização de grafos aplicados ao ensino como forma de visualização de dados; e **(iii)** as limitações das ferramentas de análise de interações para os AVA mais utilizados.

Alguns estudos têm sido desenvolvidos, em especial nos últimos anos, a fim de aplicar estratégias de exposição de informações de forma visual, com a finalidade de auxiliar o professor no ensino em AVA. Como observado nos estudos de Sacerdote e Fernandes (2013) e Ribeiro, Melo e Dantas (2016), os autores abordam técnicas de exposição de

² Uma plataforma projetada para oferecer aos professores, administradores e aprendizes, um sistema completo, seguro e integrado para criar e personalizar um ambiente de ensino e aprendizagem - <https://docs.moodle.org>

informações em grafos como forma de auxiliar o professor na observação do comportamento dos alunos no ambiente AVA.

Segundo Romani et al. (2000), expor dados visualmente é uma forma de auxiliar o observador a diferenciar comportamentos em grupos, uma vez que sua percepção pode identificar no modelo visual informações sobre o conjunto de dados analisados, reduzindo assim seu esforço cognitivo. Logo, a informação apresentada em formato visual pode auxiliar o tutor reduzindo tempo e esforço no momento de análise do comportamento da turma em um fórum, e da mesma forma, gestores podem a partir desse recurso acompanhar seu grupo de tutores tendo a possibilidade de verificar desempenho destes no ambiente. O tratamento das informações nos AVA é uma questão importante no momento de avaliação, pois, como destacado por Felipe et al. (2015), os recursos com o propósito de monitoramento podem contribuir para alcançar uma melhor gestão das relações estabelecidas no ambiente.

Com isso, torna-se importante a investigação de tecnologias que deem a possibilidade de acompanhamento dos atores no AVA. Assim, a consideração do aspecto visual, como forma de tratamento da informação vem se consolidando como fator relevante na análise de relacionamentos em um grupo.

Tendo em vista a importância da tarefa de avaliação e acompanhamento do desempenho dos alunos, a construção de modelos que auxiliem o professor nesta difícil tarefa deve contemplar um estudo aprofundado das reais necessidade de visualização de dados, pois a forma como os dados são expostos podem contribuir para que o professor possa observar uma realidade que de forma presencial seria difícil.

No caso do fórum, o processo de visualização das interações por meio de grafos proporciona ao professor/tutor uma visão sistêmica das relações estabelecidas nesse espaço. Alguns fatores como tempo de aula, turmas numerosas e quantidade de conteúdo tornam complexa e trabalhosa a tarefa de analisar em detalhes o comportamento do aluno, grau de interesse, participação e desempenho, sendo fatores inerentes à percepção do docente e de grande impacto no processo avaliativo.

1.4 Delimitação da Pesquisa

O presente estudo irá abordar a visualização das informações presentes nos fóruns do AVA *Moodle* por meio de grafos, expondo os relacionamentos estabelecidos entre os participantes que compõem uma disciplina. Optou-se por estudar o fórum por ser um recurso em que as relações e as discussões são amplamente debatidas, caracterizando assim uma fonte potencialmente significativa em recursos de informações a serem analisadas.

Segundo Martins e Silva (2016), o fórum de discussão representa uma das ferramentas mais utilizadas nos ambientes virtuais de aprendizagem, por este recurso dispor

de um local no qual o tempo e espaço podem ser organizados de acordo com as discussões propostas. Os autores abordam, também, que esta ferramenta permite a troca de mensagens entre os participantes, de modo que sejam visíveis para que todos possam se beneficiar dos comentários, perguntas e respostas geradas pelo debate. Buscando assim promover um espaço de diálogo semelhante ou mesmo superior a sala de aula.

O levantamento dos dados foi realizado a partir de uma disciplina do Curso de Licenciatura em Matemática a distância, da Universidade Aberta (UAB) do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Ceará (IFCE), aplicada em onze polos. Sendo, para o estudo selecionados três polos com turmas acima de 30 alunos, tendo sido aplicado na disciplina 5 fóruns avaliativos dos quais foram analisados três fóruns: o da primeira aula, quinta aula e o da oitava aula.

A escolha pelo referido curso se deve ao fato de ter sido um dos primeiros cursos a distância a ser implantado na instituição, que possui um número representativo de alunos e polos. Além disso, o curso foi recentemente avaliado pelo MEC como um dos melhores cursos em Educação a Distância.

1.5 Estrutura da Dissertação

A dissertação está organizada em cinco capítulos: introdução, fundamentação teórica, metodologia, apresentação e discussão dos resultados e por último a conclusões.

- **Capítulo I: Introdução**

Apresentação da contextualização do tema de estudo, problemática, questão da pesquisa, hipóteses, objetivos, justificativa e delimitação do estudo.

- **Capítulo II: Fundamentação teórica**

Neste capítulo tem-se uma abordagem sobre os Ambientes Virtuais de Aprendizagem, destacando conceitos e características; um breve contexto histórico acerca da evolução dos AVA e seus principais recursos, com ênfase no fórum de discussão. Em seguida tem-se uma explanação sobre o uso de grafo aplicado à análise de relações sociais, no qual são abordados os conceitos que envolvem a teoria de grafo e sua aplicação na análise de relações sociais, mostrando as principais características e tecnologias empregadas e um estudo sobre os modelos de visualização de grafos. Ao final, são apresentadas pesquisas relacionadas ao presente estudo que abordam o uso de grafos com propósito de expor a interação entre os participantes de fórum, a partir de estratégias que se relacionam com a teoria dos grafos.

- **Capítulo III: Metodologia**

Neste capítulo tem-se a caracterização da pesquisa, os métodos e técnicas utilizados no estudo e as etapas do método adotadas neste estudo. Apresenta-se

também os resultados alcançados a partir de uma teste piloto o qual procurou verificar a viabilidade da ferramenta proposta.

- **Capítulo IV:** *Apresentação e discussão dos resultados*

Neste capítulo tem-se a apresentação da ferramenta proposta no estudo, aplicada a um contexto de uso real, análise e discussão dos resultados alcançados.

- **Capítulo V:** *Conclusão*

Neste capítulo são apresentados os principais resultados alcançados na pesquisa, bem como o seu alinhamento à questão de pesquisa, objetivos e hipótese levantada no estudo. Por fim, são feitas as considerações finais, expondo as principais dificuldades enfrentadas no andamento da pesquisa, limitações e sugestões temáticas para trabalhos futuro.

II FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo expõe conceitos que envolvem os AVA, apresentando um breve contexto histórico sobre a sua evolução e principais recursos, com ênfase para o recurso fórum. Em seguida, será abordado o uso de grafos aplicado à análise de relações sociais, mostrando suas principais características, tecnologias empregadas e um estudo sobre os modelos de visualização de grafos. Ao final, serão apresentadas algumas pesquisas relacionadas ao presente estudo, que abordem uso de grafos com o propósito de expor a interação entre os participantes de fórum, a partir de estratégias que se relacionam com a teoria dos grafos.

2.1 Ambientes virtuais de aprendizagem e suas TIC

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem são também conhecidos como Sistemas de Gestão de Aprendizagem, do inglês, *Learning Management System (LMS)*. Eles podem ser definidos como locais modelados em consonância com a Internet, os quais ofertam serviços parecidos com um portal de conteúdos, cujo propósito essencial é prover um ambiente educacional por meio das Tecnologias de Informação e Comunicação (SACERDOTE; FERNANDES, 2013).

Dentre os avanços que as TIC têm proporcionado à educação, os AVA vem se apresentando como ferramentas potencialmente significativas em recursos, que quando bem utilizados, podem tornar-se importantes aliados nos processos de ensino e de aprendizagem. Para Verdú-Surroca e Martin-Fuentes (2016), os AVA podem ser considerados como um local que agrega um conjunto de TIC e reúne em um único espaço alunos, tutor, recursos de aprendizagem e recursos de comunicação.

De acordo com Grossi, Moraes e Brescia (2013), existe uma variedade de AVA (*e.g.*, *TelEduc*, *AulaNet*, *Moodle*, *Solar* e *Sócrates*), que auxilia na criação de novas metodologias educacionais, uma vez que estes ambientes ganham espaço e contribuem para ampliação do ensino a distância. Dessa forma, cabe aos gestores e educadores analisar o AVA que melhor atenda às necessidades de um curso a ser ministrado e adaptá-lo às práticas de ensino que se deseja aplicar.

Os AVA podem ser descritos como ambientes nos quais professores e alunos, e também todo grupo responsável pela gestão administrativa, corroboram para o bom desempenho da equipe, focada na aprendizagem do aluno (MUNHOZ, 2013). Assim, os AVA também podem representar o espaço em que o aluno pode sentir-se amparado e acompanhado, tal qual no ambiente presencial.

Para Moran, Masetto e Behrens (2015), os professores devem estar abertos às metodologias que levem a uma aprendizagem colaborativa, centrada em projetos criativos e desafiadores, que vá além dos laboratórios e salas de aula. Uma alternativa para os professores assumirem estes desafios é procurar relacionar espaços virtuais/presenciais. Com isso, tem-se a importância dos AVA no contexto do ensino semipresencial, como forma de estabelecer uma aproximação entre professor/aluno e aluno/aluno, uma vez que o ambiente físico não cobre todas as características que envolvem os alunos. Desta forma, os AVA se constituem como importantes recurso na aprendizagem, uma vez que podem despertar a interatividade e promover uma exposição clara destes relacionamentos, facilitando o monitoramento e a gestão destes atores presentes na plataforma.

Dentre esses AVA, o *Moodle- Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* - é um dos mais utilizados pelos brasileiros, por ser um sistema livre, personalizável e dispor de opções para acompanhar o uso dos recursos pelos alunos no ambiente (Figura 1) (ALONSO; SILVA; MACIEL, 2012).

O *Moodle* foi desenvolvido pelo australiano Martin Dougiamas, com formação em ciências da computação, tendo iniciado o projeto deste AVA por volta de 1990. Segundo Franco (2010) pela formação de Dougiamas em Ciências da Computação, Mestrado e Doutorado em educação o guiaram para o desenvolvimento do *Moodle*, pois Dougiamas acreditava que um sistema para auxiliar na gestão de cursos online seriam significativamente melhores se desenvolvidos por pessoas da área de educação e não de engenharia.

Na Figura 1 é apresentada uma divisão dos principais blocos, que constituem uma disciplina no AVA *Moodle*. No **bloco mural de avisos** são, geralmente, apresentadas informações relevantes sobre o andamento da disciplina; no **bloco de aula** tem-se o espaço destinado ao conteúdo da aula (*e.g.*, título, descrição e atividades); no **bloco recursos da aula**, tem-se o espaço no qual são dispostos recursos que constituem a aula (*e.g.*, fórum, tarefa, glossário).

No **bloco administrativo** tem-se o espaço voltado para grupo administrativo, apresentando opções mais específicas ligadas as configurações de restauração, *backup*, personalização e *layout* do ambiente. Contudo, esse espaço também pode ser utilizado pelo tutor para personalizar o ambiente da sua disciplina, além de verificar o desempenho da turma, por meio de relatórios de avaliação. Por fim, no **bloco de navegação** tem-se opções de acesso a outras aulas, caso existam na disciplina, ou retornar a página inicial do ambiente.

1990, com o AulaNet, sendo este o primeiro AVA do país. Esse ambiente foi desenvolvido por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO), sendo distribuído de forma livre (SARAIVA, 2010). Contudo, de acordo com Saraiva (2010), o AulaNet só veio a ser disponibilizado a partir de 1998.

O desenvolvimento dos AVA segue neste período, mantendo a proposta inicial de plataforma livre, sendo as pesquisas desenvolvidas e compartilhadas livremente. Seguindo esta mesma proposta de software livre, surge o TelEduc, um AVA desenvolvido de forma conjunta pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) e pelo Instituto de Computação (IC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (SARAIVA, 2010). Segundo Silva (2017), uma vez que os recursos deste ambiente foram customizados, levando em conta exigências demonstradas pelos usuário, alguns aspectos determinantes neste ambiente são: a facilidade de uso pelo usuário não *expert* em computação, um conjunto reduzido de recursos e praticidade na utilização. O mesmo autor relata, ainda, que a primeira versão do TelEduc foi distribuída gratuitamente em 2001, ganhando destaque nacional e internacional.

Para Silva (2017), existe uma quantidade significativa de AVA com um boa qualidade de interface. Como exemplo, além dos já citados, o autor destaca: *Comunidade USEn*, *Rooda*, *Claroline*, *eFront*, *Atutor*, *OLAT*, *Docebo*, *Dokeos*, *Ilias*, *Openelms*, *Moodle*, *ROODA*, *Blackboard*, *e-proinfo*, *Tidia-Ae*, *Edmodo* e *Sakai*. O mesmo autor evidencia que o *Moodle* é o AVA de código livre mais utilizado, por apresentar uma maior aceitação por parte das instituições.

A seguir são apresentados alguns dos principais recursos dos AVA, com ênfase no AVA *Moodle*, por ser o ambiente utilizado para o desenvolvimento deste estudo.

2.1.2 Principais recursos

Na EaD, os AVA são essenciais para o desenvolvimento de atividades em uma disciplina, pois agregam vários recursos, os quais podem ser utilizados pelo professor tutor para programar atividades que atendam às especificidades dos conteúdos abordados, de acordo com o plano de ensino. Como destacado por Sacerdote e Fernandes (2013), os recursos destes ambientes têm como característica fundamental auxiliar o professor a conduzir uma boa aula na sala virtual, como uma forma de suprir a distância de tempo/espço até o aluno.

Tendo em vista o modo de interação, os recursos disponíveis nos AVA podem ser classificados em síncronos e assíncronos. Os recursos **síncronos** são aqueles em que, os usuários precisam estar *online* para que a emissão e recepção das mensagens ocorra de forma simultânea (*e.g.*, *chat*, webconferência), por outro lado, os **assíncronos** são aqueles em que os usuários não precisam estar online ao mesmo tempo, uma vez que as mensagens

enviadas podem ser armazenadas e consultadas em tempos distintos (*e.g.*, *wiki*, fórum) (COSTA; MACHADO; FERREIRA, 2012).

Desta forma, esses recursos trazem a possibilidade de contribuir não apenas para reduzir a distância, mas facilitam a aquisição de conteúdo de forma mais efetiva e participativa. De acordo com Class (2001), essas ferramentas podem ser categorizadas nos seguintes grupos de funções: informação, comunicação, colaboração e gestão. No Quadro II.1 são apresentados os principais atributos de ferramentas encontradas nos AVA, bem como uma descrição de sua aplicação.

Quadro II.1 – Principais ferramentas e suas finalidades no AVA

Categoria	Descrição
Informação	Refere-se aos recursos que viabilizam o acesso as informações (<i>e.g.</i> , quadro de avisos, agenda).
Comunicação	Refere-se aos recursos que viabilizam um canal de comunicação e troca de dados entre aluno/aluno e aluno/tutor (<i>e.g.</i> , <i>chat</i> , fórum).
Colaboração	Refere-se aos recursos que possibilitam o aluno compartilhar suas atividades com os colegas e construí-las em grupo (<i>e.g.</i> , <i>wiki</i>).
Gestão	Refere-se aos recursos de organização disponíveis para o aluno/tutor como por exemplo: consulta de materiais e elaboração de conteúdo (<i>e.g.</i> , <i>quiz</i> , biblioteca).

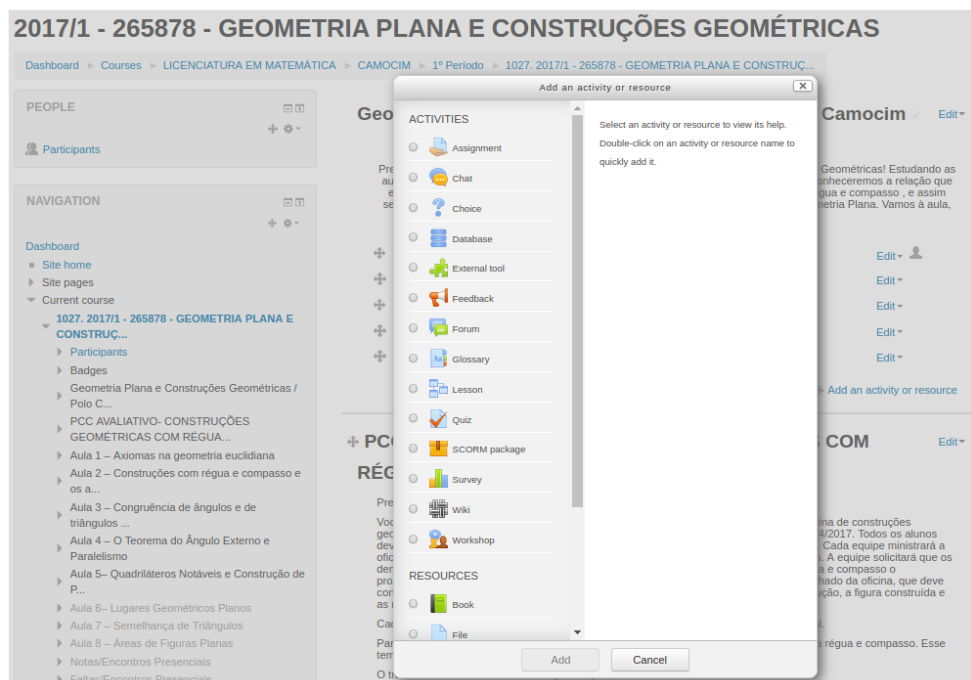
Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Class (2001).

Os atributos apresentados no Quadro II.1, de modo geral, permitem aproximar os atores presentes no ambiente, uma vez que parte destes recursos são direcionados para ações em grupos, e disponibilizam locais para o desenvolvimento de atividades de forma individual e/ou em equipe. Com isso, a junção destas ferramentas alinhadas ao empenho de todo o grupo, traz a possibilidade de crescimento de toda a equipe.

Munhoz (2013) afirma que estes ambientes trazem uma forma diferenciada do modelo tradicional presencial, pois em uma proposta a distância viabiliza-se uma aprendizagem focada na resolução de problemas, interação entre os colegas e, ao mesmo tempo, uma aprendizagem autônoma. Assim, estes recursos, se bem aplicados, podem melhorar a qualidade da formação do aluno, na tomada de decisões cotidianas e, conseqüentemente, na sua formação profissional.

Dentre os principais recursos disponíveis no AVA *Moodle*, que podem ser aplicados a uma aula virtual, tem-se: chat, fórum de discussão, tarefa, questionário, wiki e glossário, além da incorporação de recursos externos (*e.g.*, links, vídeos, arquivos) (Figura 2).

Figura 2 – Recursos do AVA Moodle



Fonte: Curso de Licenciatura em Matemática UAB-IFCE, adaptado pelo autor

- **Chat:** recurso que permite aos participantes estabelecer uma discussão em tempo real. Possibilita ao tutor rever as discussões passadas e avaliá-las.
- **Fórum de discussão:** recurso que permite aos estudantes e tutor trocar ideias a partir de conteúdos postados, além disso, é possível enviar imagens e vídeos para serem incluídos nas mensagens.
- **Tarefa:** recurso que disponibiliza para o aluno um local para o mesmo postar as atividades exigidas pela disciplina. Após o aluno enviar a atividade, o professor pode efetuar a revisão e emitir um *feedback* para o aluno no mesmo ambiente.
- **Glossário:** recurso que permite ao aluno construir uma lista de definições semelhante a um dicionário.
- **Wiki:** recurso que possibilita aos alunos construir um documento web de forma colaborativa, essencialmente representa uma página web desenvolvida por todos alunos sem necessariamente conhecer HTML.
- **Questionário:** recurso que permite ao aluno responder um conjunto de questões, que foram previamente elaboradas pelo tutor, sobre um determinado conteúdo.

2.1.3 Fórum de discussão

Há algum tempo, as ferramentas que viabilizam a colaboração entre grupos vem passando por mudanças, pois os recursos (*e.g.*, fórum, *chats*, comunidades virtuais, *blogs*, videoconferência), auxiliados pelo avanço das redes de alta velocidade, ganham cada vez

mais espaços nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

Segundo Munhoz (2013), ao estudar conceitos que envolvem redes sociais é importante identificar aqueles usuários que participam ativamente no grupo. O autor destaca ainda que existem alguns atores (*e.g.*, gestores, tutores, conteudistas), que realizam o acompanhamento e monitoramento com foco no aluno. Contudo, é importante salientar que além do aluno, deve existir um acompanhamento do tutor, para que este também seja avaliado quanto a suas ações no ambiente, ou seja, se o mesmo assume um papel ativo, no sentido de oferecer o suporte necessário ao bom desenvolvimento do aluno.

Nesse contexto, o fórum pode ser visto como um recurso voltado para o estabelecimento de interações entre grupos, a partir da troca de mensagens em ambientes online. Segundo Azevedo, Behar e Reategui (2012), o fórum é uma ferramenta, presente no AVA, que viabiliza a comunicação entre os membros de uma turma, garantindo aos alunos a possibilidade de assumir um posicionamento diante de uma temática proposta, compartilhar opiniões, e esclarecer questões a partir dos conceitos que estão sendo dialogados (ver Figura 3).

Figura 3 – Fórum do AVA Moodle

The screenshot displays a Moodle forum interface. At the top, the course title is '2017/1 - 265878 - GEOMETRIA PLANA E CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS'. Below this, a breadcrumb trail shows the path from the dashboard to the specific forum post. The forum post itself is titled '[Aula 1] [Fórum 1] Fórum aula 1 [2,5]' and was posted by 'Alano' on Sunday, 5 March 2017, at 2:29 PM. The post content includes a welcome message and a list of topics for discussion: 'Do que trata os axiomas de ordem na Geometria?', 'Aponte situações geométricas em que podemos observar a aplicação dos axiomas de ordem.', and 'Discuta com os colegas qual a importância do uso dos axiomas na demonstração de um teorema.' The forum also shows a reply from 'Alano' dated Wednesday, 1 March 2017, at 3:26 PM, which is a greeting and a reminder to participate in the forum.

Fonte: Curso de Licenciatura em Matemática UAB-IFCE, adaptado pelo autor

Geralmente, o andamento do diálogo em um fórum segue uma série de regras previamente esclarecidas ao usuário que está ingressando no grupo, inclusive estabelecidas em concordância com as leis brasileiras, que proíbem o uso de tal ferramenta para ações relacionadas à pedofilia e racismo (CARVALHO; IVANOFF, 2010). Portanto, deixando claro que toda e qualquer ação do aluno, que esteja em discordância com o que foi previamente informado trará alguma consequência para o aluno, dependendo da falta cometida pode até ser expulso do ambiente.

Para Oliveira et al. (2012), por meio das relações sociais definidas em grupos as pessoas passam a compartilhar conteúdos e ideias de interesse comum. Identificar estes grupos em particular é uma atividade importante, levando em consideração o desempenho e fatores positivos que esta formação está originando. De posse desta informação o tutor pode traçar estratégias para trazer membros que estejam ausentes para estes grupos.

Ao mesmo tempo em que a interação entre grupos é estimulada pelo professor, como forma estratégica de ampliar o conhecimento sobre o tema em debate, surge o desafio de avaliar fóruns, em que a temática foi amplamente discutida, sendo nesta situação que os recursos de auxílio ao tutor podem ser úteis ao tornarem o processo de avaliação mais rápido e eficiente.

Para Sales et al. (2008) nos AVA podem ser encontrados uma série de recursos indicadores de desempenho (*e.g.*, gráficos, acompanhamento de notas e registros de acessos) para o tutor acompanhar os cursistas. Entretanto, os autores colocam que estes recursos acabam por trazer sobrecarga para o tutor, principalmente quando se tratam de turmas numerosas, de forma que estas ferramentas não permitem realizar o monitoramento constante do aluno.

Cabe observar que, muitas das informações relacionadas aos alunos são encontradas em tabelas, não sendo realizado tratamento dos dados ou correlação destes. Assim, são importantes ferramentas que relacionam estas informações e disponibilizam meios para que o professor possa extrair dados, que o orientem nas análises e tomadas de decisões. A partir do momento que os dados são tratados, passando por filtros, apresentando também informações em tempo real, com opções para que o tutor possa especificar o que deseja observar, surge a possibilidade de reduzir esforço, tempo empenhado para gerenciar e orientar uma turma.

No Quadro II.2 tem-se os tipos de fórum com uma breve definição, que faz menção aos estilos de fóruns que podem ser criados no AVA *Moodle* e suas respectivas descrições. Para este estudo, é importante identificar esta classificação, uma vez que a organização dos alunos, de acordo com o tipo de fórum que venha a ser aplicado na disciplina, pode ser diferente e, possivelmente, conduzir a mudanças na forma como os dados são apresentados.

Assim, estando o tutor ciente destas informações, a análise dos grafo pode tornar-se mais clara (*e.g.*, para o tipo de fórum em que cada usuário inicia um novo tópico), pois neste modelo todos os membros do grupo podem criar uma proposta de fórum. Dessa forma é possível observar o aluno como elemento central das interações.

Mediante o exposto tem-se a importância do estudo de grafo, em um contexto social, no sentido de investigar as relações entre grupos e a possibilidade de a partir da exposição visual identificar aspectos que contribuam para o processo de ensino e aprendizagem.

Quadro II.2 – Classificação dos tipos de fórum

Fóruns do <i>Moodle</i>	Descrição
Cada usuário inicia apenas um novo tópico	Representa um estilo de fórum, onde cada aluno pode adicionar somente um tópico atuando como moderador do tópico criado.
Fórum Geral	Representa um estilo de fórum aberto, no qual todos podem criar novos tópicos.
Fórum P e R (perguntas e respostas)	Representa um estilo de fórum, em que o aluno só consegue visualizar as postagens dos colegas quando efetua sua primeira contribuição.
Fórum Padrão exibido em um formato de blog	Representa um estilo de fórum, em que as mensagens são apresentadas em formato de blog, pois à medida que as mensagens são postadas vão sendo estruturadas uma abaixo da outra.
Uma única discussão simples	Representa um estilo de fórum, em que o aluno responde aos tópicos já criados, pois o mesmo não pode iniciar novos temas.

Fonte: Elaborado pelo autor

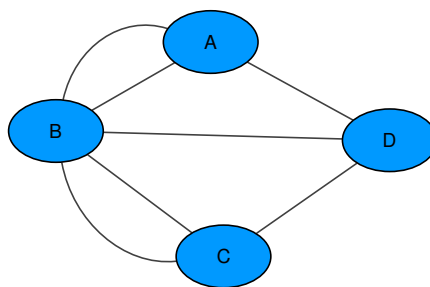
2.2 Grafos aplicado à análise de relações sociais

A utilização de grafos para representação visual não é uma ideia nova, pois, segundo Koh, Dong e Tay (2007), uma das primeiras abordagens sobre o assunto data de 1736, quando o matemático suíço Leonhard Euler publicou um artigo intitulado *The solution of a problem to the geometry of position*, no qual expôs a solução do famoso problema das pontes de Königsberg, provando não ser possível realizar um passeio por todas as 7 pontes, sem repetir alguma ponte já visitada.

No livro intitulado *Grafos: Teoria, modelos, algoritmos*, Netto (2012), propõe uma abordagem sobre o uso de grafos como ferramenta de auxílio na compreensão das explicações de um conteúdo teórico. Uma vez que grafos oferecem a possibilidade de modelar alguns problemas de forma visual, ele pode ser um importante recurso de visualização de grande quantidade de dados.

Um grafo $G=\{V, E\}$ consiste de um conjunto, não vazio e finito, de vértices V e de um conjunto de arestas E , constituído de pares de vértices de V . Uma descrição mais formal de um grafo pode ser observada em Goldbarg e Goldbarg (2012), na qual os autores descrevem grafo como sendo um conjunto abstrato de vértices, em que as interligações entre os vértices são definidas por arestas. Nesta figura, o conjunto de elementos $V=G(V)=\{A, B, C, D\}$ representa os pontos de partida, enquanto que as linhas representam as pontes.

Figura 4 – Grafo do problema das pontes de Königsberg



Fonte: Elaborado pelo autor

Com esta abordagem, várias aplicações podem ser modeladas utilizando grafos como descrito por Powell (2015), que define grafo como uma representação visual constituída de uma coleção de pontos interligados por linhas, sendo um ótimo recurso para representar, por exemplo, taxas de propagação de doença, rotas de transporte representando as interligações entre as ruas de uma cidade, estudos de fenômenos químicos e estudos de comunicação social, dentre outros.

2.2.1 Principais características

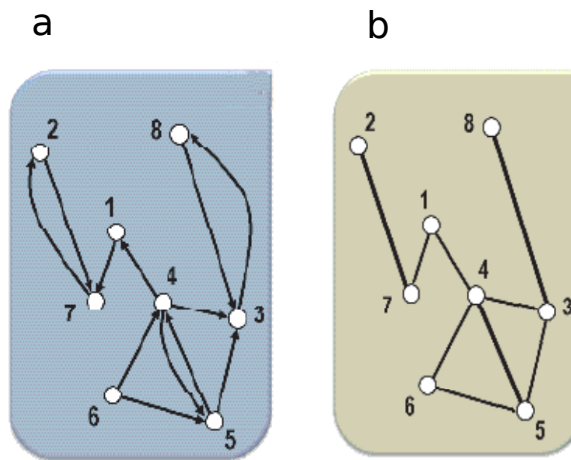
O estudo de grafo envolve vários conceitos, o qual abrange diversas áreas (*e.g.*, matemática, física, biologia, química), nas quais muitos de seus experimentos podem ser explicitados com este recurso. Alguns conceitos pertinentes a esta pesquisa serão explanados mais detalhadamente, uma vez que, no estudo em questão, utiliza-se de grafos para modelar as interações aluno/aluno e aluno/tutor em fóruns de AVA. Dessa forma, a aplicação do recurso grafo envolve a visualização dos relacionamentos, gerados a partir das interações no fórum, estabelecidas por meio das discussões entre alunos e/ou da mesma forma alunos e tutor.

A introdução de grafos apresentada por Goldbarg e Goldbarg (2012) proporciona uma abstração, da qual pode-se observar um conjunto de pontos (vértices ou nós) e linhas (arestas). A interligação dos vértices, por meio das arestas, conduz aos diferentes tipos de grafo com definições distintas. Como exemplo, um grafo que apresenta vértices interligados por apenas uma aresta é denominada *simples*. Por outro lado, aqueles que possuem vértices interligados por duas ou mais arestas são também conhecidos por *multigrafo*. Uma aresta que interliga um vértice a ele mesmo é chamada de *laço*.

Classificar o número de vértices e arestas de um grafo é relevante para análise do mesmo, uma vez que o número de vértices representa a ordem do grafo enquanto que o número de arestas representa o tamanho do grafo. Essa classificação é importante para avaliar, no grafo, o grau de seus vértices, medida esta que representa o somatório das arestas que chegam com as que saem do mesmo. Outra característica pertinente em

relação às arestas é a sua orientação (aresta direcionada e não direcionada), pois com essa distinção pode-se definir um grafo quanto a sua orientação em: direcionado (Figura 5a) e não direcionado (Figura 5b). No primeiro caso, o fluxo das informações que percorrem o grafo possuem sentido definido, no segundo caso, as informações que percorrem o grafo não apresentam sentido orientado. Nesta pesquisa, todos grafos apresentados fazem referência a grafos direcionados, uma vez que uma das principais abordagens da pesquisa está em investigar, de forma quantitativa, o fluxo de informações de origem/destino de cada nó.

Figura 5 – Grafo direcionado (a) e Grafo não direcionado (b)



Fonte: Elaborada pelo autor, adaptado de (GOLDBARG; GOLDBARG, 2012)

Na representação de um grafo, é possível atribuir informações em seus vértices e arestas de acordo a sua aplicação, as quais recebem o nome de *label*¹, o qual quando aparece sobre as arestas, diz-se que o grafo é ponderado. Esses dados trazem para o grafo informações que auxiliam a análise do observador. No presente estudo a disposição dos *label* encontram-se sobre os vértices e faz referência a identificação dos usuários do ambiente.

A conectividade de vértices em um grafo, útil para verificar o alcance entre vértices, pode ser observada realizando percursos no mesmo. Neste contexto, apresentamos a seguir alguns relacionados e os seus significados.

- Passeio ou percurso - é uma sequência finita de vértices e arestas. Um passeio é dito aberto quando o vértice inicial é diferente do vértice final e fechado caso contrário, ou seja, quando é concluído ao retornar para o vértice de partida.
- Trilha - é um passeio em que não há repetição de arestas.
- Circuito - é uma trilha fechada, ou seja, uma trilha em que o vértice inicial e o vértice final são iguais.

¹ Representa um dado aplicado sobre a um objeto, que transmite uma informação útil para o observador do objeto (*e.g.*, a marca de um produto, um símbolo, a etiqueta de um produto).

- Ciclo - é um circuito em que todos os vértices (com exceção do primeiro e do último).
- Caminho - é uma trilha em que não há repetição de vértices.

Na análise do caminho entre os vértices de um grafo é importante observar também a distância entre os mesmos, a qual pode ser representada por $d(x_i, x_j)$, que demonstra o menor caminho que pode ser percorrido para ir do vértice x_i ao vértice x_j . Este conceito é essencial para identificar as distâncias entre os usuários, possibilitando traçar estratégias para formação de grupos, como também o direcionamento de informações para atingir todos usuários no grafo.

Com isso, percebe-se a relevância deste recurso e sua importância para a proposta em estudo, uma vez que sua aplicação pode esclarecer informações que ainda não foram analisadas com profundidade.

2.2.2 Tecnologias aplicadas à visualização de dados

A seguir, são apresentadas as principais tecnologias que fazem parte desta proposta para o desenvolvimento do modelo de visualização. Estes são alguns recursos que podem ser aplicados para projetar dados de forma visual utilizando meios eletrônicos (*e.g.*, *web browser*). O critério para escolhas destas tecnologias deu-se, principalmente, por se tratar de um recurso amplamente aplicado e já consolidados em soluções desenvolvidas para *web*. As demais tecnologia foram selecionadas por conveniência e por atenderem a proposta em questão.

- JavaScript: representa uma linguagem *script*(também chamada linguagem de extensão que podem ser executadas no interior de programa ou páginas em HTML (HyperText Markup Language)) implementada sobre navegadores web, para Silva (2010), esta linguagem permite definir e alterar dinamicamente apresentações de uma página HTML, bem como características relacionadas a cores e links. Sendo possível também, por meio desta linguagem, programar interatividade entre objetos de uma página *web*.
- JSON: (*JavaScript Object Notation*) representa um formato texto leve e independente de linguagem utilizado para armazenar e compartilhar dados. Sendo este o formato aplicado para o compartilhamento dos dados no modelo de visualização gerado nesta pesquisa.
- PHP: (*Hypertext Preprocessor*) representa uma linguagem de programação orientada a objeto (DALL’OGLIO, 2015). Na pesquisa proposta funciona como uma ponte entre o banco de dados e a organização dos dados no formato texto JSON;
- *CakePHP*: representa um recurso para agregar tecnologias que fazem parte de uma página *web*. Para Dāsa (2016) CakePHP se destaca por apresentar uma curva de aprendizagem curta, centrado no rápido desenvolvimento, código reutilizável,

proporciona ao desenvolvedor boa organização do grupo de ferramentas, código sustentável e recursos para análise de segurança;

- *CytoScape*: representa uma biblioteca *JavaScript* baseada em grafo a qual pode ser utilizada para visualização de dados em web browser (FRANZ et al., 2015). O cytoscape também pode ser aplicado para expor informações de um banco de dados, uma vez que o JavaScript é integrado a web, os dados podem ser manipulados utilizando HTML, SVG (Scalable Vector Graphics) e CSS (Cascading Style Sheets);
- PostgreSQL: representa um software livre baseado em um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). Para Riggs e Krosing (2010), compreende um sistema de gerenciamento de dados rico em recurso aplicados em vários propósitos. Nesta pesquisa foi adotado o *Postgresql*, uma vez que este é o gerenciador de banco de dados utilizado pela instituição (IFCE) para armazenar os dados provenientes do *Moodle*.

2.2.3 Uso de grafos na visualização de interações

No estudo de grafo aplicado a análise social, deve-se levar em consideração não apenas a produção do grafo, mais também observar a forma como os dados serão estruturados na exposição, uma vez que a disposição dos dados deve garantir uma boa análise e ser de fácil compreensão. Como o foco deste estudo é abordar o uso do recurso grafo, para que o tutor possa observar o comportamento de sua turma a partir de uma análise visual, é importante assegurar que o modelo auxilie o tutor a obter informações precisas, que contribuam para o processo avaliativo.

Alguns autores Alonso, Silva e Maciel (2012) abordam o uso de recursos de interação nos AVA, para análise do desempenho de alunos no ensino a distância, dando ênfase para o uso dos relatórios de atividades do AVA *Moodle*. No entanto, estes autores questionam como os relatórios de atividades podem expor a participação e real interação entre os atores no processo de aprendizagem. Com isso, deve-se observar como esta ferramenta pode transmitir segurança e praticidade ao tutor no momento de análise de desempenho de cada turma.

Para auxiliar o tutor no momento de avaliação, técnicas de análise de redes sociais podem ser aplicadas como ferramenta de monitoramento para expor as interações entre os alunos, como proposto por Suraj e Roshni (2015). Em seus estudos, os autores relatam a perda de contato com o aluno a partir do momento que este deixa a sala de aula, assim defendem a utilização de fórum para um acompanhamento a distância, sendo que as interações realizada pelo aluno passam a ser acompanhadas por software de análise de rede social.

Para o autor Carolan (2013) a análise de grupos sociais representam um conjunto de teorias, modelos e aplicações que são exploradas em termos de relações, conceitos e processos. As ligações estabelecidas entre estudantes, professores e grupo escolar, para o autor, podem revelar informações que contribuem para o processo formativo. Uma vez que, este processo está progressivamente viabilizado por meios eletrônicos, tem-se a importância de investigar os registros que estes meios podem armazenar. Sendo a análise destes dados uma forma de gerência e acompanhamento dos atores que fazer parte de um curso EaD.

Silva e Figueira (2012) abordam que existem muitos caminhos para representar um fórum ou uma rede visualmente, mas as vezes torna-se difícil quantificar os dados coletados e ter uma análise detalhada sobre eles, tal como interações. Eles discutem ainda, que a grande diferença no uso de análise de redes sociais sobre os tradicionais estudos sociais é que o foco principal da análise está na relação formada entre os membros, pois nesta abordagem, os detalhes pessoais dos participantes não são tão importantes.

Para Conde et al. (2015), detalhes de um grupo podem ser apresentados por um grafo, a partir do qual parte dos nós podem ser omitidos ou mesmo coloridos, a fim de identificar membros de um grupo e tipos de interação. Assim, ele pode vir a prever e oferece uma melhor tomada de decisão ao tutor no momento oportuno. Considerando que nos AVA cada usuário ou grupo possuem regras que são aplicadas de acordo com o seu perfil, algumas dessas informações podem ser levadas em consideração para serem representadas por um grafo.

A utilização de grafos destaca-se como recurso importante para análise de interação, pois representa mais um recurso que o tutor pode utilizar para auxiliá-lo na avaliação, a partir da observação do comportamento da turma. Na pesquisa de Tortoreli e Gasparin (2012), os autores destacam a relevância do acompanhamento do aluno frente a sua participação no fórum, pois caso o discente esteja ausente nas discussões isto pode ser um indicativo da falta de incentivo por parte do tutor. Identificar este comportamento não apenas do aluno como também do tutor, agrega ao recurso visual (grafo) características de gerência, possibilitando ao grupo gestor desenvolver estratégias que venham a solucionar eventual dispersão tanto do tutor quanto do aluno.

Conde et al. (2015), apontam o desenvolvimento da ferramenta VeLA (Visual eLearning Analytics), com função de identificar as ações dos alunos no ambiente *Moodle* mostrando as relações dos mesmo com os recursos como também o comportamento nos fóruns. Uma justificativa para utilização desta ferramenta segundo os autores é que os AVA armazenam muitas informações dos alunos, contudo, estas informações estão armazenadas de tal forma que os recursos presentes no ambiente não exploram e nem conseguem extrair estas informações em sua totalidade. Os autores enfatizam também que, os dados gerados pelo comportamento dos atores nos AVA normalmente são apresentados em forma de tablas.

Observa-se, também, a necessidade de recursos que permitam ao tutor acompanhar o aluno e que garanta condições de monitoramento, igual ou mesmo superior, ao acompanhamento que o tutor pode oferecer para o aluno no ensino presencial. Deste modo, o uso de grafo como recurso visual para a análise do comportamento de alunos em AVA requer uma abordagem minuciosa, com o objetivo de identificar as inter-relações aluno-aluno e/ou aluno-tutor.

2.3 Estado da arte

O uso de grafos como ferramenta de análise no ensino a distância ainda é um assunto pouco abordado na literatura, pois segundo os autores Ribeiro, Melo e Dantas (2016), recursos de gestão e monitoramento que auxiliem o professor/tutor a analisar o aluno de forma particular, são escassos ou mesmo ineficientes. Assim, tendo em vista a vasta quantidade de recursos tecnológicos voltados para o ensino, torna-se relevante a introdução de ferramentas que garantam um bom monitoramento do aluno.

Dispor de meios que possibilitem observar as ações dos alunos (*e.g.*, interações realizadas, utilização dos recursos e presença no espaço virtual) do ensino a distância torna-se indispensável, pois, como abordado pelos autores Hernández-García et al. (2015), estas informações podem viabilizar a tomada de decisões mais confiáveis, tendo em vista que, com a falta destes dados, a análise mais detalhada fica a critério exclusivamente da experiência do tutor.

Alguns estudos encontrados na literatura exploram esta temática, como observado nos estudos de Sacerdote (2013), no qual a autora investiga a interação entre os atores reunidos em um fórum, como também a utilização dos objetos de aprendizagem pelos alunos. Os dados foram analisados externamente, a partir do software que faz uso de métricas de Análise de Rede Social (ARS)(uma metodologia aplicada para mensurar as relações estabelecidas entre os integrantes que fazem parte de um grupo), sendo os dados extraídos do banco de dados e as análises realizadas.

Na pesquisa de Silva, Brito e Medeiros (2016) é abordada a utilização de técnicas de visualização de dados como forma de esclarecer o processo de interações, que ocorrem no interior de AVA, mais precisamente o estudo procura demonstrar o potencial destas ferramentas aplicadas à análise do recurso fórum. O enfoque metodológico dos autores está na análise das relações de grupos sociais, com posterior exposição em grafos. Contudo, no estudo não fica claro como a visualização apresentada pode contribuir para análise do professor.

Na pesquisa de Longhi et al. (2014), os autores propõem a utilização de mapas sociais para análise das ações dos alunos no AVA ROODA (Rede cOOperativa de Aprendizagem), abordando uma proposta com "mapas sociais" que se aproxima desta pesquisa. Contudo,

na referida pesquisa não fica claro como depreender dos mapas a quantidade de mensagens enviadas/recebidas, uma vez que esta característica é atribuída de acordo com a espessura das arestas entre os nós, não transmitindo quantas mensagens esta espessura representa. Uma sugestão seria rotular estas ligações ou apresentar o valor correspondente a espessura das linhas.

Lavrador (2015) traz em sua pesquisa uma análise das interações em fóruns, procurando avaliar o impacto que a exigência de participação do aluno, assim como a não exigência, influencia na atuação dos discentes no fórum de discussão. O tratamento dos dados é realizado externamente ao AVA por meio de software.

Nos estudos de Ramos et al. (2016), os autores procuram expor os dados gerados a partir do comportamento dos alunos no AVA *Moodle*, quantificando o acesso que esses realizaram as ferramentas e atividades propostas na disciplina, em uma abordagem chamada trilha de aprendizagem (uma método descrito pelo autor como uma forma de representar, em grafo, quantas vezes o aluno acessou determinado recuso para concluir uma atividade no AVA), modelando estas ações em grafos a serem apresentados para o tutor. Complementando a pesquisa, um *plugin* (*LPGraph*) foi desenvolvido para a plataforma viabilizando a consulta aos grafos direto no *Moodle*. O foco do estudo proposto pelo autor é analisar as relações estabelecidas pelos alunos com os recursos do ambiente, contudo em relação ao recurso fórum não é apresentado relações entre aluno/aluno ou aluno e tutor, se detendo apenas as consultas que os mesmos realizaram ao recurso.

No Quadro II.3, as pesquisas supracitadas são classificadas de acordo com as características que possuem, relacionando as mesmas com a proposta presente neste trabalho.

Quadro II.3 – Trabalhos que abordam visualização de interação em fórum

Autores	Aplicado em AVA	Análise de fóruns	Independente do AVA	Análise de comportamento dos atores
Sacerdote (2013)	✓	✓	✓	✗
Silva et al. (2015)	✓	✓	✓	✗
Longhi et al. (2014)	✓	✓	✗	✗
Ramos et al. (2016)	✓	✗	✗	✗
Esta proposta	✓	✓	✓	✓

Fonte: Elaborado pelo autor

Com os dados apresentados, pode-se perceber que alguns estudos abordam a temática. Entretanto, foram identificados alguns pontos que podem ser explorados, tais como verificar evasão, relacionar a participação do aluno com a nota atribuída ao mesmo e analisar o comportamento do professor, uma vez que o grafo pode apresentar o comportamento de qualquer ator que venha a interagir no fórum.

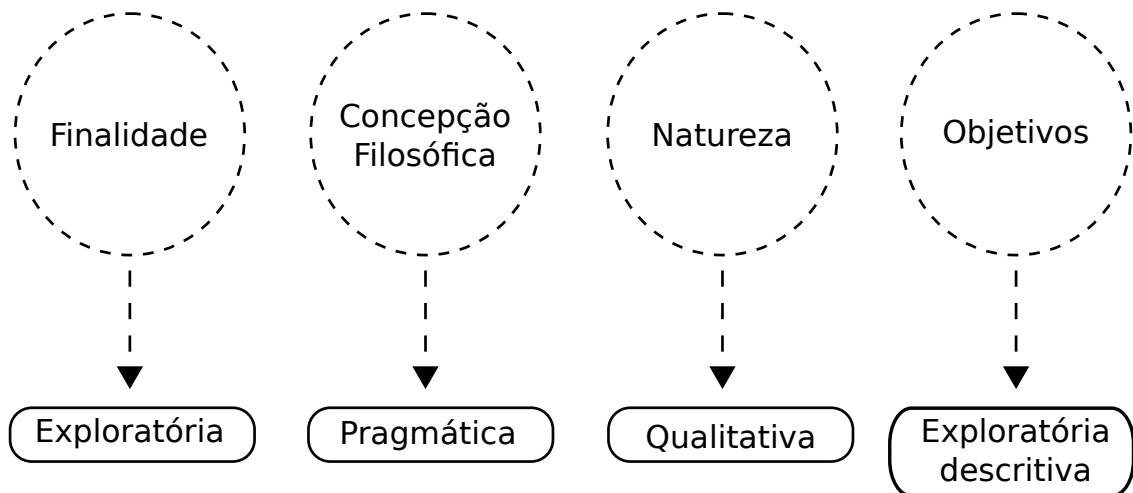
III METODOLOGIA

Este capítulo aborda os procedimentos metodológicos da pesquisa, que inclui a caracterização, detalhamento do método, técnicas e materiais, seleção da amostra do estudo e a análise dos resultados obtidos.

3.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa está caracterizada do seguinte modo (Figura 6).

Figura 6 – Caracterização da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

Quanto à finalidade, esta pesquisa classifica-se como exploratória uma vez que procura explorar e investigar os dados provenientes do AVA, buscando identificar como estes dados podem ser melhor apresentados ao observador a partir de uma modelagem visual. A pesquisa exploratória tem como característica, orientar a determinação dos objetivos e a construção das hipóteses ou descobrir uma nova abordagem para o enfoque do assunto (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Quanto à concepção filosófica, esta pesquisa é pragmática, a qual instiga o levantamento de opiniões na análise de relações entre variáveis (CRESWELL, 2013). Seguindo uma concepção pragmática, centrada na questão do estudo para entender o que e como pesquisar, foi utilizada uma abordagem de método qualitativa.

Quanto à natureza, esta pesquisa é qualitativa, na qual busca-se entender as diferentes concepções e suposições que reflatam os objetivos da pesquisa. O uso do método

permite uma análise descritiva dos dados, possibilitando um melhor entendimento do problema pesquisado (CRESWELL, 2013).

Quanto aos objetivos, esta pesquisa é exploratória descritiva. De acordo com Gil (2010), este tipo de pesquisa tem o propósito de promover uma visão ampla sobre o problema investigado, contribuindo com informações preliminares relativas ao fenômeno, permitindo uma melhor delimitação do problema de pesquisa.

Sendo assim, a técnica deste estudo envolve observação sistemática (planejada) de dados coletados em banco de dados, que serão submetidos a testes utilizando-se de técnicas de mapeamento e análise de grafos com material gerado que faz parte do recorte do estudo.

3.2 Teste piloto

Com o objetivo de testar, aperfeiçoar a ferramenta e verificar a viabilidade do método proposto, foi realizado um estudo piloto com uma disciplina (Avaliação Educacional em EAD) do Curso de Especialização em Educação a Distância, voltada para professores do ensino médio, promovida pela Universidade Federal do Ceará (UFC) no período de agosto a novembro de 2015, a qual foi composta por 76 alunos.

Na disciplina em questão, foram identificados a aplicação de três fóruns, os quais fizeram parte do estudo de caso. Com esta análise inicial da disciplina, foram coletadas as seguintes informações: quantidade de participantes, quantidade de fóruns e identificação de cada fórum. Esta investigação inicial foi importante para a pesquisa, no sentido de verificar a viabilidade da aplicação do estudo, principalmente em relação ao quantitativo de fóruns, pois não faria sentido estudar uma disciplina na qual o recurso fórum não tivesse sido aplicado, já que a proposta da presente pesquisa é estudar os relacionamentos estabelecidos no fórum. Com isso, a seleção dessas informações serviram de guia para identificar no banco de dados do AVA *Moodle*, as tabelas que armazenam os dados que se relacionam para compor as interações dos atores no ambiente.

De posse destas informações, foram definidas tecnologias web para apresentação dos dados provenientes das interações nos fóruns, em um modelo de exposição de informações em grafos. Procurando auxiliar o tutor no momento de análises das interações, foi definida uma aplicação *web*, como uma alternativa para tornar a consulta a estes dados de forma mais acessível. A partir dessa aplicação, foi possível gerar os grafos correspondentes aos três fóruns e em seguida realizar algumas inferências sobre o comportamento dos participantes do mesmo.

• Resultados do teste piloto

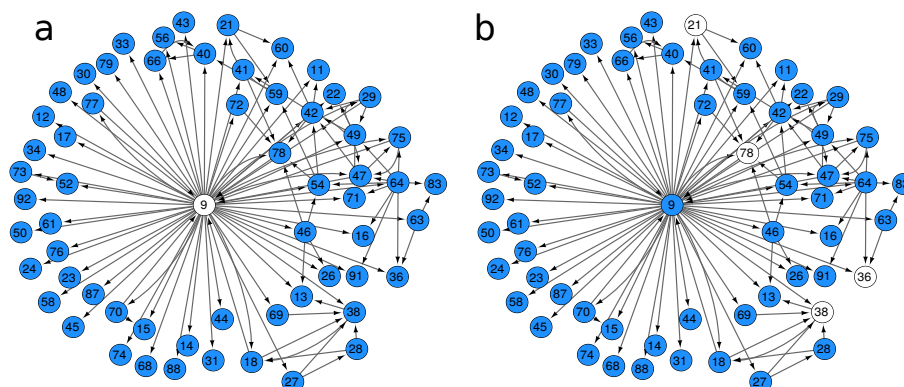
A partir da captura dos dados, o sistema pode gerar vários grafos, de acordo com

o fórum que se pretende observar, e extrair informações úteis que deem subsídios ao tutor para entender o comportamento da turma no ambiente em estudo.

A Figura 7 refere-se ao Fórum 1, na qual é possível verificar o nível de interação da turma a partir da análise do grafo (*e.g.*, quem interagiu mais, quem interagiu menos, quantidade de respostas ao fórum). Como indicado nas Figuras 7a e 7b, tem-se uma visão geral do grafo, no qual o ponto central representa o tutor e os demais pontos representam os alunos, enquanto que as flechas representam os relacionamentos.

Na Figura 7b, observa-se que os alunos em destaque (21, 78, 36, 38) representam aqueles que demonstraram um comportamento mais interativo na discussão do fórum, uma vez que estes alunos tanto responderam a questionamentos quanto realizaram postagens. Nota-se também, que por ser um fórum de apresentação da turma, o número reduzido de interações pode está relacionado como o fato de ser o primeiro contato com a turma e não ser um fórum avaliativo.

Figura 7 – Grafos do Fórum 1



Fonte: Elaborado pelo autor

Nos grafos das Figuras 7a e 7b, contata-se que pela organização dos pontos, existem diferenças de comportamento entre os atores, ou seja, no lado esquerdo de ambos grafos há menos interações se comparado com as do lado direito. Desta forma, pode-se inferir que os alunos que estão à esquerda interagiram pouco com o tutor e com os demais colegas, enquanto que os alunos concentrados no lado direito do grafo interagiram mais com seus colegas e com o tutor. Este é um *layout* predefinido que o software apresenta, organizando em grupos os alunos mais proeminentes.

Esta proposta procura apresentar as informações para o tutor de forma quantitativa, sendo também possível, a partir de um recurso, expor o número de interações realizadas e recebidas, bastando apenas selecionar o aluno que se deseja analisar (Figura 8). Este recurso auxilia o professor a identificar o aluno e obter informações quantitativas de sua atuação.

Uma observação em relação aos grafos, Figura 7a e 7b, e os próximos que serão

exibidos, diz respeito às ligações entre os vértices, pois, para cada relação estabelecida entre vértices adjacentes (atores vizinhos) será apresentado no máximo dois arcos (linhas), assim, caso haja reciprocidade entre os vértices serão impressos dois arcos com as flechas orientadas em sentidos opostos, caracterizando a troca de mensagens entre os dois alunos. Portanto, independente do número de mensagens compartilhada, o máximo de flechas apresentadas entre vértices vizinhos serão duas.

Na aplicação *web* (Figura 8), esta característica pode ser melhor observada, pois ao contabilizar o número de ligações entre os vértices são totalizadas 8 ligações. Contudo, na imagem ao lado que expõe o número de mensagens realizada/recebidas ao somá-las totalizam 10 enquanto que no grafo são apresentadas apenas 8 arcos.

Figura 8 – Interações do aluno

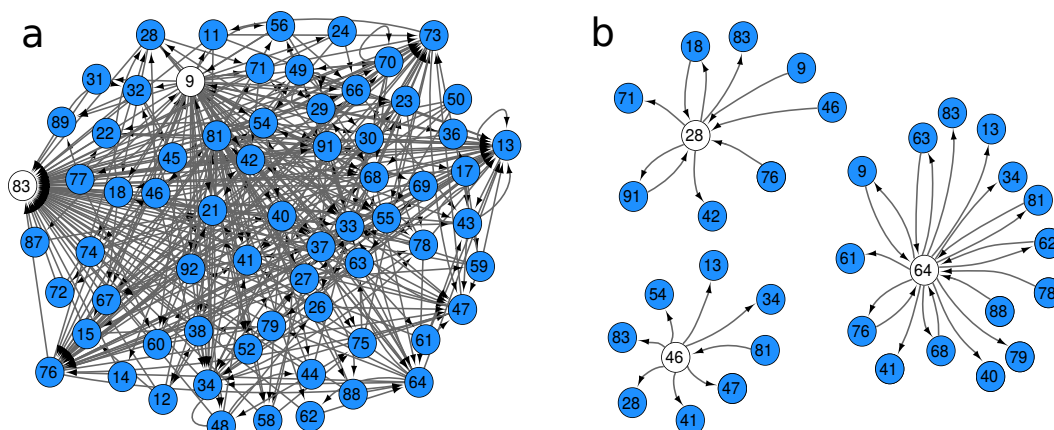


Fonte: Elaborado pelo autor

No grafo da Figura 9a tem-se o mapa de interação do Fórum 2, que apresenta um comportamento bem diferente do Fórum 1, observando-se um grau de interatividade bem maior entre aluno-aluno e aluno-tutor. Um fator que pode justificar este comportamento é o fato do fórum ser avaliativo, tendo exigência mínima de 3 participações. Outro fator é o modelo de fórum (pergunta e resposta), pois neste formato o aluno só consegue ver as postagens dos colegas após realizar sua primeira contribuição no fórum.

Na Figura 9a, é possível ter uma visão sistemática do comportamento da turma, (*e.g.*, quem interagiu mais, quem interagiu menos e quantidade de respostas ao fórum). Nessa figura, os tutores estão representados pelos pontos 9 e 83, nos quais é possível observar uma quantidade relevante de mensagens enviadas para o tutor 83 em relação às postagens enviadas para tutor 9. Para este último, a concentração de mensagens recebidas é menor que a quantidade de mensagens enviadas, uma possível justificativa para este comportamento seria o empenho do tutor que procurou incentivar a turma a participar da proposta do fórum.

Figura 9 – Grafos do Fórum 2



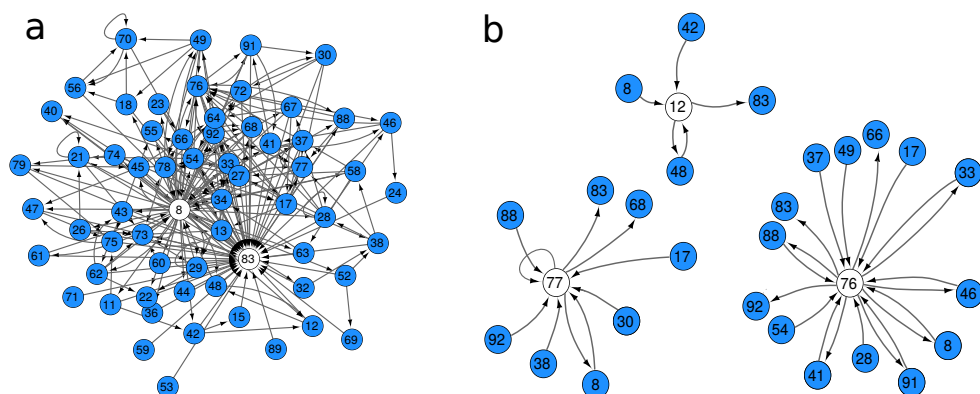
Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 9b, tem-se o comportamento apresentado por três alunos (28, 46, 64). Para se ter uma avaliação mais detalhada de cada aluno, esta opção de visualização apresentada na Figura 9b é um recurso disponível pela aplicação, bastando apenas selecionar o aluno que se deseja fazer uma análise individual. Nesta figura, fica evidente apenas o mapa de relação estabelecida por um determinado aluno, sendo um importante recurso para o tutor, principalmente, quando se trata de analisar turmas numerosas e com alto grau de interatividade, uma vez que a visão geral do grafo (Figura 9a) pode não deixar claro o comportamento de todas as interações realizadas por um determinado aluno.

Com base na Figura 9b, pode-se observar que o aluno 64, dentre os três apresentados, demonstra ser o aluno que realizou mais interações, pois apresenta uma grande quantidade de interações bidirecionais (interações de ambos os sentidos) e unidirecionais (interações em único sentido). Em relação ao aluno 28, notam-se alguns relacionamentos bidirecionais e vários unidirecionais, o que comparado com os outros dois alunos (64 e 46) demonstra ser um aluno de representatividade média. Já em relação ao aluno 46, observa-se que o mesmo comentou algumas postagens, contudo não recebeu comentários de suas contribuições por parte dos colegas, podendo-se constatar que suas contribuições tiveram uma baixa representatividade.

Em relação ao fórum 3 (fórum em tópicos), a turma foi dividida em subgrupos (cada grupo representou um tópico do fórum), sendo que cada grupo discutiu sobre um mesmo tema. Após as discussões entre os membros do grupo, a turma participou de uma plenária (outro tópico do fórum), que teve por finalidade reunir todos os alunos em uma única discussão. No grafo da Figura 10a, tem-se uma visão geral do comportamento dos alunos e tutores.

Figura 10 – Grafos do Fórum 3



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 10a, os tutores são representados pelos ID 83 e 8, nos quais é possível verificar um grande número de mensagens direcionadas para o tutor 83 justificado possivelmente por representar o tutor que criou a proposta a ser discutida no fórum. Contudo, em relação ao tutor 8, o fluxo maior de mensagens ocorre no sentido contrário, ou seja, o tutor é quem busca interagir com os alunos, justificado possivelmente por representar o tutor que busca incentivar a participação dos alunos e esclarecer dúvidas dos mesmos.

Na Figura 10b, tem-se os alunos (76, 77, 12) selecionados de grupos diferentes. Com base na Figura 10b, observa-se que o grafo que representa o aluno 76, dentre os três selecionados, demonstra ser ele o mais participativo, uma vez que o mesmo interagiu com vários colegas. Por outro lado, no grafo que representa o aluno 77, observa-se interações apenas unidirecionais com seus colegas, e o laço voltado para si, representa uma repostagem à sua própria postagem.

Por fim, o grafo que representa o aluno 12, mostra que o mesmo interagiu apenas com um colega (48), pois as demais mensagens recebidas não foram respondidas, representando assim, dentre os três estudantes, o que menos interagiu. Portanto, a partir desta análise sistemática sobre o comportamento da turma, o tutor pode verificar padrões e detectar problemas (*e.g.*, identificar aqueles que interagiram pouco, os alunos que se destacam pelo grande número de postagens, os que não respondem às interações, os que não participam efetivamente do fórum, dentre outros aspectos).

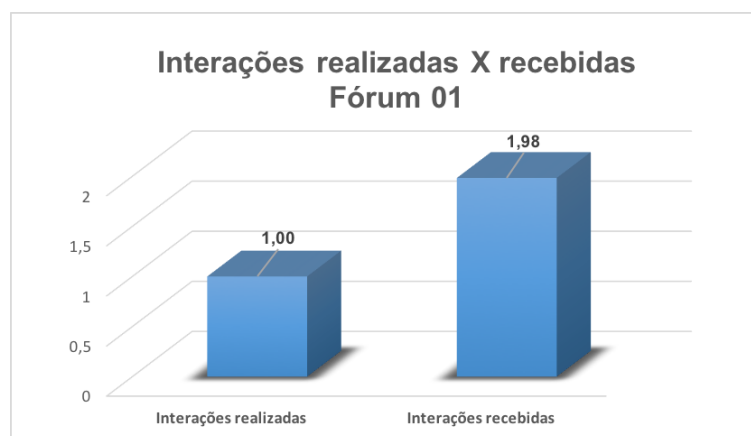
Nos três fóruns realizados nessa disciplina, analisou-se, também, a relação entre o número de interações realizadas e recebidas por cada aluno com a nota (conceito) atribuída. No fórum 1, entretanto, por se tratar de um fórum de apresentação, o qual não foi aplicado um conceito (nota), buscou-se observar apenas a relação entre interações realizadas e recebidas por cada aluno, representada no gráfico da Figura 11.

No gráfico da Figura 11, é apresentada a média de iterações realizadas/recebidas,

a partir do levantamento quantitativo de todas as efetuadas por alunos e tutores. Possivelmente por se tratar de um fórum não avaliativo, não se referir a uma temática específica e representar uma disciplina do final da grade, observou-se que tanto foi baixo o número de mensagens realizadas quanto recebidas pelos alunos. Três fatores podem justificar essa baixa participação: o fato deste fórum não ser avaliativo, o mesmo não tratar uma temática específica a ser discutida e a turma já se conhecerem de disciplinas anteriores. No referido fórum era solicitado que os alunos além de se apresentarem, procurassem interagir com os colegas, no sentido de compartilhar mais informações a respeito dos mesmos, como também expor expectativas envolvendo a disciplina que estava iniciando. Com isto, como apresentado nos grafos das Figuras 7a e 7b e revelado em números no gráfico da Figura 11 pode-se inferir que a proposta do fórum em parte não foi atendida apresentando indícios para uma melhor reformulação do conteúdo a ser discutido.

A partir da análise do instrumental, pode-se apurar alguns valores importantes a serem melhor analisados, como: quem efetuou e recebeu o maior e o menor número de postagens, sendo também importante expor os dados que fazem referência a atuação do tutor. Neste fórum o aluno representado pelo ID 64 realizou (9) contribuições, já o aluno de ID 78, recebeu o maior número de mensagens totalizando (7) podendo-se inferir que este demonstrou uma representatividade maior em relação aos demais. Em relação às interações realizadas pelo tutor, observou-se que o mesmo realizou 69 interações e recebeu 9, estes dados mostram que o tutor enviou em média 1,16 por mensagem por aluno e recebeu em média 0,15 mensagem por aluno.

Figura 11 – Relação das interações no fórum 1

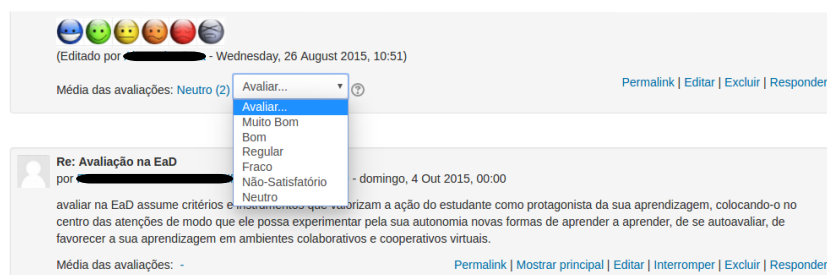


Fonte: Elaborado pelo autor

Nos fóruns 02 e 03, os alunos foram avaliados mediante conceitos, baseados nos seguintes diferenciais semânticos: muito bom, bom, regular, fraco, não satisfatório e neutro. Esses conceitos fazem parte do modelo de avaliação proposto pelos autores Sales, Barroso

e Soares (2012), que apresentam um recurso de avaliação iconográfica associado a cada diferencial semântico, chamado *Learning Vector (LV)* (uma metodologia proposta pelo autor a qual correspondem a projeções geométricas vetoriais, desenvolvidas para auxiliar no processo de avaliação do aluno em AVA), o qual inclui esses conceitos de acordo com uma escala de coeficiente de passos, que evolui de acordo com o conceito atribuído à postagem do aluno. Na Figura 12, são apresentados os ícones referentes a um fórum avaliativo.

Figura 12 – Recurso de avaliação

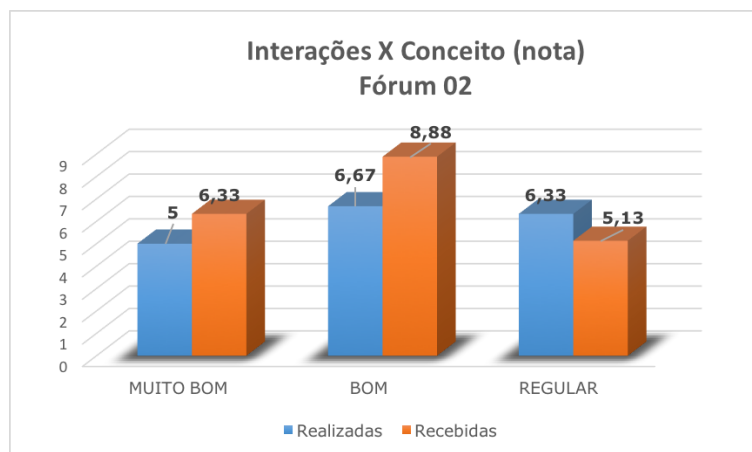


Fonte: Elaborado pelo autor

No fórum 02, o conceito aplicado a cada interação postada pelos alunos não varia em uma escala numérica mais sim em uma faixa conceito. Porém, como observado no gráfico da Figura 13, esse fórum obteve conceitos: muito bom, bom e regular, no qual pôde-se observar que esses conceitos no gráfico estão sendo relacionados com a nota, em média, o conceito muito bom foi associado a 5 interações realizadas e 6,33 recebidas. Para o conceito bom observa-se que, em média, o aluno realizou 6,67 interações e recebeu 8,88. Já o regular obteve, em média, 6,33 de interações realizadas e 5,13 recebidas.

Os dados apresentados foram extraídos a partir das interações sucedidas entre os participantes, sendo que procurou-se relacionar os conceitos (notas) com as participações dos alunos, demonstrando a média alcançada de acordo como o quantitativo de mensagens enviadas e recebidas pelos alunos, sendo possível observar o comportamento do tutor com base no acompanhamento que o mesmo prestou a turma.

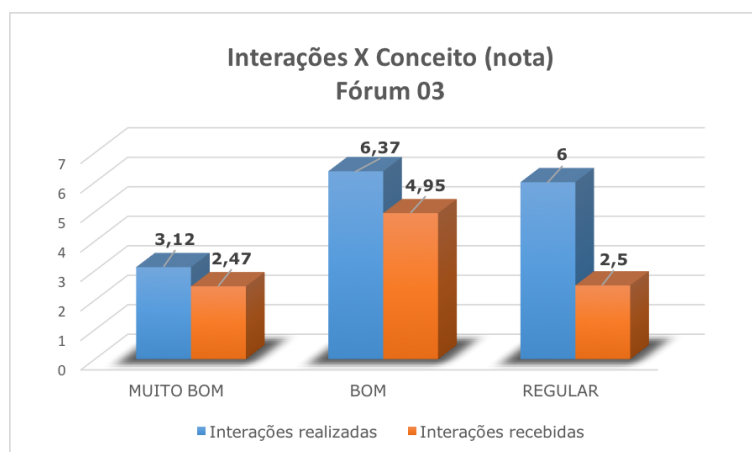
Figura 13 – Relação das interações no fórum 2



Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, o fórum 3, para o qual também foi aplicado conceito no processo de avaliação, apresentou os conceitos muito bom, bom e regular. No gráfico da Figura 14, verifica-se que, em média, o conceito muito bom está relacionado a 3,12 interações realizadas e 2,47 recebidas. Enquanto que para o conceito bom, observa-se que, em média, os alunos realizaram 6,37 interações e receberam 4,95, e para o regular foi uma média de interações realizadas de 6, e recebidas de 2,5.

Figura 14 – Relação das interações no fórum 3



Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se, por meio desse conjunto de dados, que os alunos que obtiveram um conceito muito bom realizaram um número baixo de postagens, em média 3, e os que receberam o conceito regular realizaram em média 6 interações. Portanto, os alunos que

realizaram e receberam o menor número de interações, foram justamente aqueles que obtiveram o melhor conceito.

Na amostra do presente estudo foi realizada uma análise qualitativa, uma vez que não foi possível detectar padrões de forma precisa, mas sim indícios a partir das observações, sendo necessário um conjunto de dados maior para uma avaliação esclarecedora.

3.3 Detalhamento do Método

Para alcançar os objetivos traçados e responder satisfatoriamente a questão de pesquisa, a partir das metodologias adotadas, o presente estudo está dividido nas seguintes etapas: (i) Mapeamento das variáveis, na qual definiu-se o *corpus* de análise e a identificação das relações entre as tabelas armazenadas no banco de dados do AVA oriundas do fórum; (ii) concepção do modelo de visualização; e (iii) análise dos grafos, na qual definiu-se a elaboração do instrumento de coleta de dados e análise e interpretação dos resultados. A seguir, tem-se na Figura 15 a esquematização das etapas do método.

Figura 15 – Detalhamento do método



Fonte: Elaborado pelo autor

• Mapeamento das variáveis

Esta etapa inicia-se com a seleção do *corpus*, o qual representa o curso com as disciplinas a serem definidas para o estudo. Para o presente estudo, foram coletados os dados de uma disciplina realizada no curso de Licenciatura em Matemática, da UAB-IFCE. A escolha pelo referido curso se deve ao fato de ser um curso já consolidado na instituição, reconhecido e avaliado pelo MEC. Como critério de inclusão, na tomada de decisão pela disciplina a ser analisada, tem-se: o quantitativo de alunos, quantitativo de fóruns avaliativos realizados e o quantitativo de polos, nos quais a disciplina foi ofertada. Os dados coletados foram mapeados e identificadas as tabelas que contêm as informações que serão utilizadas no grafo.

Após esta seleção é realizado no AVA *Moodle* o levantamento e a quantificação de fóruns aplicados na disciplina, uma vez que a proposta procura expor as interações

deste recurso, para em seguida identificar no banco de dados (*PostgreSQL* ou *MySQL*) as tabelas que armazenam os dados de interesse.

Na identificação, as tabelas do banco de dados são analisadas e classificadas de acordo com os dados que armazenam, uma vez que parte das informações (*e.g.*, nomes, postagens, alunos, tutores), estão alocadas em tabelas diferentes. Então, são definidas *query*¹ necessárias para investigar as inter-relações entre estas tabelas e identificação dos dados. Para tanto, após esta etapa é aplicada a técnica de criação de tabelas virtuais *view*² no banco de dados, para separar o conjunto informações relevantes para o estudo.

• Concepção do modelo de visualização

Para a concepção do modelo de visualização é utilizada uma biblioteca *JavaScript* (*Cytoscape*) aplicada para criação de grafos, uma vez que esta biblioteca disponibiliza vários formatos (*e.g.*, circular, grade, concêntrico). Dentre os modelos de visualização foi escolhido o modelo concêntrico, pois este expõe os dados de forma mais centralizada, otimizado o espaço no momento das análises. Esta ferramenta também possui uma versão para *desktop* e da mesma forma que a versão para *web*, pode ser utilizada para análise de dados, contudo, como a proposta desta pesquisa é tornar uma aplicação acessível ao professor tendo inclusive a possibilidade de monitorar um disciplina em andamento, optou-se pela versão *web*.

Em seguida foi definido o *framework CakePHP* a solução utilizada para reunir, além da biblioteca já mencionada, todas tecnologias necessárias para construção da aplicação *web*, uma vez que as informações são acessadas a partir de navegadores *web*. Assim, é possível obter um modelo de visualização em grafos. Uma vez adotado um *layout*, a etapa final consiste na configuração/adaptação desse modelo.

Para seleção das informações de interesse são definidas *view* no banco de dados *PostgreSQL*. Estes dados são repassados para aplicação por meio de uma conexão estabelecida pelo PHP, sendo em seguida convertidos em formato *JSON* e passados para o *Cytoscape* que irá gerar os grafos. Cabe observar que todos estas ações são gerenciadas pelo *framework CakePHP*.

• Análise dos grafos

Com o modelo de visualização gerado é possível fazer a análise dos resultados. Para auxiliar na análise dos dados foi elaborado uma instrumental (Figura 16) para registro das principais observações que podem ser depreendidas do grafo.

¹ Representa um linguagem de consulta, sendo possível estruturar as seguintes ações: selecionar, atualizar, excluir e consultar dados em um banco.

² Uma opção para criar tabalas em um banco de dados. Uma *view* é também conhecida por tabelas virtuais, geralmente implementas por uma instruções *select*, as quais criam uma tabela apenas com os dados de interesse

Figura 16 – Instrumental

ID do fórum		Disciplina	
Pólo		Número de alunos	

ID do aluno	Número de mensagens enviadas	Número de mensagens recebidas	Nota	Observações

Observações Gerais

Fonte: Elaborado pelo autor

Este instrumental pode ser utilizado para registrar as informações pertinentes às interações realizadas e desempenho dos alunos, sendo dividido em três partes: *identificação do fórum* (ID do fórum, polo ao qual está vinculado, disciplina e o número de alunos que fizeram parte do fórum); *caracterização das interações e desempenho da turma* (ID do aluno, número de mensagens enviadas e recebidas, nota de cada aluno e o campo observações o qual pode ser empregado para registrar uma análise particular relativa ao aluno); e, por fim, tem-se a terceira parte, que corresponde ao campo denominado *observações gerais*, que pode ser utilizado para realizar uma análise geral do comportamento da turma.

Por cada postagem do aluno é atribuído um conceito, sendo realizada uma média das postagens avaliadas e assim atribuído um conceito geral pelas participações. Assim, busca-se identificar uma relação entre a quantidade de mensagens enviadas e da mesma forma a quantidade de mensagens recebidas com a nota do aluno.

Na caracterização das interações são registrados os dados extraídos a partir do comportamento dos alunos, sendo que os dados aqui apresentados foram extraídos a partir do banco de dados, mas é possível identificá-los a partir das ferramentas que demonstram o quantitativo de interações e a nota pode ser consultada no próprio fórum com os dados apresentados pelo próprio recurso, o qual expõe as interações e as avaliações podem ser observadas diretamente no fórum.

A análise dos dados apresentados pela proposta, a partir dos grafos e posterior registro no instrumental, tem um enfoque qualitativo. Nesse estudo, são examinados os dados (número de interações, desempenho do aluno e demonstrando também a participação do tutor), que são disponibilizados por meio dos grafos, sendo realizadas observações e discussões referentes ao comportamentos dos participantes dos fóruns.

IV APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta e discute os resultados alcançados no estudo exploratório das interações entre os participantes dos fóruns. A forma como os resultados são apresentados inicia com a definição da amostra, passando pela aplicação da ferramenta, exposição dos dados, análises do modelo exposto, registros das informações e observações gerais depreendidas do modelo. O conteúdo deste capítulo apresenta as informações da amostra, exposição das relações dos atores nos fóruns por meio de um recurso visual (grafo) e em seguida, são realizadas as análises qualitativas.

Os dados selecionados para o estudo foram extraídos de uma disciplina do Curso de Licenciatura em Matemática a distância, da Universidade Aberta (UAB) do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Ceará (IFCE), a qual representa uma disciplina do primeiro semestre, sendo que o ano/período analisado foi o semestre 2017.1.

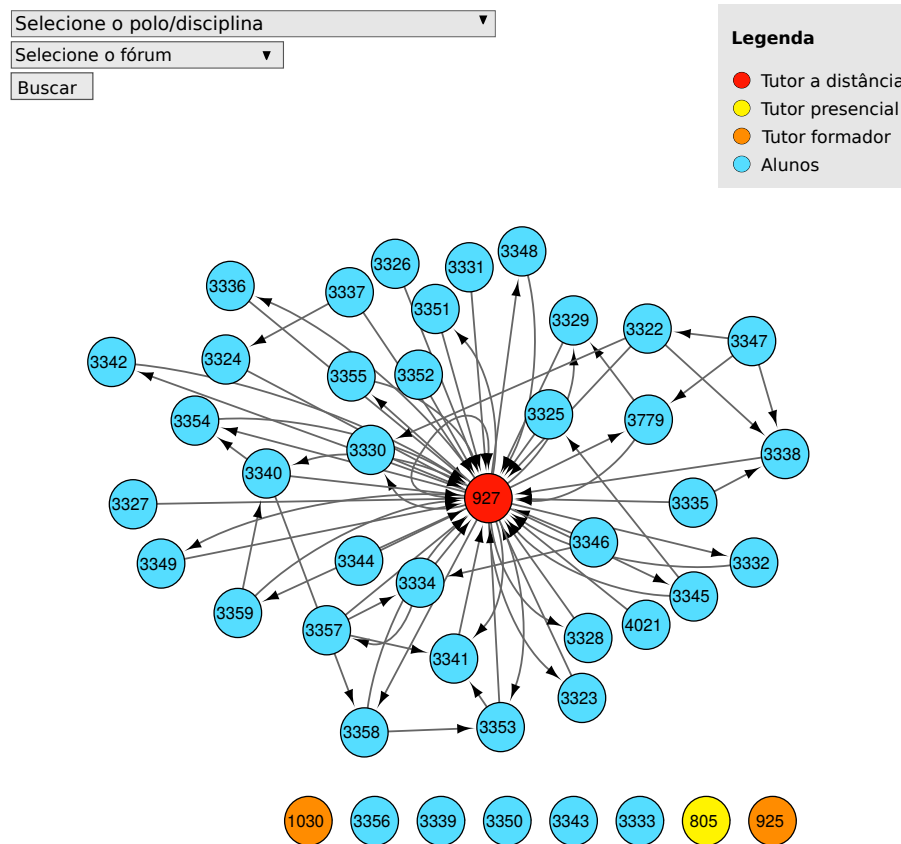
Os critérios definidos para escolha da disciplina (Geometria plana e construções geométricas), deu-se pelo fato de ser de primeiro semestre, geralmente, apresentar maior número de alunos, pois, como demonstrado na delimitação da pesquisa, as turmas a serem estudadas deveriam compreender em torno de 30 alunos uma vez que, em investigações preliminares, constatou-se que o número de alunos reduz de forma significativa nos semestres seguintes.

Então, foram selecionados os polos de Camocim, São Gonçalo e Jaguaribe, com turma acima de 30 alunos. A escolha por estes polos decorreu de forma arbitrária, dado que, para o referido semestre, a disciplina foi ofertada em 11 polos.

Procurando melhorar a experiência do tutor no momento de análises, foram realizadas algumas mudanças na ferramenta em relação a exposição dos dados (Figura 17). As mudanças realizadas possibilitaram a consulta a toda a base de dados, sendo possível selecionar informações tais como: a disciplina e o fórum que se deseja analisar. Feita essa seleção, basta clicar no botão buscar, que em seguida é apresentado o grafo com as relações estabelecidas entre os usuários.

Na Figura 17, pode ser observado alguns vértices de forma isolada, sem vínculo, estes representam usuários que não contribuíram no fórum. Outra consideração em relação a ferramenta é que todos os usuários que estão cadastrado no ambiente e que estão vinculados à disciplina, são apresentados pela ferramenta, inclusive os administradores do ambiente, entretanto esses atores não foram abordados, pois foge ao escopo desta pesquisa.

Figura 17 – Visão geral da ferramenta

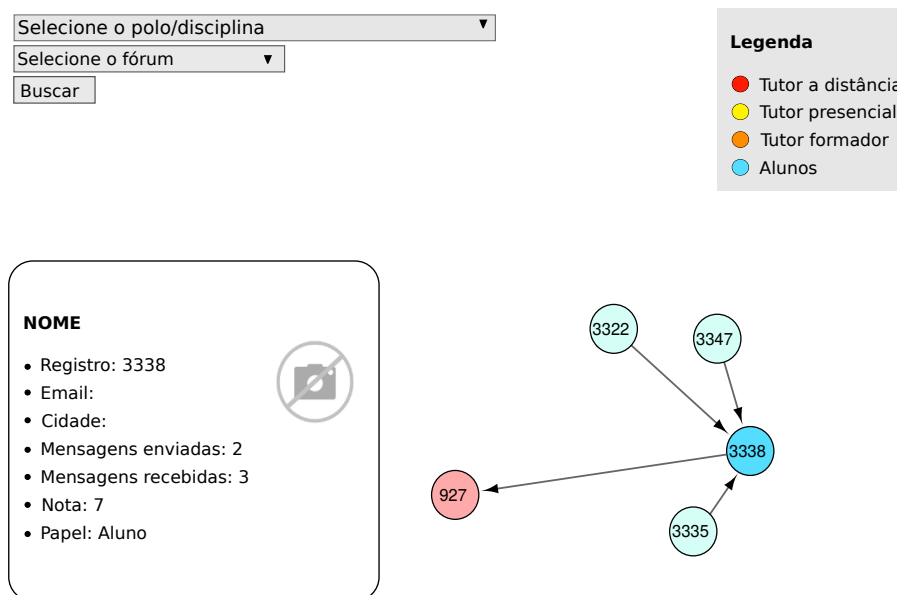


Fonte: Elaborado pelo autor

Foi aplicada também uma distinção de cores (vermelho representa o tutor a distância; amarelo representa o tutor presencial; laranja representa o tutor formador e azul representa os alunos), procurando melhorar a percepção e compreensão do observador, de acordo com o papel do usuário no ambiente, como pode ser observado no canto superior direito na legenda, relacionando a cor atribuída ao usuário, de acordo com o seu papel.

Nesta versão da ferramenta, foi acrescentada a nota e o papel dos usuários relacionados a disciplina, que podem ser extraídas ao selecionar um vértice do grafo. Lembrando que, a nota representa um dado específico do aluno, sendo apresentada caso já tenha sido avaliado. Em relação ao tutor, o campo nota permanece em branco, uma vez que o mesmo não é avaliado no fórum. A partir desse modelo, tanto o tutor como o grupo gestor podem acompanhar, além do número de postagem de cada ator, o desempenho de um usuário em particular (Figura 18).

Figura 18 – Grafo do aluno de ID 3338



Fonte: Elaborado pelo autor

Assim, como mencionando no teste piloto, no momento em que um vértice (aluno/tutor) é selecionado, este fica em destaque tendo informações a respeito impressas no quadro a esquerda (Figura 18) e os demais vértices ficam em segundo plano em uma tonalidade mais clara. Cabe observar, que todo o perfil do aluno ou tutor podem ser apresentados no quadro, inclusive as consultas às atividades, uma vez que todas as ações dos usuários são registradas no banco de dados (e.g., logs de acesso, consulta aos recurso do ambiente, envio de mensagens), desde que previamente realizados os ajustes necessários na ferramenta. Nesta pesquisa, estes dados não foram apresentados, visto que, não compreendem o recorte do presente estudo.

Tendo em vista os aspectos observados e alguns ajustes realizados em relação ao banco de dados, posto que a versão do *Moodle* (3.3), utilizava o SGBD *PostgreSQL*, que diferente dos dados analisados no teste piloto usava o *MySQL*. A seguir são apresentadas as análises e discussões de cada fórum que faz parte do corpus do estudo.

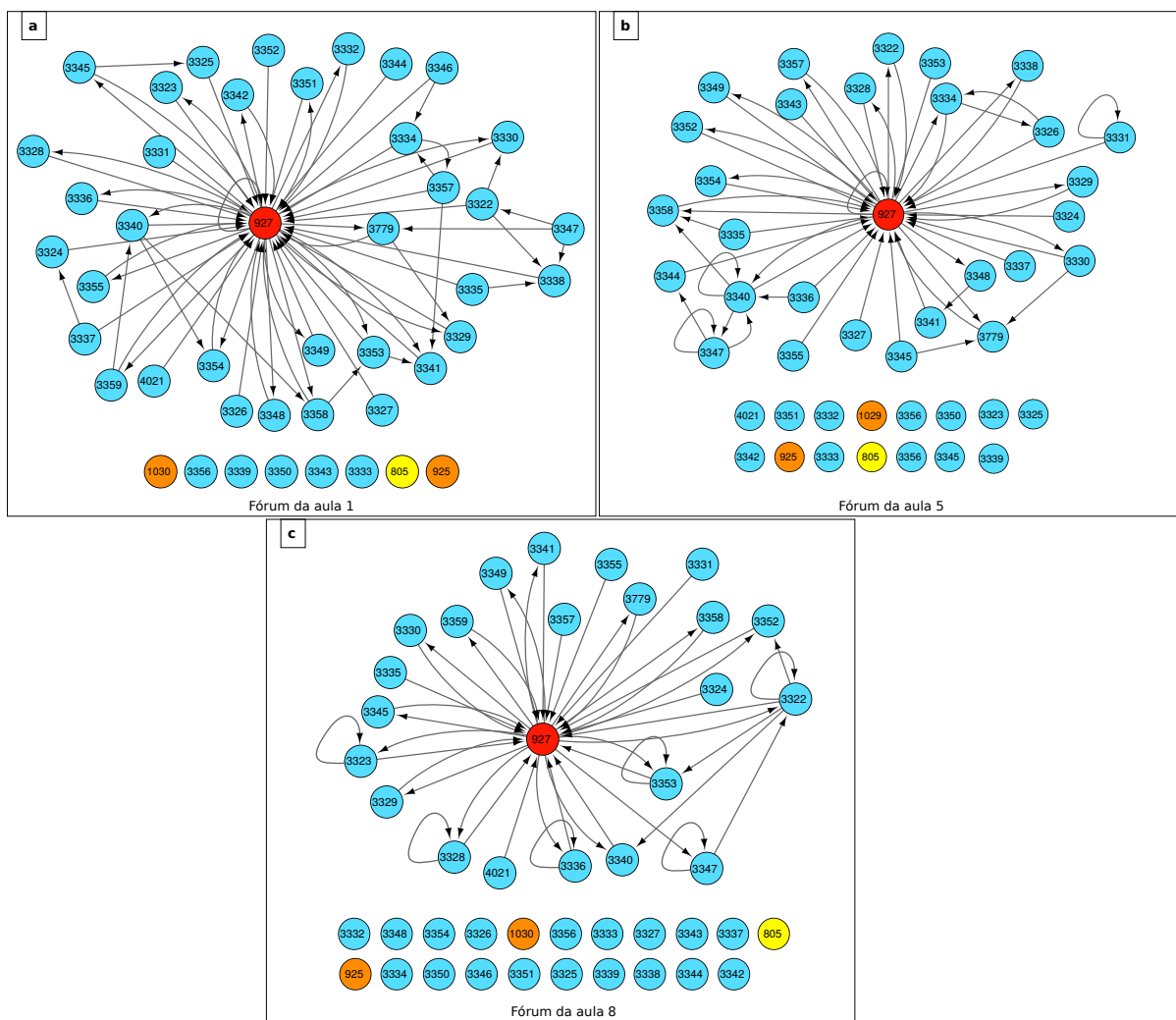
4.1 Análise e discussão dos resultados

Na Figura 19, são apresentados os grafos que fazem referência ao polo de Camocim, compreendendo as interações ocorridas nos três fóruns. Em relação ao fórum da aula 1 na Figura 19a observa-se, dentre os três, aquele que apresentou maior número de alunos participantes e um grafo mais denso.

Com relação aos vértices nas cores laranja e amarelo, como já discutido, representam

o tutor presencial e o tutor formador, estes são impressos, pois fazem parte da disciplina e podem intervir no fórum, contudo, pela função que representam, geralmente não participam das discussões.

Figura 19 – Grafos polo Camocim



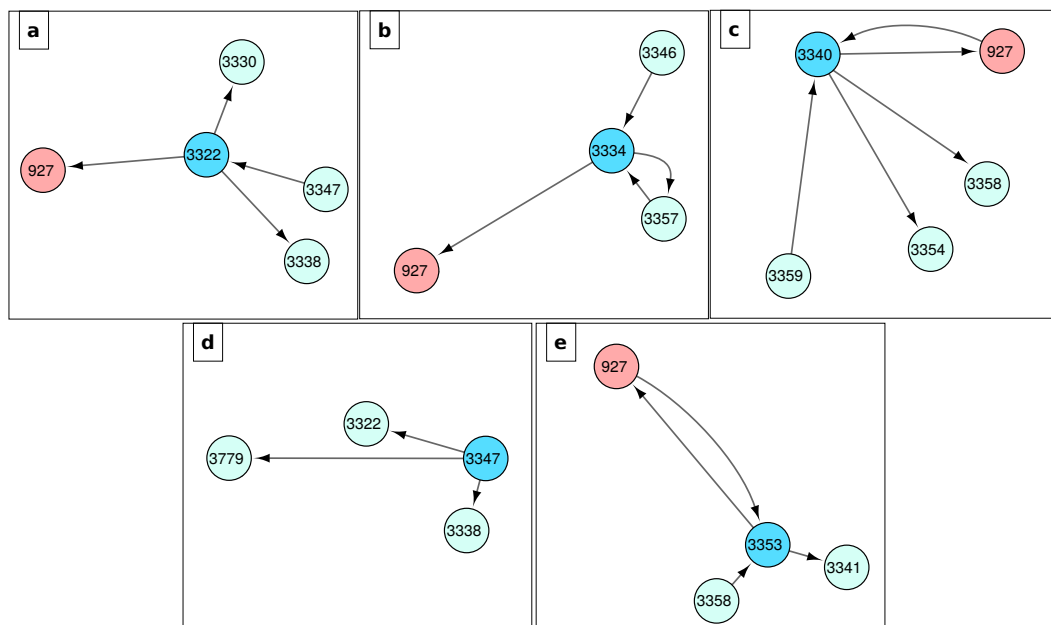
Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 20, são apresentados alguns alunos, selecionados dentre aqueles que aparentemente apresentam um número maior de interações no fórum da aula 1 (Figura 19a). Assim, não seguindo um critério específico para escolha, foram retirados para uma análise particular. Iniciando pelo aluno de ID 3322 (Figura 20a), o mesmo enviou 3 mensagens recebeu 1, podendo-se inferir que o mesmo respondeu a proposta do fórum e comentou as postagens de 2 colegas. Entretanto, não houve reciprocidades em suas interações, a nota alcançada pelo aluno foi 9,7.

O cálculo da nota do aluno, nesta amostra, foi realizado de forma automática pelo sistema *Moodle*, aplicando uma média aritmética das notas que o tutor atribui a postagem,

a qual segue uma escala de 0 a 10. Em relação ao aluno de ID 3334 (Figura 20b), o mesmo enviou 2 mensagens e recebeu 2 mensagens, a sua nota foi 7,5. Em relação ao aluno de ID 3340 (Figura 20c), o mesmo enviou 4 mensagens e recebeu 3 mensagens, a sua nota foi 5,0. O aluno de ID 3347 (Figura 20d), enviou 3 mensagens, mas não respondeu a proposta do fórum, uma vez que, não foi enviada nenhuma mensagem para o tutor, recebendo a nota 6,3. O aluno de ID 3353 (Figura 20e), pelo número de mensagens enviadas (7) e recebidas (6), representou o aluno mais participativo do fórum, contudo, a sua nota foi 5,1.

Figura 20 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 1, pelo Camocim



Fonte: Elaborado pelo autor

Cabe ressaltar que o grafo não apresenta o quantitativo de mensagens trocadas entre dois atores. Entretanto, essas informações podem ser observadas quando se seleciona um ator no grafo, sendo possível observar, além do grafo de interações daquele ator, informações exibidas em um box com o quantitativo de mensagens enviadas e recebidas, nota, e-mail, dentre outras informações apresentadas nas análises, como ilustrado na Figura 18.

Observa-se que em médias, para este fórum, alunos que postaram muito não receberam uma boa nota, sendo necessário uma investigação mais detalhada para verificar a causa deste fato. Uma possibilidade seria a forma de avaliação, mas esta informação foge ao recorte deste estudo. Uma observação em relação às informações discutidas a partir da Figura 20 e as próximas que serão analisadas, é que esses dados foram extraídos pela ferramenta, ou seja, selecionando os ID e efetuando as considerações. Todos os grafos analisados podem ser visualizados nos Apêndices de E a N.

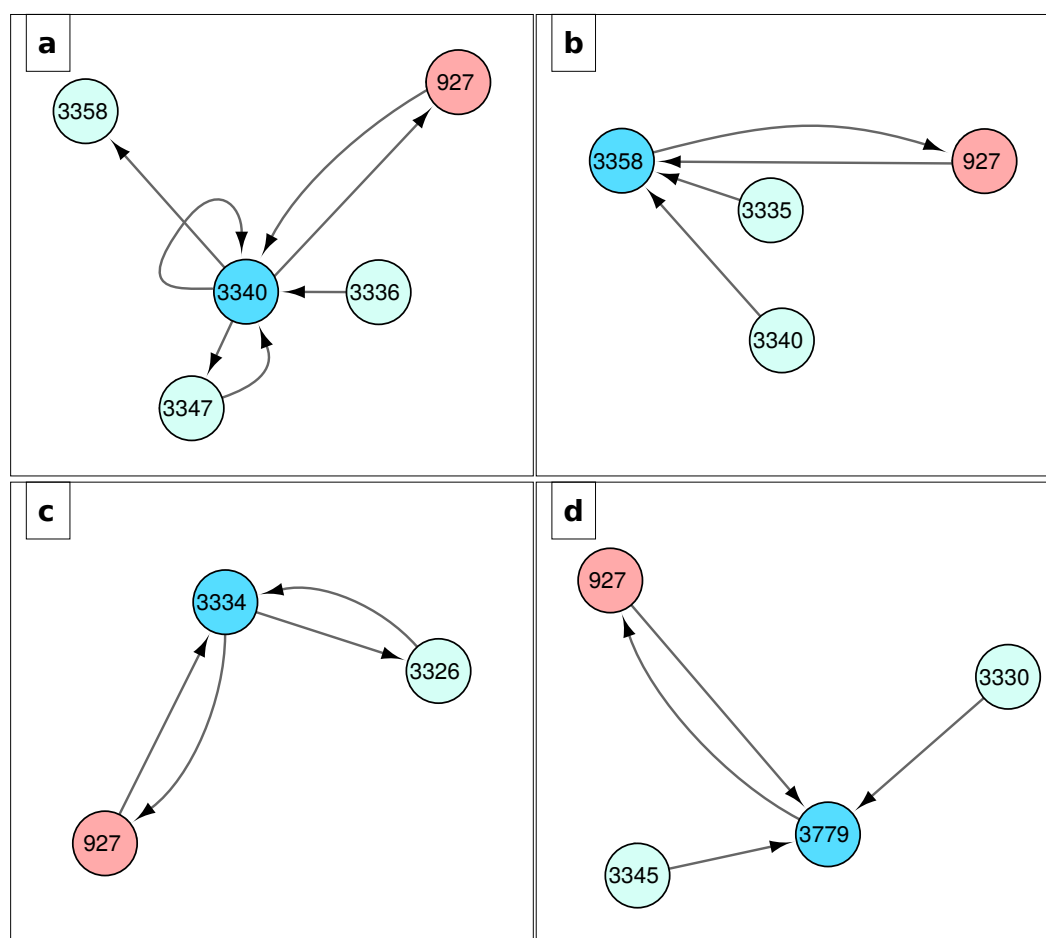
No fórum da aula 5 (Figura 19b), observa-se um maior número de alunos ausentes

nas contribuições e pela densidade do grafo menos interações. Algumas análises podem ser feitas em relação a este fórum. O aluno de ID 3340 (Figura 21a), postou 5 mensagens e recebeu 4 mensagens, obtendo nota 8,0. Ainda sobre o aluno de ID 3340, tem-se uma peculiaridade, que trata-se de um arco voltado para si, o que significa que o aluno respondeu a uma postagem feita por ele mesmo.

Em relação ao aluno de ID 3358 (Figura 21b), o mesmo realizou 3 e recebeu 3 postagens e obteve nota 8,0 sendo observado também que o mesmo interagiu apenas com o tutor, não respondendo aos comentários dos colegas. Já o aluno de ID 3334 (Figura 21c), interagiu apenas com um colega e com o tutor. Em relação ao aluno de ID 3779 (Figura 21d), o mesmo apresentou um comportamento semelhante ao aluno de ID 3358, não comentando as mensagens recebidas dos colegas e interagiu apenas com o tutor.

Os alunos selecionados, em geral, interagem apenas com o tutor e procuram fazer apenas um comentário às postagens dos seus colegas, não estabelecendo uma relação de reciprocidade.

Figura 21 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 5, polo Camocim

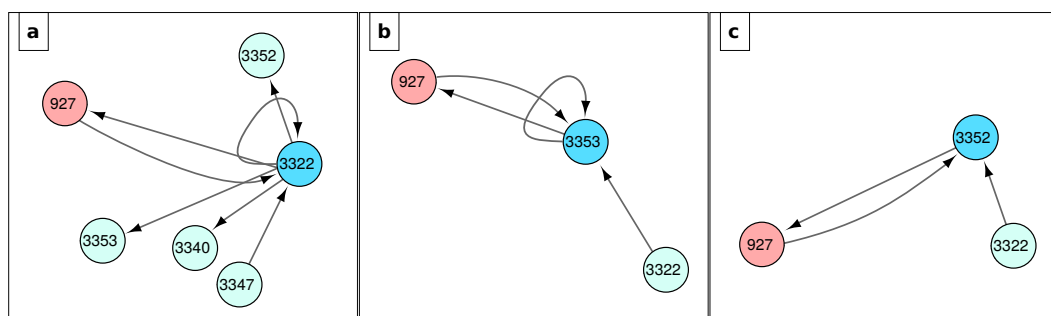


Fonte: Elaborado pelo autor

No fórum da aula 8 (Figura 19c), nota-se que alguns alunos (6 ao todo) reformularam mensagens já enviadas ao fórum, observado pelo arco voltado para o vértice. Neste fórum, o número de alunos que não participaram mais que dobrou em relação ao primeiro fórum, passando para 18 o número de alunos que não contribuíram no fórum.

Como pode ser observado na Figura 19c, apenas o aluno de ID 3322 (Figura 22a), procurou interagir com os colegas, representado o aluno que postou e recebeu mais mensagens no fórum, apresentando desempenho 9,5. Os alunos representados pelos ID 3353 (Figura 22b) e 3352 (Figura 22c) também receberam mensagens do aluno de ID 3322, mas procuraram interagir apenas como o tutor. O comportamento dos alunos neste fórum foi semelhante ao fórum da aula 5 (Figura 19b), com uma baixa interação entre os membros, apesar do tutor ter interagido bastante com a turma, a abstenção foi aumentado a medida que a disciplina foi avançando.

Figura 22 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 8, polo Camocim

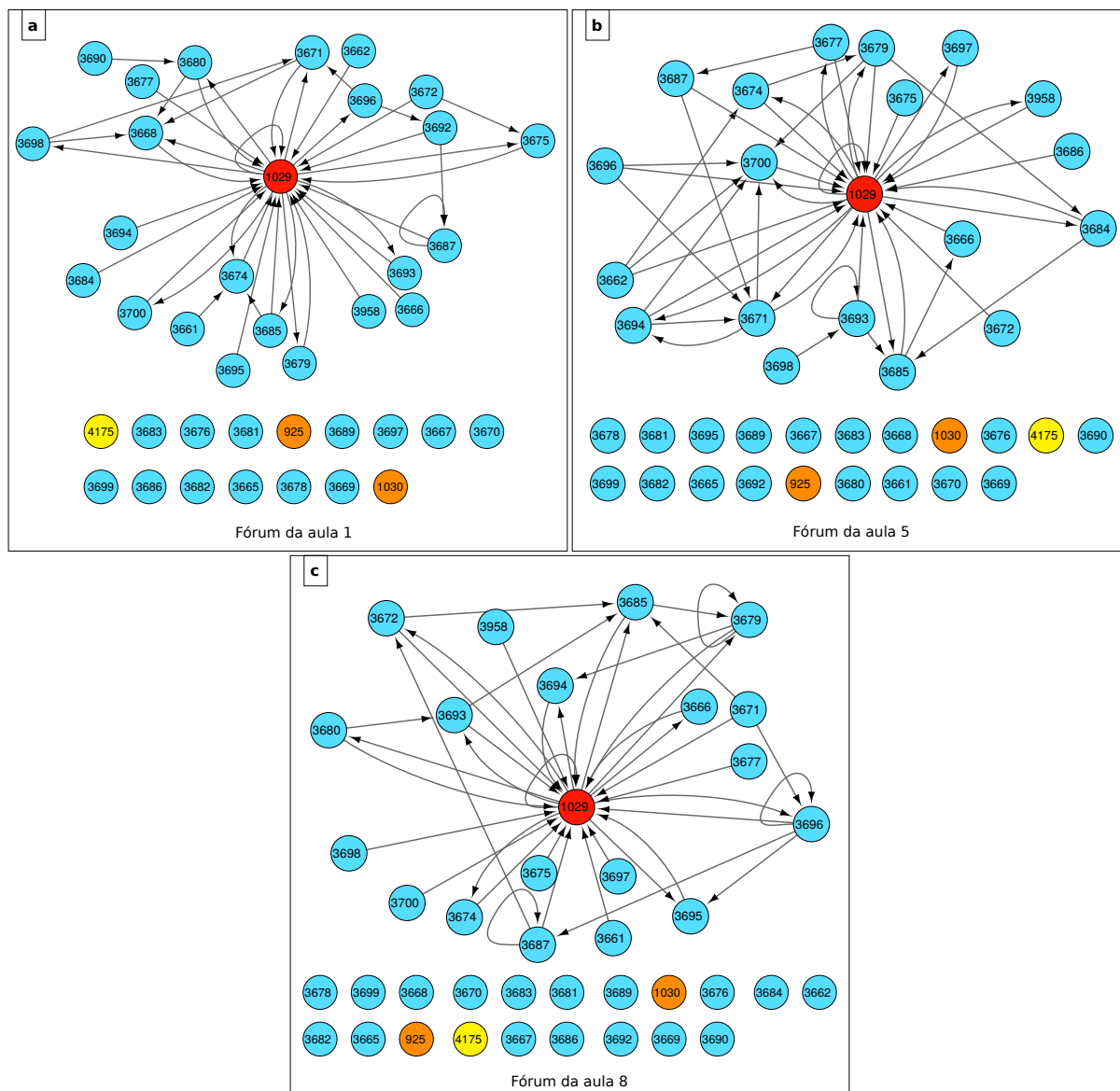


Fonte: Elaborado pelo autor

O comportamento da turma, de modo geral, examinando os três fórum deste polo, demonstrou indícios de que alunos que não postaram no primeiro fórum, conseqüentemente passaram a não postar também nos demais, caracterizando assim uma tendência a evasão. Em oposição, alunos que postaram muito no primeiro fórum tendem a comporta-se da mesma forma nos demais. Assim surge indício, em uma análise preliminar, que a ferramenta possa prever alguns padrões de comportamento da turma.

Na Figura 23, são exibidos os grafos referentes ao polo de São Gonçalo, envolvendo as interações ocorridas nos três fóruns. No que diz respeito ao Fórum 1 (Figura 23a), observa-se que, dentre os três, foi o fórum que obteve o maior número de alunos participantes, contudo, nota-se 13 alunos ausentes nas contribuições.

Figura 23 – Grafos polo São Gonçalo



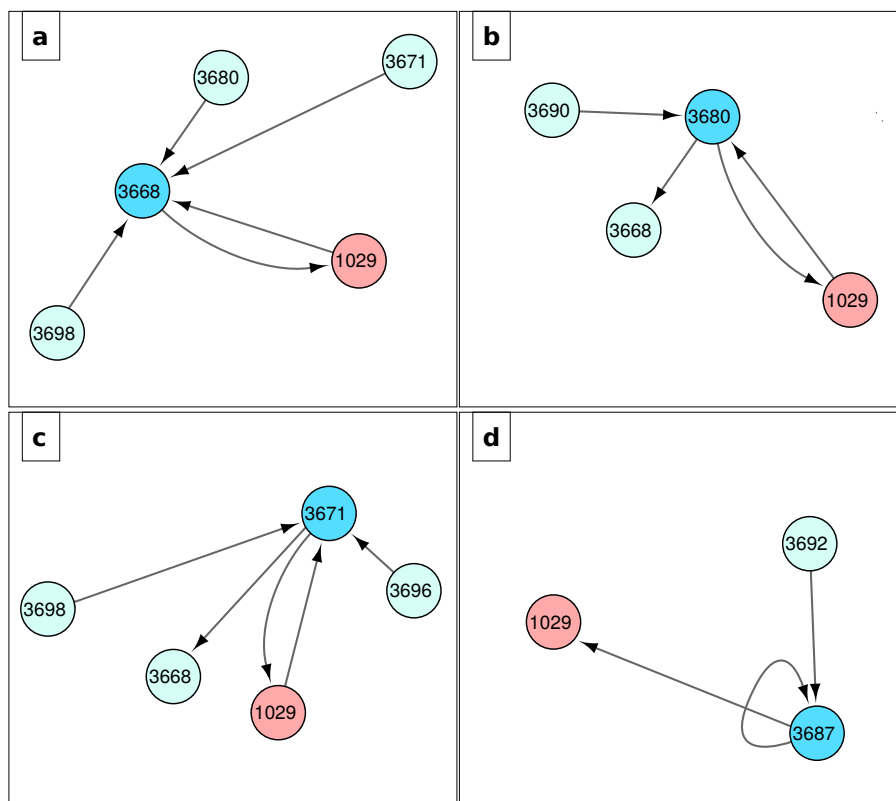
Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 24, são expostos alguns alunos, optando-se por aqueles que supostamente demonstraram maior número de interações no fórum da aula 1 (Figura 23a). Da mesma forma que as análises realizadas sobre a turma do polo de Camocim, não foi estabelecido um critério específico para triagem dos alunos, para os quais serão feitas as análises.

Como pode ser observado na Figura 24a, o aluno de ID 3668 enviou e recebeu 2 mensagens, representando o aluno que recebeu mais mensagens no fórum, contudo, este comportamento interativo, restringiu-se apenas entre o mesmo e o tutor, não interagindo com os colegas, a sua nota foi 10,0. O aluno de ID 3680 (Figura 24b), enviou 2 mensagens e recebeu 2 mensagens, a sua nota foi 5,0.

O aluno de ID 3671 (Figura 24c), postou 4 mensagens e recebeu 4, mas da mesma forma que o colega anterior, manteve ação interativa com o tutor e realizou envio de postagem para o colega de ID 3668. Por último, aluno de ID 3687 (Figura 24d), recebeu 2 postagens e enviou duas, sendo que uma das mensagens foi uma repostagem a uma mensagem já enviada ao fórum, sua nota foi 10,0. Em uma avaliação geral do Fórum 1 (Figura 23a), observou-se que foram poucas as interações entre alunos e tutor.

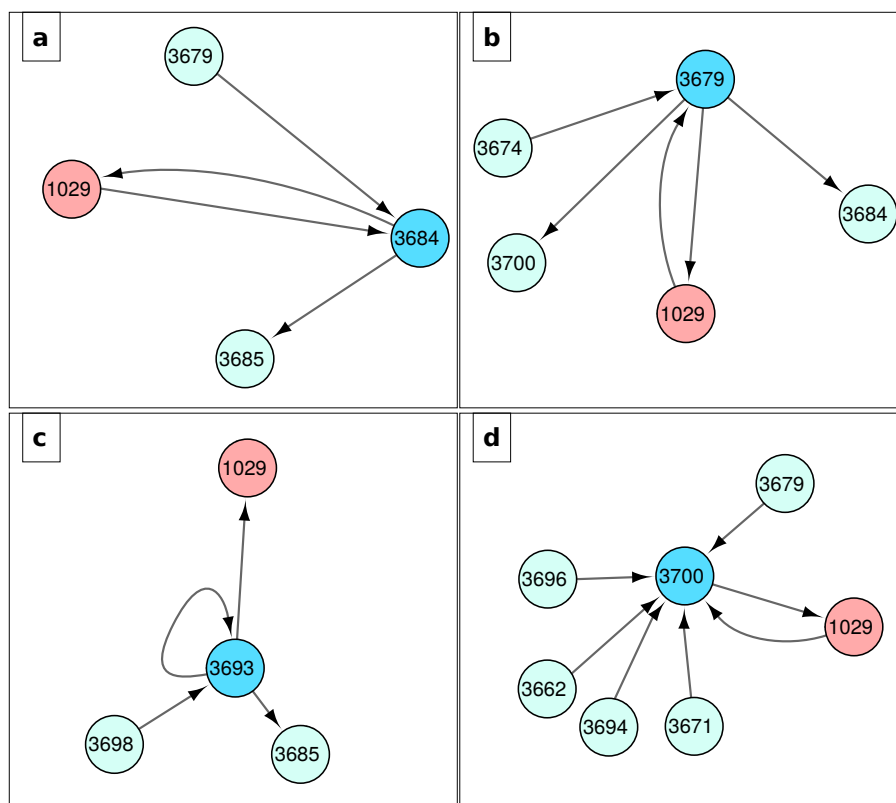
Figura 24 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 1, polo São Gonçalo



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 25, tem-se os alunos selecionados do fórum da aula 5 (Figura 23b). Neste fórum, percebe-se um comportamento diferente em relação ao fórum da aula 1, uma vez que, o número de alunos ausentes passou de 13 para 17. Entretanto, alguns alunos apresentaram um comportamento mais participativo. O aluno de ID 3684 (Figura 25a), realizou 3 postagens e recebeu 3 mensagens, interagiu com o tutor, enviou uma mensagem para o aluno de ID 3685, mas não obteve retorno, sua nota foi 9,0. Já aluno de ID 3679 (Figura 25b), dentre os selecionados, foi o aluno que mais interagiu no fórum, 6 mensagens enviadas e 4 mensagens recebidas, ao mesmo foi atribuída a nota 10,0. Para o aluno de ID 3693 (Figura 25c), o mesmo enviou 3 mensagens e recebeu 2, obtendo a nota 9,3. Em relação ao aluno de ID 3700 (Figura 25d), este foi o aluno que mais recebeu mensagens, no entanto o mesmo não deu retorno às postagens de seus colegas, interagindo apenas com o tutor.

Figura 25 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 5, polo São Gonçalo



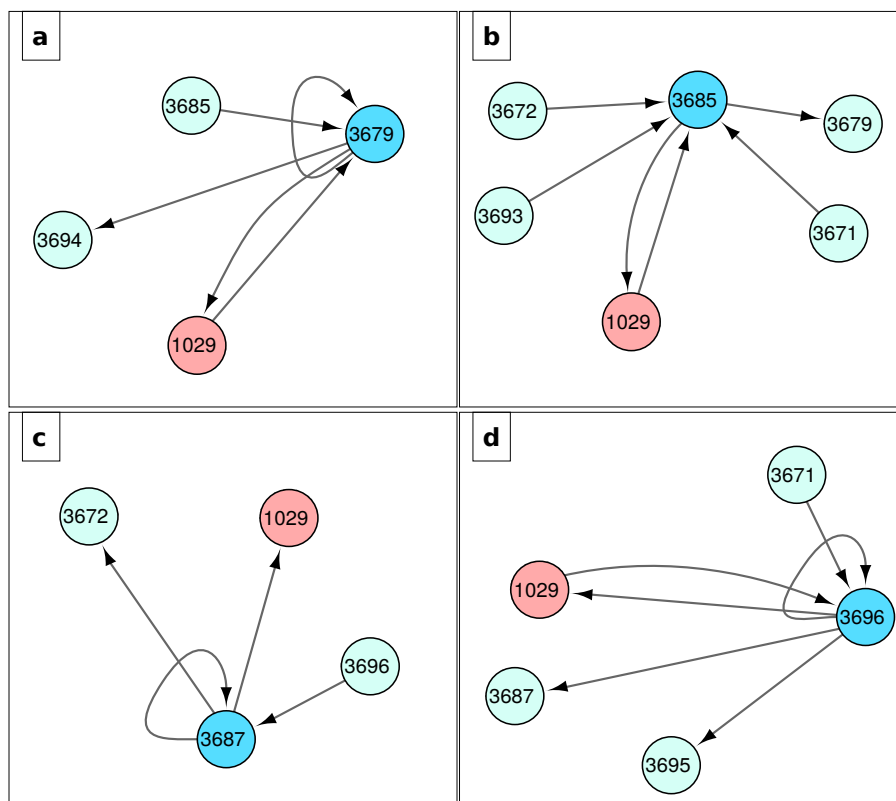
Fonte: Elaborado pelo autor

Em uma análise geral do fórum da aula 5 (Figura 23b), notou-se que alguns alunos receberam várias mensagens e também que alguns alunos enviaram várias mensagens, mas estas mensagens não levaram a uma discussão entre os mesmos.

A Figura 26 expõe os alunos selecionados a partir do fórum da aula 8 (Figura 23c). Neste fórum o número de alunos ausentes se manteve igual ao fórum da aula 5, semelhante aos fóruns anteriores, o tutor apresentou um comportamento bastante participativo (24 mensagens enviadas), representando uma média de mais de uma mensagem enviada por aluno. Mesmo assim, a turma se manteve com baixa participação.

O aluno de ID 3679 (Figura 26a) representou o aluno que mais postou (13 mensagens) e também o que mais recebeu mensagens (9 mensagens) no fórum, no entanto este comportamento não assegurou uma boa nota (3,9). Já o aluno de ID 3685 (Figura 26b), enviou 2 mensagens e recebeu 4 mensagens, tendo enviado mensagem para o aluno de 3679 e para o tutor, sua nota foi 10,0. Em relação ao aluno de ID 3687 (Figura 26c), o mesmo realizou 3 contribuições e recebeu 2, sendo que uma das mensagens recebidas foi uma repostagem, a sua nota no fórum foi 10,0. O aluno de ID 3696 (Figura 26d), apresentou um comportamento bastante interativo, enviou 8 mensagens e recebeu 5, parecido com o primeiro aluno (Figura 26a), entretanto, sua nota foi um pouco melhor (6,3).

Figura 26 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 8, polo São Gonçalo

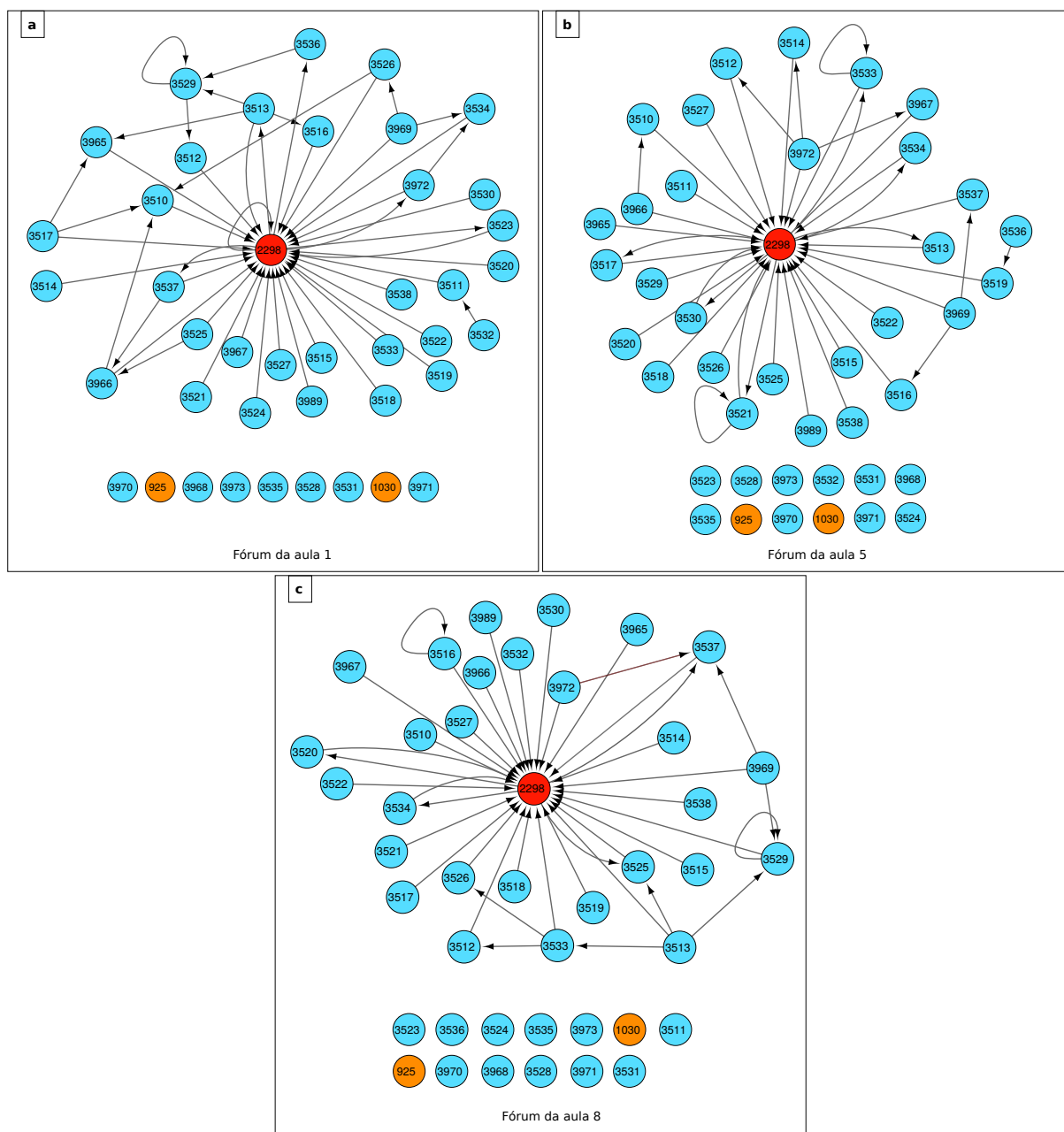


Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme analisados os três fóruns do polo (Figura 23), observou-se baixa interação entre os alunos. Desde o primeiro fórum, uma ausência significativa em relação ao número de alunos registrados na disciplina (36 alunos). De forma semelhante ao polo de Camocim, foi identificado um aumento na abstenção dos alunos nos fóruns e, na medida em que a disciplina avançava, geralmente, os alunos que não contribuíram no primeiro fórum, também não participaram dos demais.

Por último, tem-se os grafos relativos aos fóruns do polo de Jaguaribe (Figura 27). No fórum da aula 1 (Figura 27a), verifica-se que, dentre os três fóruns, esse foi o que obteve maior número de interações entre os participantes. Confirmado pela (Figura 27a), pelo menor número de vértices sem conexões, comparando-se com aos demais fóruns (Figura 27b e c). A seguir, serão realizadas as análises mediante o comportamento de alguns alunos.

Figura 27 – Grafos polo Jaguaribe



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 27b, são identificadas as relações estabelecidas no fórum da aula 5. Para este fórum, também é observado um aumento do número de alunos que não participaram do fórum, sendo visível a falta de interação, entre os alunos, até mesmo entre alunos e tutor, são observadas poucas interações.

Por fim, é analisado o fórum da aula 8 (Figura 27c). Neste fórum, como ocorrido nos anteriores, o número de alunos que não participaram do fórum aumentou, como pode ser verificado a partir dos vértices isolados, sem vínculos. Observando-se poucas mensagens

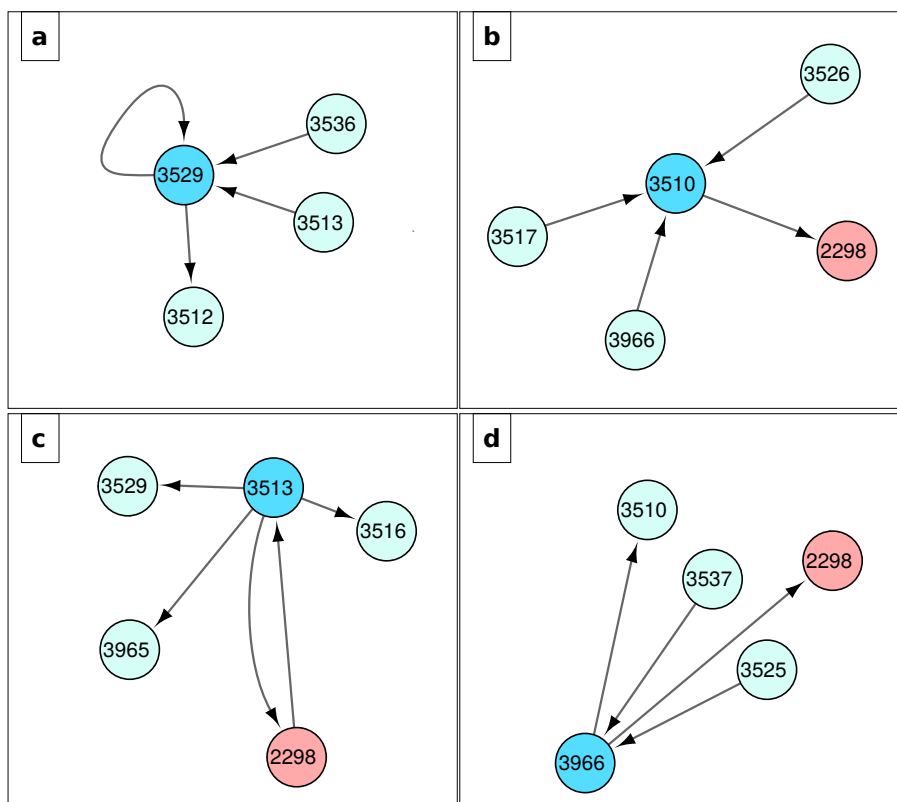
enviadas pelos alunos e também pelo tutor.

Na Figura 28, são exibidos alguns alunos, aqueles que demonstraram um comportamento mais participativo. A escolha destes alunos, da mesma forma que as observações realizadas sobre as turmas de Camocim e São Gonçalo, não seguiram um critério específico.

Verificando o aluno de ID 3529 (Figura 28a), percebe-se que o mesmo realizou 2 postagens e recebeu 3 mensagens, sua nota no fórum foi 10,0. Interessante notar, que este aluno não respondeu a proposta do fórum, mas obteve um excelente desempenho.

O aluno de ID 3510 (Figura 28b), realizou apenas uma contribuição e recebeu 3 mensagens, não realizou nenhuma contribuição sobre as mensagens recebidas dos colegas, o tutor também não deu *feedback* a mensagem enviada pelo mesmo e sua nota no fórum foi 10,0. O aluno de ID 3513 (Figura 28c), representou o aluno que mais enviou mensagens (5) ao fórum, recebendo apenas uma mensagem sua nota foi 10,0. Por fim, o aluno de ID 3966 (Figura 28d), da mesma forma que seus colegas (Figura 28 a, b e c), recebeu nota 10,0, sendo que o mesmo realizou 2 contribuições e recebeu 2 mensagens.

Figura 28 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 1, polo Jaguaribe.



Fonte: Elaborado pelo autor

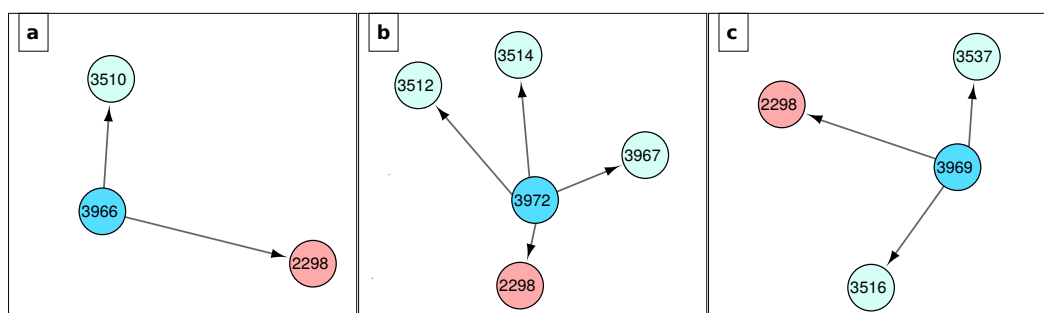
De modo geral, os alunos deste fórum apresentaram um desempenho melhor comparados aos alunos dos demais polos, mesmo demonstrando poucas interações, como

pode ser observada no grafo (Figura 27a). Inclusive o tutor postou muito pouco no fórum, totalizado 6 mensagens. Também pode ser observado a ausência de participação de 7 alunos no fórum.

Para uma análise particular, na Figura 29 são apresentados alguns alunos e o comportamento destes no fórum da aula 5. O aluno de ID 3966 (Figura 29a), realizou 2 contribuições, não recebeu nenhuma mensagem e sua nota foi 8,5. Já o aluno de ID 3972 (Figura 29b) enviou 4 mensagens ao fórum, também não recebeu mensagens e obteve nota 10,0. Em relação ao aluno de ID 3969 (Figura 29c), o mesmo contribuiu com 3 mensagens, mas não recebeu nenhum *feedback*, por parte dos colegas ou tutor, a sua nota foi 9,3.

De modo geral, o número de postagens enviada se manteve baixa, inclusive menor que o fórum da aula 1. Tendo em vista, que a maior partes dos alunos realizaram apenas uma postagem. Da mesma forma, o tutor apresentou o mesmo comportamento do fórum anterior.

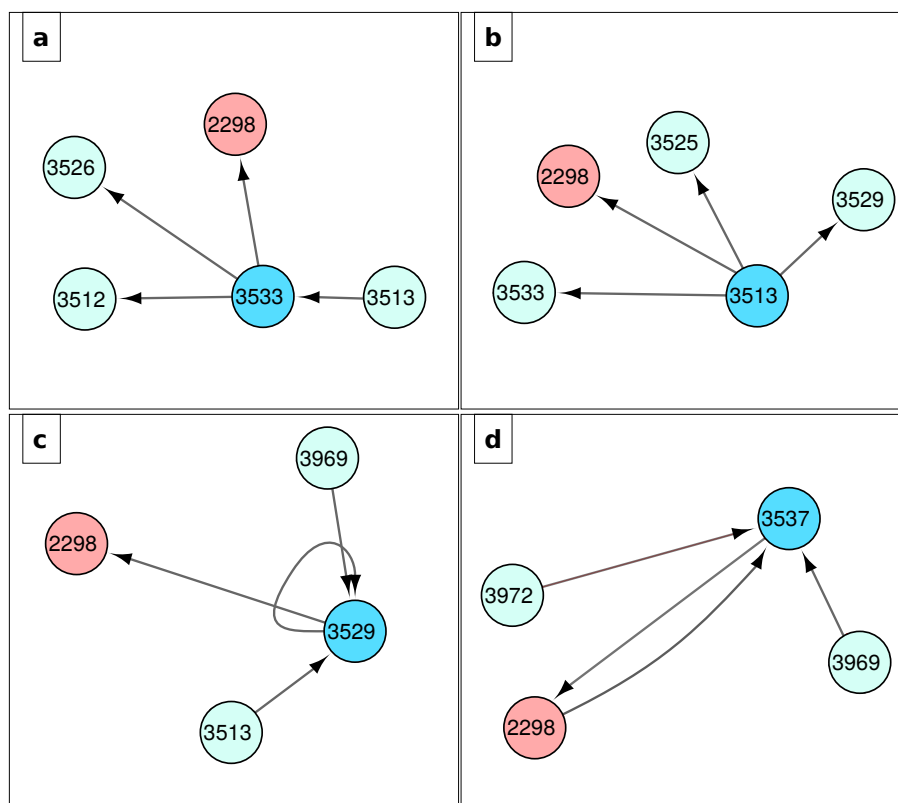
Figura 29 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 5, polo Jaguaribe.



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 30, são apresentados alguns alunos, que demonstraram um comportamento mais ativo. No fórum da aula 8, o aluno de ID 3533 (Figura 30a), enviou 3 mensagens e recebeu 1, não recebendo nenhum retorno de seus colegas para os quais enviou mensagens, nem mesmo do tutor, a sua nota no fórum foi 10,0. Para o aluno de ID 3513 (Figura 30b), foi atribuído nota 10,0, sendo que o mesmo efetuou 4 postagens e não recebeu nenhuma mensagem, seja dos colegas ou mesmo tutor. Já o aluno de ID 3529 (Figura 30c) e o aluno de ID 3357 (Figura 30d) que enviaram 3 mensagens e receberam 4 mensagens, ambos receberam nota 10,00. Observa-se que, em geral, as notas aplicadas aos alunos foram excelentes, mesmo com poucas mensagens enviadas.

Figura 30 – Análise individual de alguns alunos do fórum da aula 8, polo Jaguaribe.



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da análise do três fóruns, observa-se um comportamento semelhante ao das turmas dos outros polos, ou seja, pouca interação entre os alunos. Em relação ao tutor comparando-se com os demais tutores dos outros polos, foi o que menos postou. Contudo, está turma foi a que apresentou menos alunos ausentes no último fórum.

Com a análise das três turmas Figuras 19 23 e 27, tem-se alguns indícios relacionados ao comportamento dos alunos e do tutor:

- Redução do número de participantes nos fórum na medida em que a disciplina avança. Esse comportamento fica mais evidente quando se compara o número de alunos ausentes do primeiro com o quinto fórum. Outro aspecto observado, relacionado à ausência nos fóruns foi que, geralmente, os alunos que não participam do primeiro fórum, também não participaram dos demais.
- Alunos que postaram muito logo no início da disciplina, normalmente, continuaram apresentando um comportamento participativo, buscando sempre interagir além de com o tutor, também com os colegas. Outro fator observado em relação à atuação dos alunos foi a nota, que em alguns casos alunos que interagiram muito obtiveram uma nota inferior aos que postaram bem menos. Alguns inclusive realizando apenas uma postagem, receberam nota 10,0.

- Foi observado em todos os fóruns que a grande maioria dos alunos não interagiram com os colegas, pois se reportam apenas ao tutor, mesmo assim, enviam apenas uma ou 2 mensagens. Neste contexto, se o fórum é um recurso para promover interações entre os alunos, pelo menos, para esta amostra os grafos demonstraram que isso não aconteceu.
- Analisando a atuação do tutor, em alguns casos, foi identificado baixo acompanhamento da turma (Figura 27a, b, c), nos três fóruns o tutor enviou apenas 6 mensagens, muito abaixo se comparado com o número de mensagens enviadas pelos tutores dos outros polos (tutor polo São Gonçalo acima de 18 mensagens enviadas por fórum e tutor polo Camocim acima de 19 mensagens enviadas). Entretanto, foi a turma que apresentou menos alunos ausentes, especialmente no último fórum (Figura 27c), mesmo que de forma bastante moderada os alunos procuram enviar ao menos uma mensagem ao fórum. O que chama também a atenção nesta turma são as notas que, em geral, foram notas bem acima da média, inclusive para alunos que contribuíram com apenas uma postagem.

V CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa, a qual teve como objetivo detectar padrões de comportamento de alunos em fóruns de discussão do AVA *Moodle* a partir do uso de grafos. Assim, esta seção busca demonstrar o que foi alcançado partindo do objetivo geral, objetivos específicos e questão de pesquisa. Além de expor as contribuições, as limitações e sugestões para pesquisas futuras.

O desenvolvimento do exposto no objetivo geral está relacionado a construção e execução dos pontos traçados nos objetivos específicos que, por sua vez, serviram de guia para a fundamentação teórica e para o método aplicado na pesquisa. A seguir são descritas as ações empregadas para cumprir o que foi proposta nos objetivos específicos:

Identificar padrões referentes às interações registradas no fórum do AVA

Para atender a esse objetivo, inicialmente foi selecionada uma turma para um teste piloto e para conclusão da pesquisa foram selecionadas três turmas. No teste piloto, foram realizados ajustes na ferramenta e analisado o comportamento dos dados apresentados pela ferramenta. Para o desenvolvimento do estudo foram analisadas três turmas, verificando-se, tanto de forma visual como a partir do instrumental, o comportamento dos atores no ambiente. Tanto com a análise visual das interações expressas nos grafo, como dos registros observados no instrumental, foi possível identificar indícios de padrões de comportamento dos alunos.

Estudar técnicas de avaliação de grafos para análise das interações do fórum em AVA

Com suporte no estado da arte, foi definido que o tipo de grafo a ser produzido pela ferramenta seria orientado (direcionado), por ser uma forma intuitiva de perceber os direcionamento das interações entre conjuntos de dados ou grupos de alunos. Para tanto, a partir deste estudo foram localizados alguns trabalhos que orientaram para escolha das tecnologias e melhor compreensão sobre o assunto.

Tratar os dados provenientes da base de dados AVA Moodle

Foi necessários realizar uma análise da base de dados do AVA, na qual foram executadas várias consultas com o objetivo de localizar e filtrar as informações de interesse que seriam expostas pela aplicação de forma visual. Este tratamento permitiu a identificação do conjunto de tabelas no banco diretamente associadas com os participantes, postagens dos usuários e fóruns. Esses dados representam parte das informações que alimentaram o instrumental com os dados das turmas extraídos a partir dos fóruns analisados.

Demonstrar visualmente as interações do fórum de AVA por meio de grafos

De posse dos resultados dos objetivos anteriores, foi possível desenvolver um recurso para apresentar as interações do fórum de forma visual, sendo utilizado um modelo de visualização em grafo, apresentando de forma instantânea os relacionamentos estabelecidos entre os alunos e entre alunos e tutor.

Elencar indicadores extraídos sistematicamente das variáveis obtidas nos grafos gerados

Tendo o modelo gerado, foi possível retirar informações do mesmo e assim extrair significados e indicadores para auxiliar o tutor a desenvolver estratégias voltadas para o processo de ensino e aprendizagem, sendo possível também oferecer ao aluno um melhor acompanhamento, uma vez que informações a respeito de seu desempenho e envolvimento com as atividades e com a disciplina em estudo podem ser apreendidas de forma rápida a partir dos grafos.

Quanto as relações entre os valores e atributos expressos a partir da seleção dos vértices dos grafos, percebeu-se que os atributos número de mensagens enviadas/recebidas, surgem como indícios a revelar tendências do aluno permanecer ou ausentar-se dos fóruns. Constatou-se também que, para a amostra analisada, este comportamento foi observado já a partir do primeiro fórum, uma vez que, geralmente, o aluno ausente neste fórum, manteve comportamento similar nos demais.

A pesquisa trouxe uma contribuição importante no que se refere a visualização das interações exibidas e como estas podem ser visualizadas e investigadas, a partir da ferramenta proposta. Desta forma, os resultados demonstram ter aplicações de natureza prática, ou seja, prover subsídios para o monitoramento de uma turma em AVA, uma vez que apontam direcionamentos relacionados para intervenção na turma em tempo hábil. Contudo, é importante mencionar que, por ser um estudo exploratório, envolvendo muitas variáveis, parte dessas variáveis não foram exploradas nesta pesquisa, sendo necessária uma amostra maior para explorar estes dados em profundidade.

Quanto a metodologia, este estudo contribuiu para uma reflexão acerca das interações realizadas nos fóruns, possibilitando investigar o comportamento de uma turma em AVA, por meio do recurso grafo, relacionando características dos atributos extraídos e analisados a partir da ferramenta. Identificando relações por meio de uma análise qualitativa, que oferece a possibilidade de auxiliar na compreensão da complexa tarefa de examinar o comportamento de alunos e tutores em fóruns.

Diante dos resultados obtidos, constatou-se que, a partir dessa análise sistemática do comportamento da turma, o tutor pode verificar padrões e detectar problemas (e.g., identificar aqueles que interagiram pouco, os alunos que se destacam pelo grande número de postagens, os que não respondem às interações, os que não participam efetivamente do fórum, dentre outros aspectos). Observa-se, ainda, que esta ferramenta pode auxiliar o tutor na tomada de decisão no momento de avaliação de seus alunos, pois a partir dos

dados gerados em um AVA, o tutor pode se reportar diretamente a cada aluno no fórum, uma vez que o mesmo já tem conhecimento sobre as interações realizadas. Portanto, o uso dessa ferramenta também contribui para a redução de tempo dedicado à análise do fórum.

Dificuldades e limitações do estudo

A pesquisa passou algumas dificuldade e limitações:

- Houve dificuldade para análise dos dados, uma vez que, no decorrer das análises o banco de dados passou por problemas, sendo necessárias mudanças na forma de consulta dos dados e ajustes na ferramenta.
- Os resultados não podem ser generalizados, pois, estão relacionados apenas a amostra da pesquisa.
- O grafo não apresenta ou aponta para o conteúdo postado, cabendo ao tutor verificar no fórum o conteúdo das mensagens.

Sugestões para trabalhos futuros:

- Submeter o método em outros contextos, com amostra de dados maior e em outras disciplinas.
- Com os resultados, recomenda-se selecionar um maior número de disciplinas e cursos diferentes, isso poderá levar a uma análise aprofundada das interações entre os participante.
- Verificar a funcionalidade da ferramenta para expor as relações dos usuários com outros recursos do ambiente (*e.g., chat, wiki, quiz*).
- Atribuir pesos para as arestas indicando o número de iterações que ela efetivamente acumula.
- Possibilidade de acrescentar à aplicação o uso de recursos de inteligência artificial de tratamento de mensagens, que possibilitaria desconsiderar mensagens que não sejam relevantes para as discussões, isso ajudaria a reduzir o número de arestas do grafo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. de. Formação de professores a distancia: avaliação e perspectivas. 2015. Citado na página 13.

ALONSO, K. M.; SILVA, D. G. da; MACIEL, C. Os ambientes virtuais de aprendizagem, participação e interação, ou sobre o muito a caminhar. *Perspectiva*, v. 30, n. 1, p. 77–104, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 32.

AZEVEDO, B. F. T.; BEHAR, P. A.; REATEGUI, E. B. Indicadores de relevância para análise de fóruns de discussão. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2012. v. 23, n. 1. Citado na página 26.

CAROLAN, B. *Social Network Analysis and Education: Theory, Methods & Applications*. SAGE Publications, 2013. ISBN 9781483320793. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=TbAgAAQBAJ>>. Citado na página 33.

CARVALHO, F. C. A. de; IVANOFF, G. B. *Tecnologias que educam: ensinar e aprender com as tecnologias de informação e comunicação*. 1. ed. São Paulo: Centro de Documentação e Disseminação de Informações. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Acesso em: 21 ago 2013. Citado na página 26.

CLASS, B. De l'éducation présentielle à l'éducation distancielle: quelques concepts et études de cas. In: . Université de Genève. TECFA, Mémo, 2001. Disponível em: <http://tecfa.unige.ch/perso/class/conf/doc/_travail.pdf>. Citado na página 24.

CONDE, M. Á. et al. Exploring software engineering subjects by using visual learning analytics techniques. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, IEEE, v. 10, n. 4, p. 242–252, 2015. Citado na página 33.

COSTA, A. P.; MACHADO, M. J.; FERREIRA, S. M. B. Interação, cooperação e sistematização da aprendizagem em ambiente virtual: Uma proposta metodológica inovadora. *RENOTE*, v. 10, n. 1, 2012. Citado na página 24.

CRESWELL, J. W. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks – Califórnia: Sage publications, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 37.

CUNHA, A. P. de A.; BICCA, A. D. N.; ROSTAS, M. H. S. G. Olhares sobre as interações realizadas em ava por meio da interface assíncrona fórum de discussão. *V Seminário Internacional de Educação a Distância*, p. 661–672, 2013. Citado na página 14.

DALL'OGGIO, P. *PHP Programando com Orientação a Objetos 3ª Edição*. NOVATEC, 2015. ISBN 9788575224656. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=yEP0CgAAQBAJ>>. Citado na página 31.

DĀSA, R. *Learn CakePHP: With Unit Testing*. Apress, 2016. ISBN 9781484212127. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=2yDkDAAAQBAJ>>. Citado na página 31.

- FELIPE, M. W. F. et al. Proposta de plugin para monitoramento de atividades e recursos no ava moodle. *Conferencias LACLO*, v. 5, n. 1, 2015. Citado na página 17.
- FISCILETTI, R. M. D. S. A educação a distância no brasil como direito fundamental a educação: Fontes normativas. *Amazon's Research and Environmental Law*, v. 4, n. 3, p. 81–99, 2017. Citado na página 22.
- FRANCO, C. de P. A plataforma moodle como alternativa para uma educação flexível/the online learning management systems (lms) moodle as an alternative to flexible education. *Revista EducaOnline*, v. 4, n. 1, p. 27–41, 2010. Citado na página 21.
- FRANZ, M. et al. Cytoscape. js: a graph theory library for visualisation and analysis. *Bioinformatics*, Oxford University Press, v. 32, n. 2, p. 309–311, 2015. Citado na página 32.
- GIL, A. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo, SP, BRASIL: Atlas, 2010. ISBN 9788522458233. Citado na página 37.
- GOLDBARG, E.; GOLDBARG, M. *Grafos: conceitos, algoritmos e aplicações*. Rio de Janeiro, RJ, BRASIL: Elsevier Brasil, 2012. ISBN 9788535257182. Citado 3 vezes nas páginas 28, 29 e 30.
- GROSSI, M. G. R.; MORAES, A. L.; BRESCIA, A. T. Interatividade em ambientes virtuais de aprendizagem no processo de ensino e aprendizagem na educação a distância doi-10.5752/p. 2318-7344.2013 v1n1p75. *Arquivo Brasileiro de Educação*, v. 1, n. 1, p. 75–92, 2013. Citado na página 20.
- HERNÁNDEZ-GARCÍA, Á. et al. Applying social learning analytics to message boards in online distance learning: A case study. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 47, p. 68–80, 2015. Citado na página 34.
- JÚNIOR, J. d. R. S.; MARTINS, T. B. Reforma da educação: aspectos da realidade do trabalho docente. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, n. 13, 2012. Citado na página 22.
- KOH, K. M.; DONG, F.; TAY, E. G. *Introduction to Graph Theory: H3 Mathematics*. 5 Toh Tuck Link, Singapore: World Scientific, 2007. ISBN 9789812705259. Citado na página 28.
- LAVRADOR, I. M. B. F. *Análise de redes sociais no estudo das interações em fóruns de discussão: o caso de uma disciplina de mestrado em regime de e-learning*. Tese (Doutorado), 2015. Citado na página 35.
- LONGHI, M. T. et al. Mapa social: ferramenta sociométrica para mapear as interações sociais na educação a distância. In: *Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (6.: 2014)*. Actas. Alcalá de Henares, 2014. [S.l.: s.n.], 2014. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.
- MARTINS, J. L.; SILVA, B. Narrativas da dependência nas redes de aprendizagem online: Como os professores usam as redes de aprendizagem para promover a autonomia. *HOLOS*, v. 1, p. 16–30, 2016. Citado na página 17.

- MCKIMM, J.; JOLLIE, C.; CANTILLON, P. Web based learning. *BMJ*, BMJ Publishing Group Ltd, v. 326, n. 7394, p. 870–873, 2003. ISSN 0959-8138. Disponível em: <<http://www.bmj.com/content/326/7394/870>>. Citado na página 13.
- MOORE, M.; KEARSLEY, G. *Educação a distância: uma visão integrada*. THOMSON PIONEIRA, 2007. ISBN 9788522105762. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=NI62NQAACAAJ>>. Citado na página 15.
- MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. *Novas Tecnologias E Mediação Pedagógica*. Campinas, SP, BRASIL: Papirus, 2015. (Coleção Papirus Educação). ISBN 9788544901380. Citado na página 21.
- MUNHOZ, A. S. *O Estudo em Ambiente Virtual de Aprendizagem: um guia prático*. Curitiba, PR, BRASIL: Editora Intersaberes, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 20, 22, 24 e 26.
- NETTO, P. O. B. Grafos: teoria, modelos, algoritmos 5th ed. *Blucher, São Paulo.*, 2012. Citado na página 28.
- OLIVEIRA, R. et al. Monitoramento das interações dos aprendizes na rede social twitter como apoio ao processo de mediação docente. In: *Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining, BrasNAM*. Curitiba, PB, Brasil: [s.n.], 2012. p. 130–148. Citado na página 27.
- POWELL, J. *A Librarian's Guide to Graphs, Data and the Semantic Web*. 225 Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA: Elsevier Science, 2015. (Chandos Information Professional Series). ISBN 9781780634340. Citado na página 29.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico - 2ª Edição*:. Editora Feevale, 2013. ISBN 9788577171583. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=zUDsAQAAQBAJ>>. Citado na página 36.
- RAMOS, D. B. Uma ferramenta baseada em grafo para identificação e visualização de trilhas de aprendizagem. Universidade Federal do Amazonas, 2016. Citado na página 15.
- RAMOS, D. B. et al. Uma ferramenta baseada em grafo para identificação e visualização de trilhas de aprendizagem. *Nuevas Ideas em Informática Educativa. TISE*, p. 237–243, 2016. Citado na página 35.
- RIBEIRO, E. N.; MELO, R. D. R.; DANTAS, M. J. P. Aplicação da análise de redes sociais nos dados de um curso à distância: Estudo de métricas e visualização de grafos. october 2016. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 34.
- RIGGS, S.; KROSING, H. *PostgreSQL 9 Administration Cookbook: Solve Real-world PostgreSQL Problems with Over 100 Simple, Yet Incredibly Effective Recipes*. Packt Publishing, 2010. ISBN 9781849510295. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=pIYJ5y_TbQkC>. Citado na página 32.
- ROMANI, L. A. S. et al. Intermap: ferramenta para visualização da interação em ambientes da educação a distancia na web. [sn], 2000. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 17.

SACERDOTE, H. C. d. S. Análise da mediação em educação online sob a ótica da análise de redes sociais: o caso do curso de especialização em gestão da segurança da informação e comunicações. 2013. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.

SACERDOTE, H. C. de 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. Citado 4 vezes nas páginas 13, 16, 20 e 23.

SAGÁZ, A. E. A. G.; FADEL, L. M. Visualização da trajetória de navegação de usuários em ambiente virtual de aprendizagem | visualizing user navigation path in a virtual learning environment. *InfoDesign-Revista Brasileira de Design da Informação*, v. 14, n. 1, p. 46–66, 2017. Citado na página 14.

SALES, G. L.; BARROSO, G. C.; SOARES, J. M. Learning vectors (lv): Um modelo de avaliação processual com mensuração não-linear da aprendizagem em ead online. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 20, n. 1, p. 60, 2012. Citado na página 43.

SALES, G. L. et al. Indicadores de aprendizagem learning vectors: uma aplicação em fóruns do ambiente virtual moodle. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2008. v. 1, n. 1, p. 340–349. Citado na página 27.

SARAIVA, K. Educação a distância: outros tempos, outros espaços. *Ponta Grossa: UEPG*, 2010. Citado na página 23.

SILVA, A.; FIGUEIRA, A. Visual analysis of online interactions through social network patterns. In: *2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 639–641. ISSN 2161-3761. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 33.

SILVA, A. P. d. A modalidade ead semipresencial e a disciplina de cálculo diferencial e integral. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2017. Citado na página 23.

SILVA, J. C.; BRITO, A.; MEDEIROS, F. Aplicação de métricas da análise de redes sociais como apoio a avaliação das interações discentes em fóruns de discussão online de um ambiente virtual de aprendizagem. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 5, n. 1, p. 467. Citado na página 34.

SILVA, J. C. d. et al. Uma análise das interações discentes em fóruns de discussão online de ambientes virtuais de aprendizagem através da análise de redes sociais. Universidade Federal da Paraíba, 2015. Citado na página 35.

SILVA, M. *JavaScript - Guia do Programador: Guia completo das funcionalidades de linguagem JavaScript*. NOVATEC, 2010. ISBN 9788575222485. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=1sO3NAEACAAJ>>. Citado na página 31.

SURAJ, P.; ROSHNI, V. S. K. Social network analysis in student online discussion forums. In: *2015 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (RAICS)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 134–138. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 32.

TENÓRIO, A.; JUNIOR, J. F.; TENÓRIO, T. A visão de tutores sobre o uso de fóruns em cursos a distância. *ABED - Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, 2015. Citado na página 14.

TORTORELI, A. C.; GASPARIN, J. L. A interação do professor e alunos no ambiente virtual de aprendizagem: a ferramenta assíncrona fórum. *Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino*, v. 16, n. 2012, p. 23–34, 2012. Citado na página 33.

VERDÚ-SURROCA, N.; MARTIN-FUENTES, E. University students' interactions using scaffolds in two different virtual forums. *Int. J. Learn. Technol.*, Inderscience Publishers, Inderscience Publishers, Geneva, SWITZERLAND, v. 11, n. 2, p. 114–133, jan. 2016. ISSN 1477-8386. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1504/IJLT.2016.077523>>. Citado na página 20.

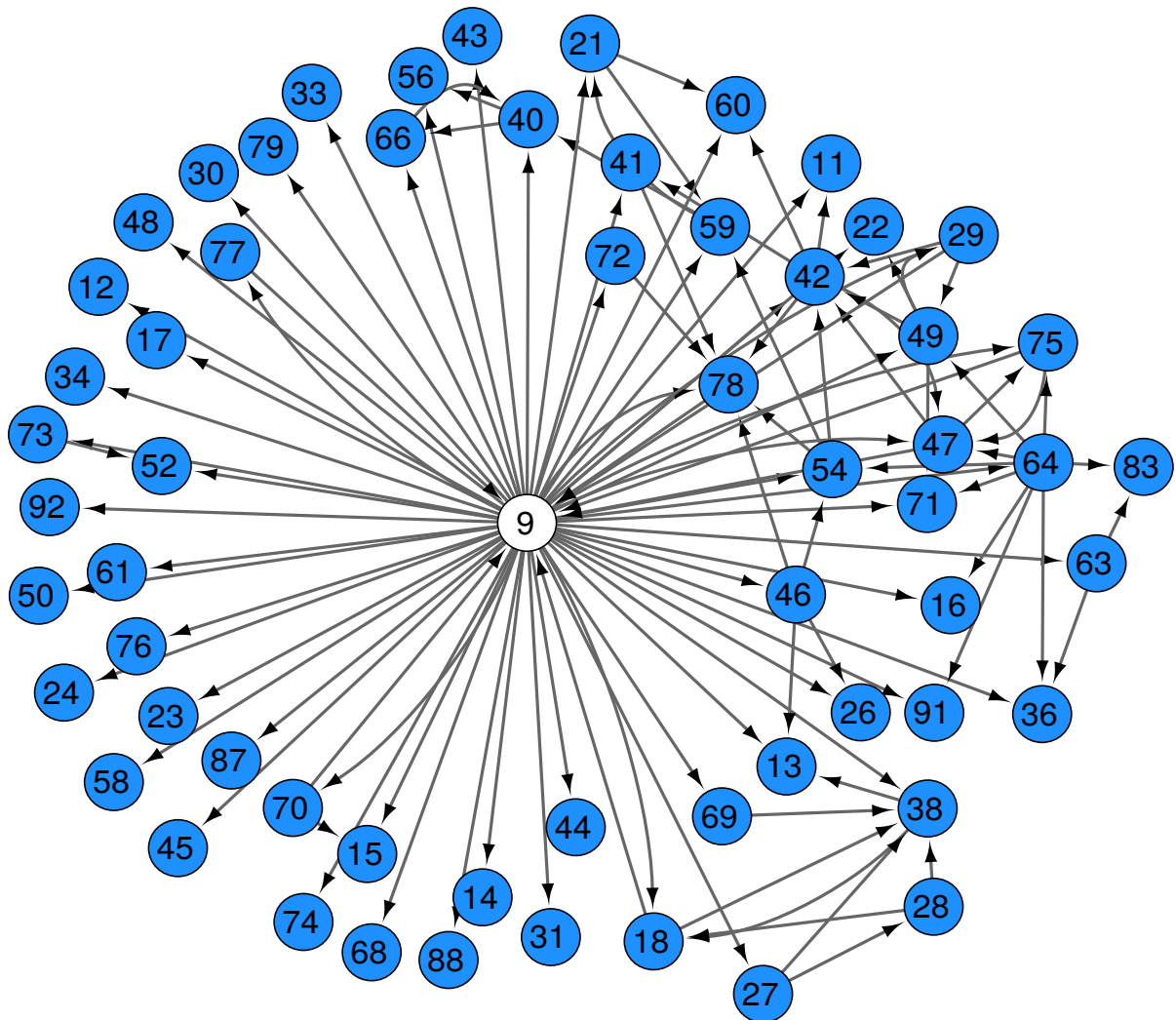
Apêndices

APÊNDICE A – INSTRUMENTAL

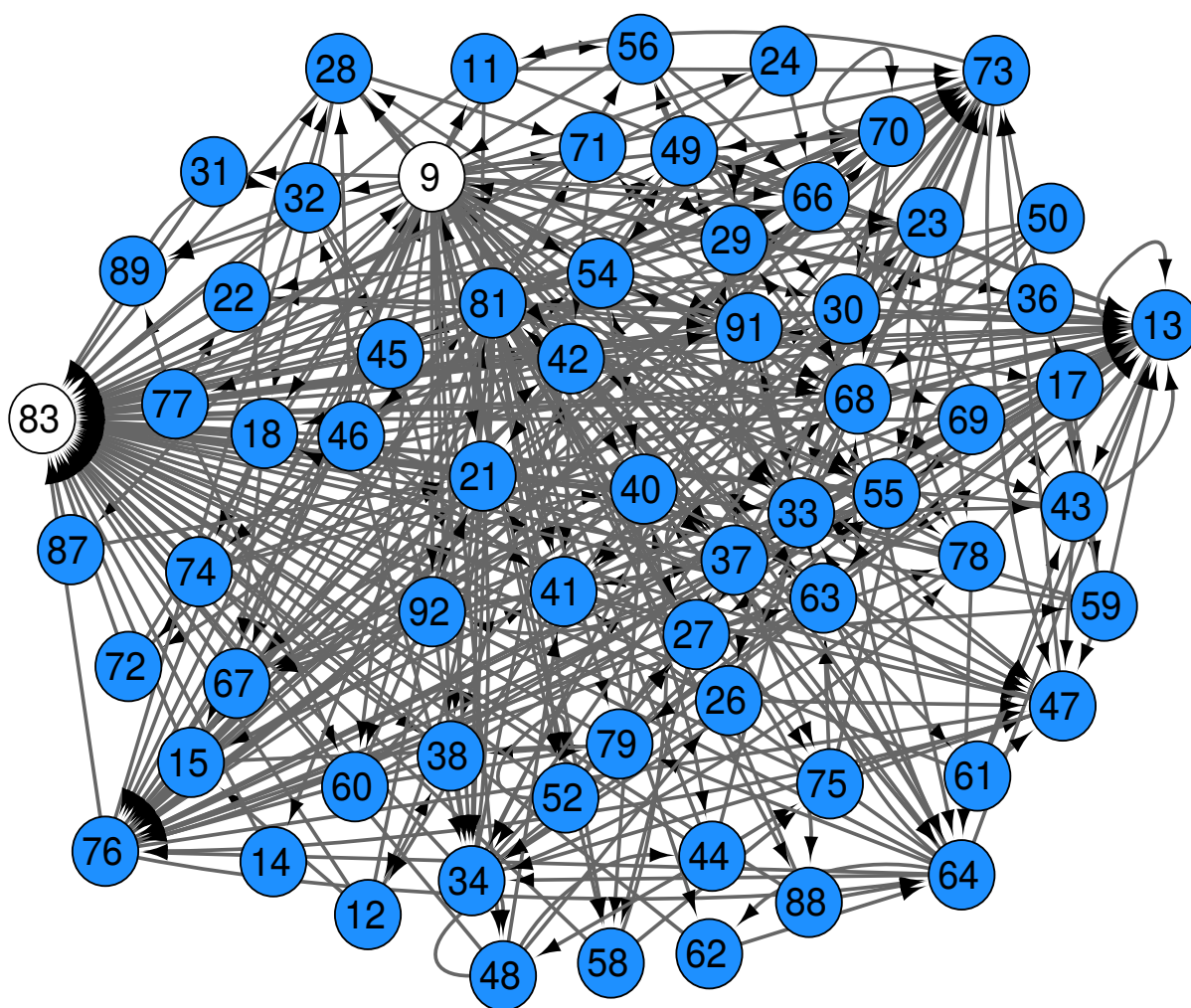
ID do fórum		Disciplina	
Pólo		Número de alunos	

ID do aluno	Número de mensagens enviadas	Número de mensagens recebidas	Nota	Observações

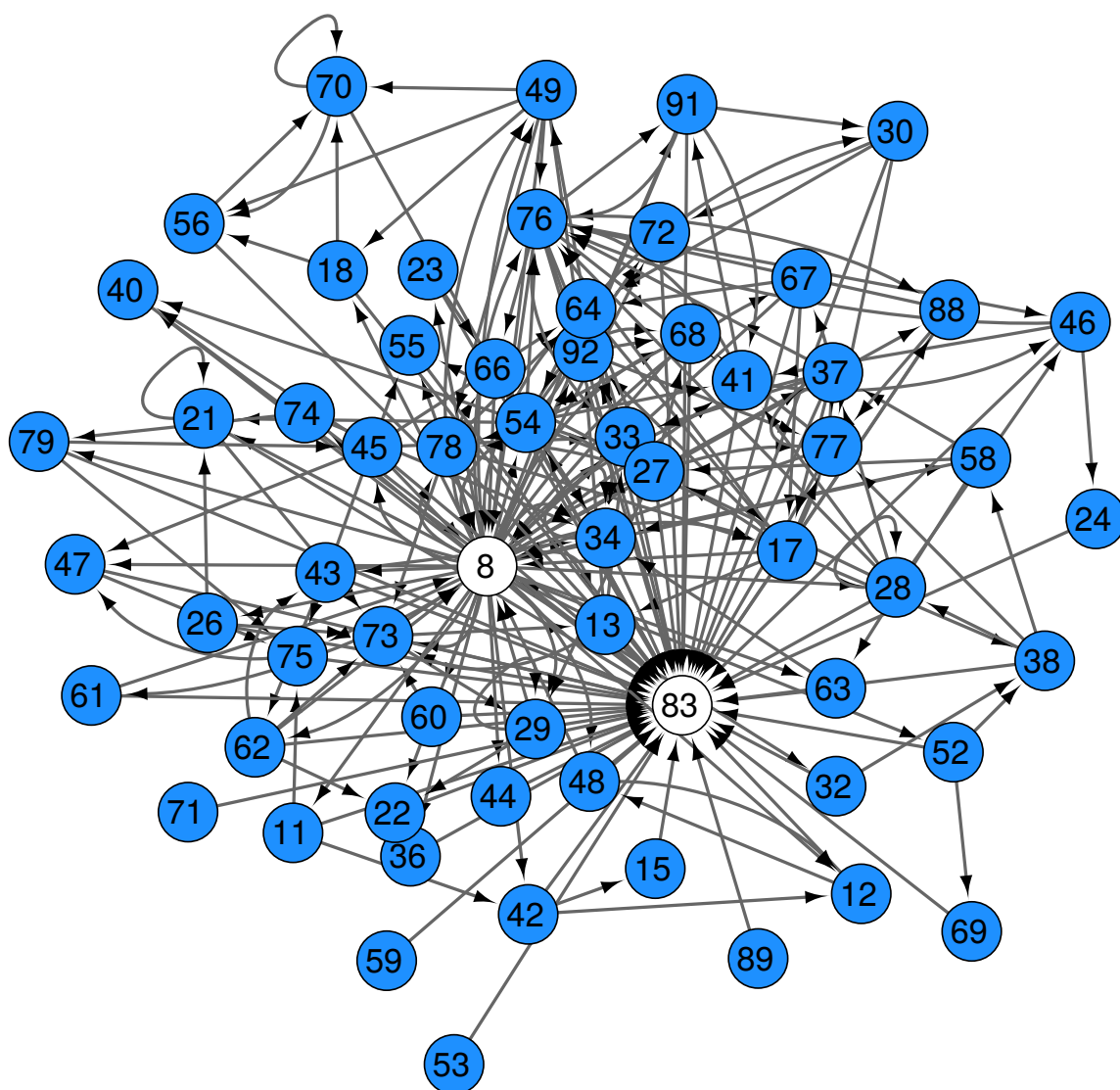
Observações Gerais



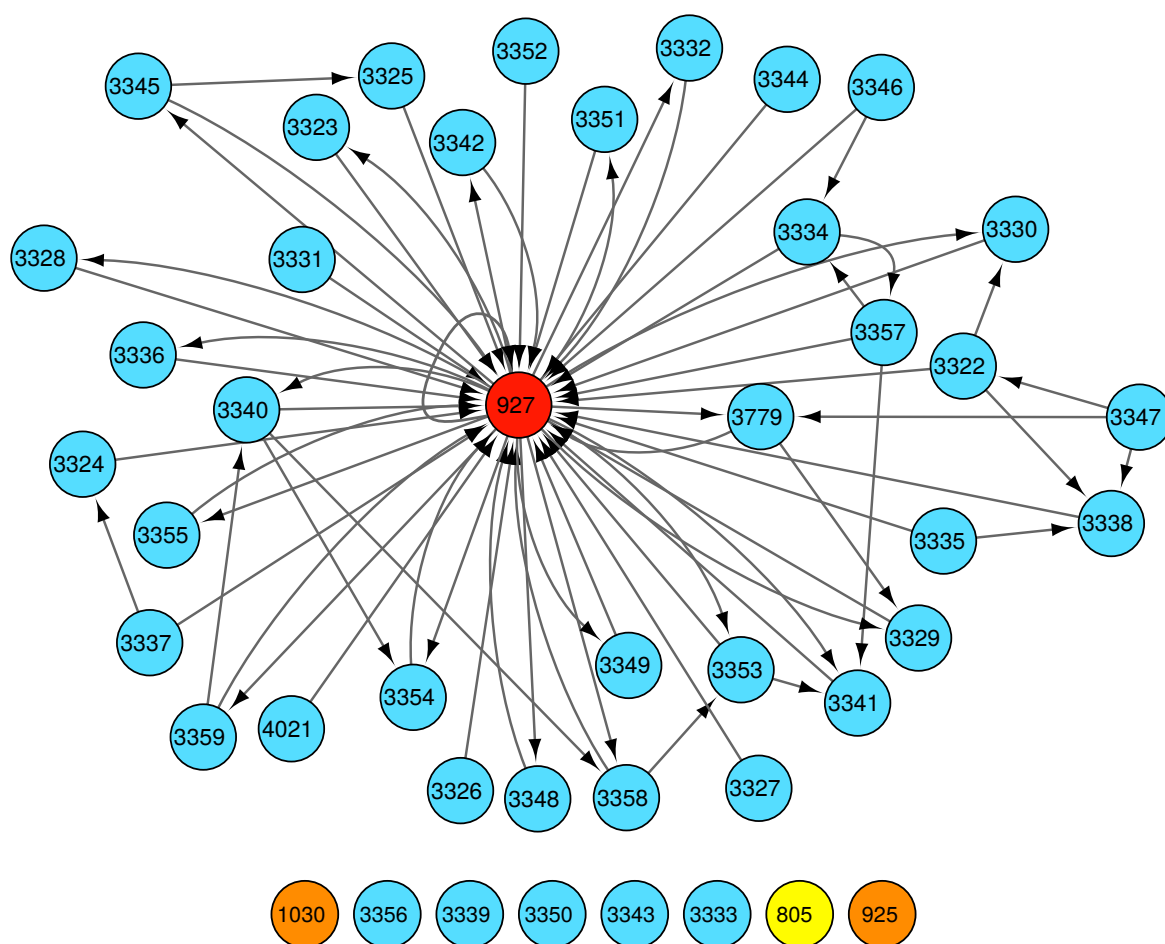
APÊNDICE C – GRAFO FÓRUM 2 TESTE PILOTO



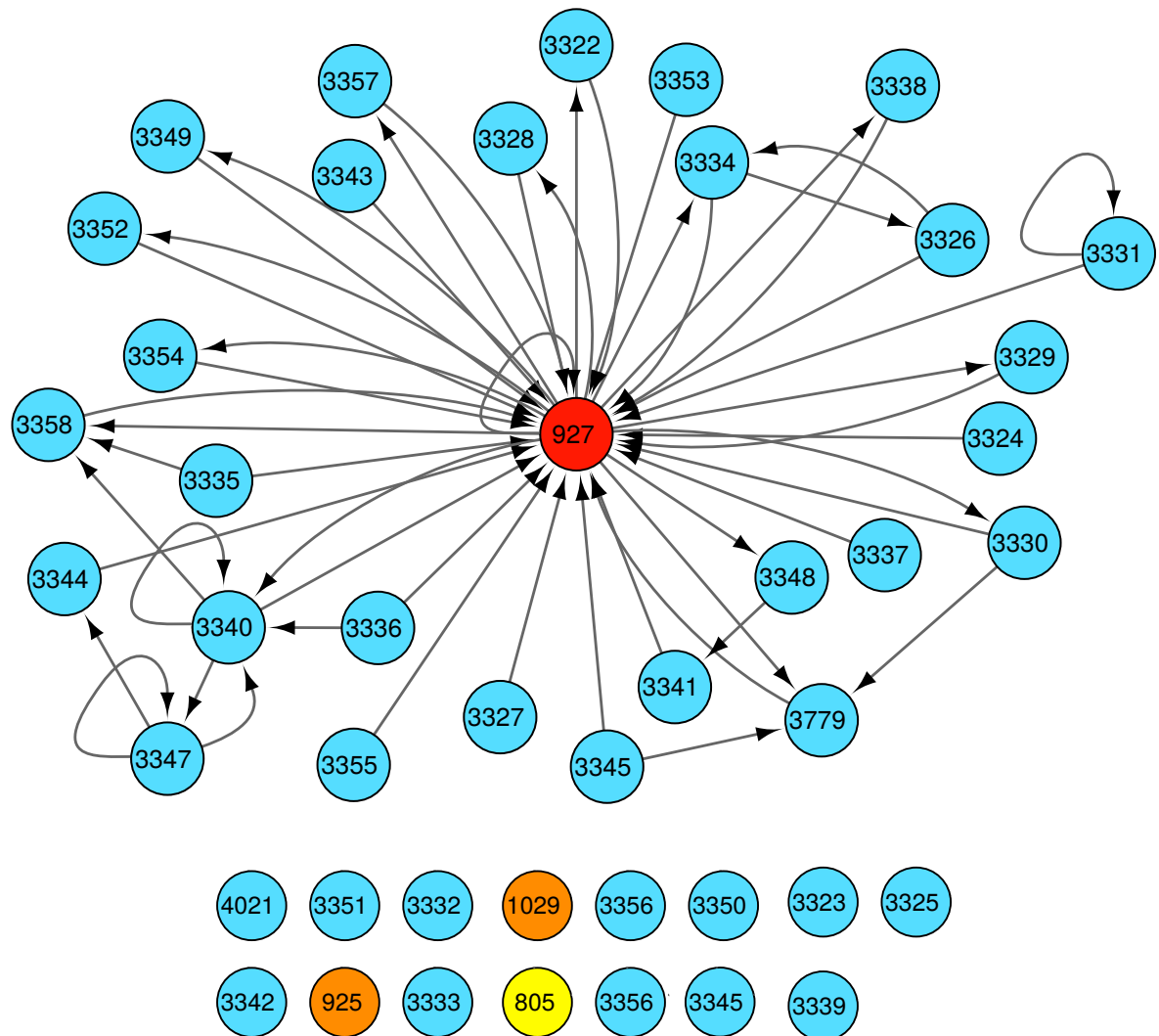
APÊNDICE D – GRAFO FÓRUM 3 TESTE PILOTO



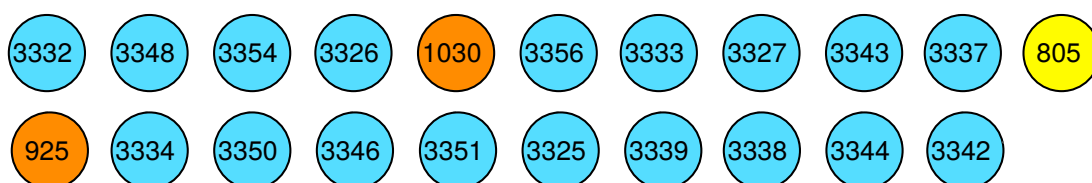
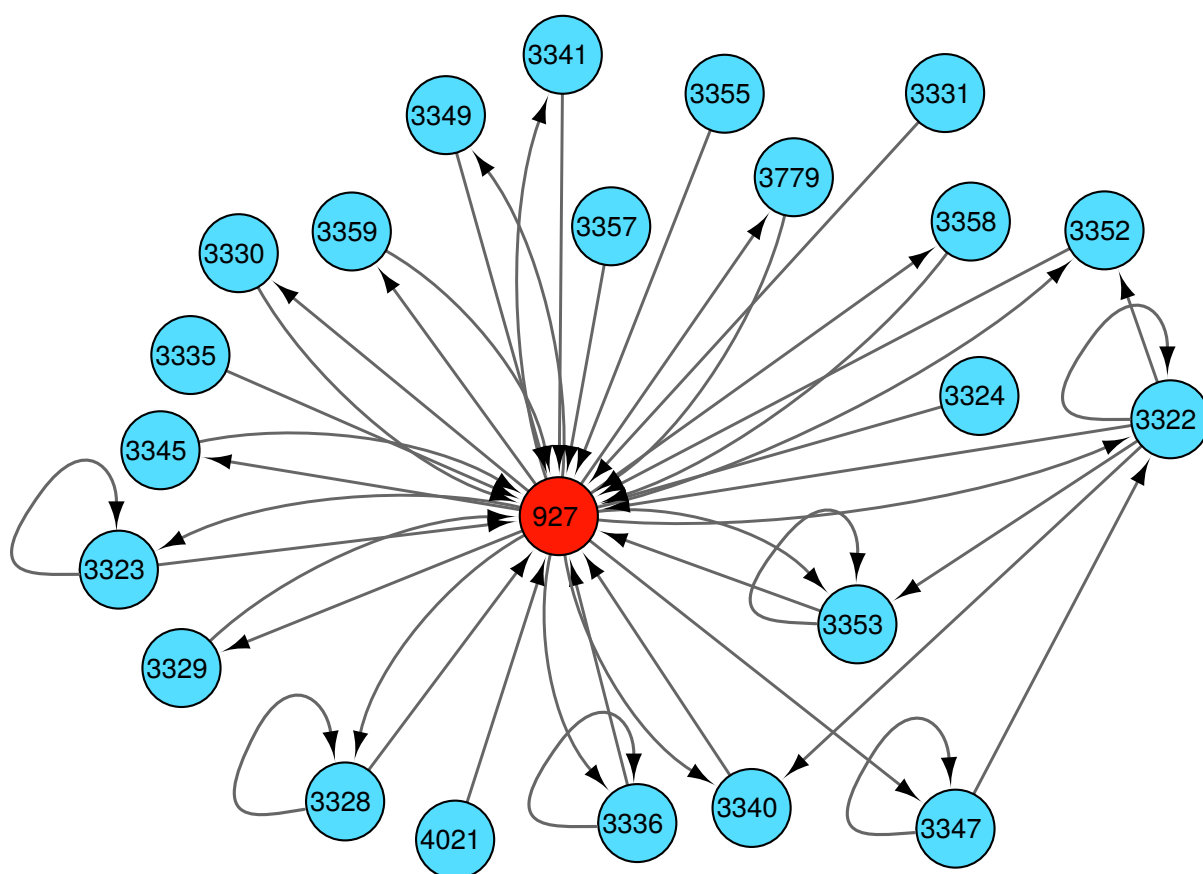
APÊNDICE E – GRAFO FÓRUM 1 POLO CAMOCIM



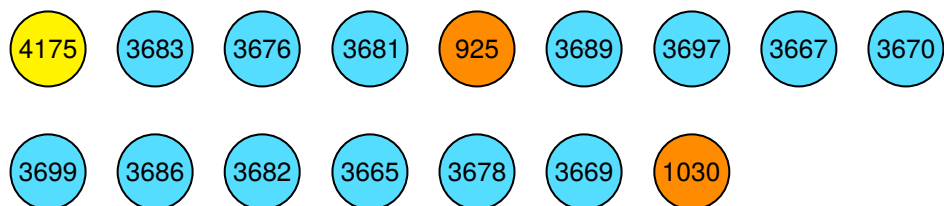
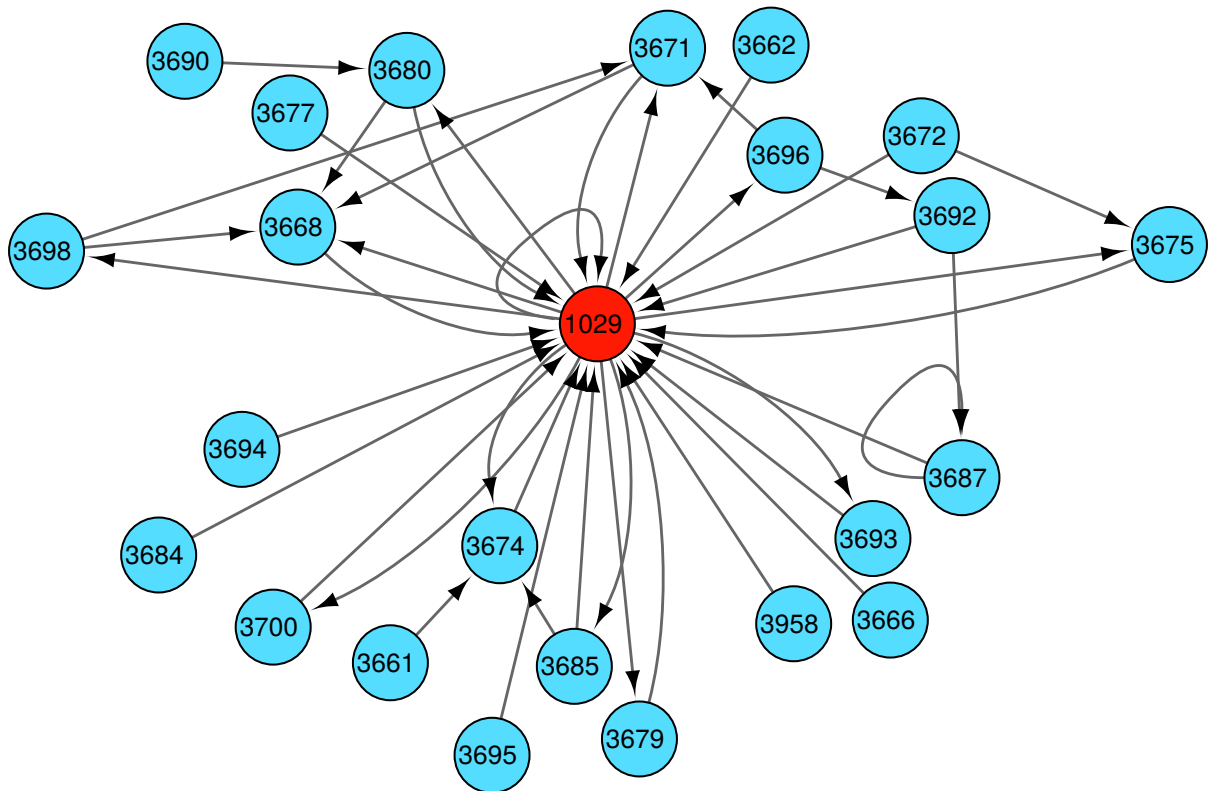
APÊNDICE F – GRAFO FÓRUM 5 POLO CAMOCIM

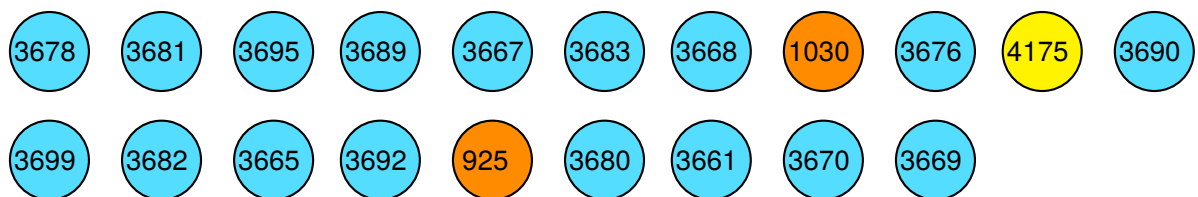


APÊNDICE G – GRAFO FÓRUM 8 POLO CAMOCIM

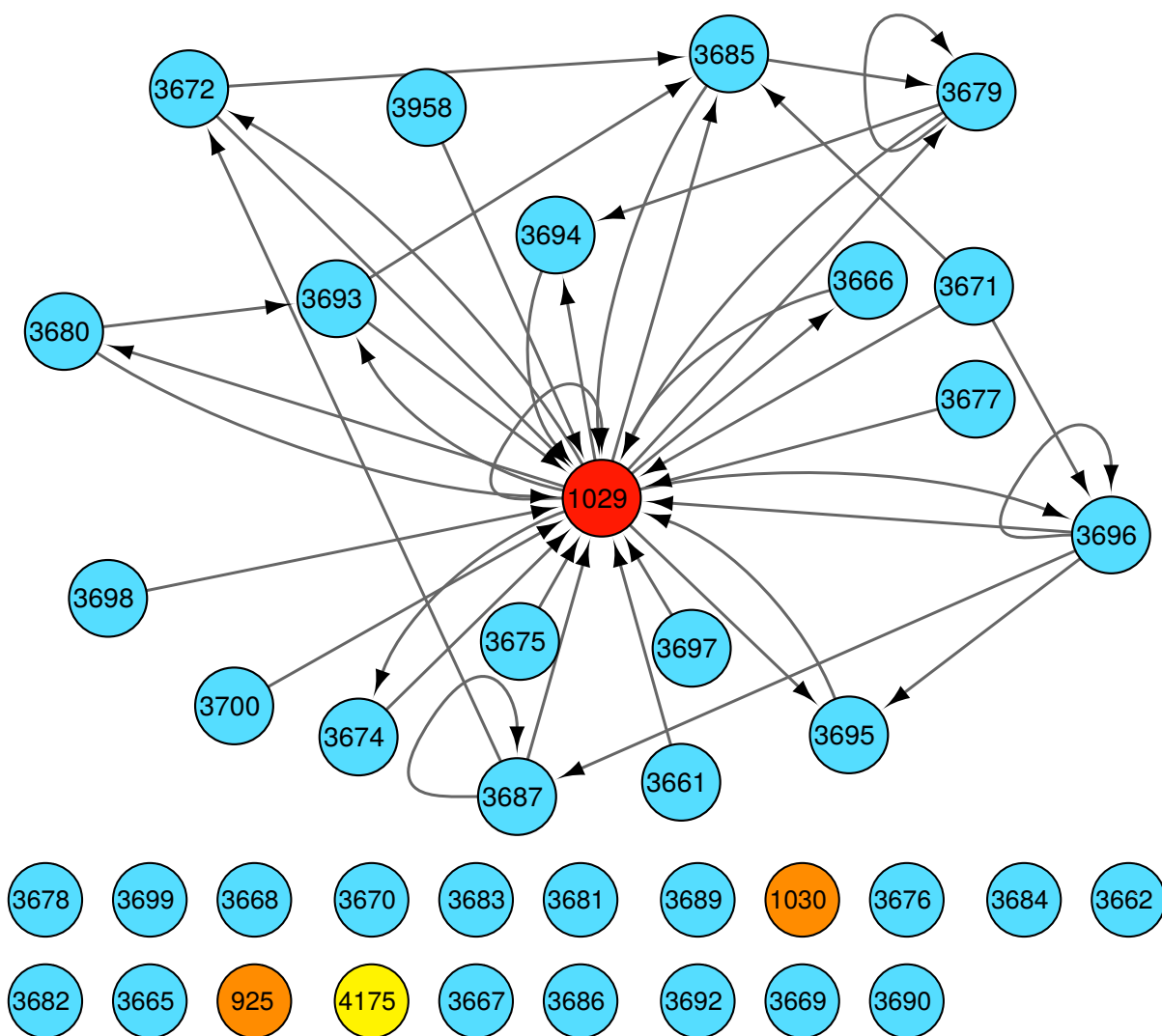


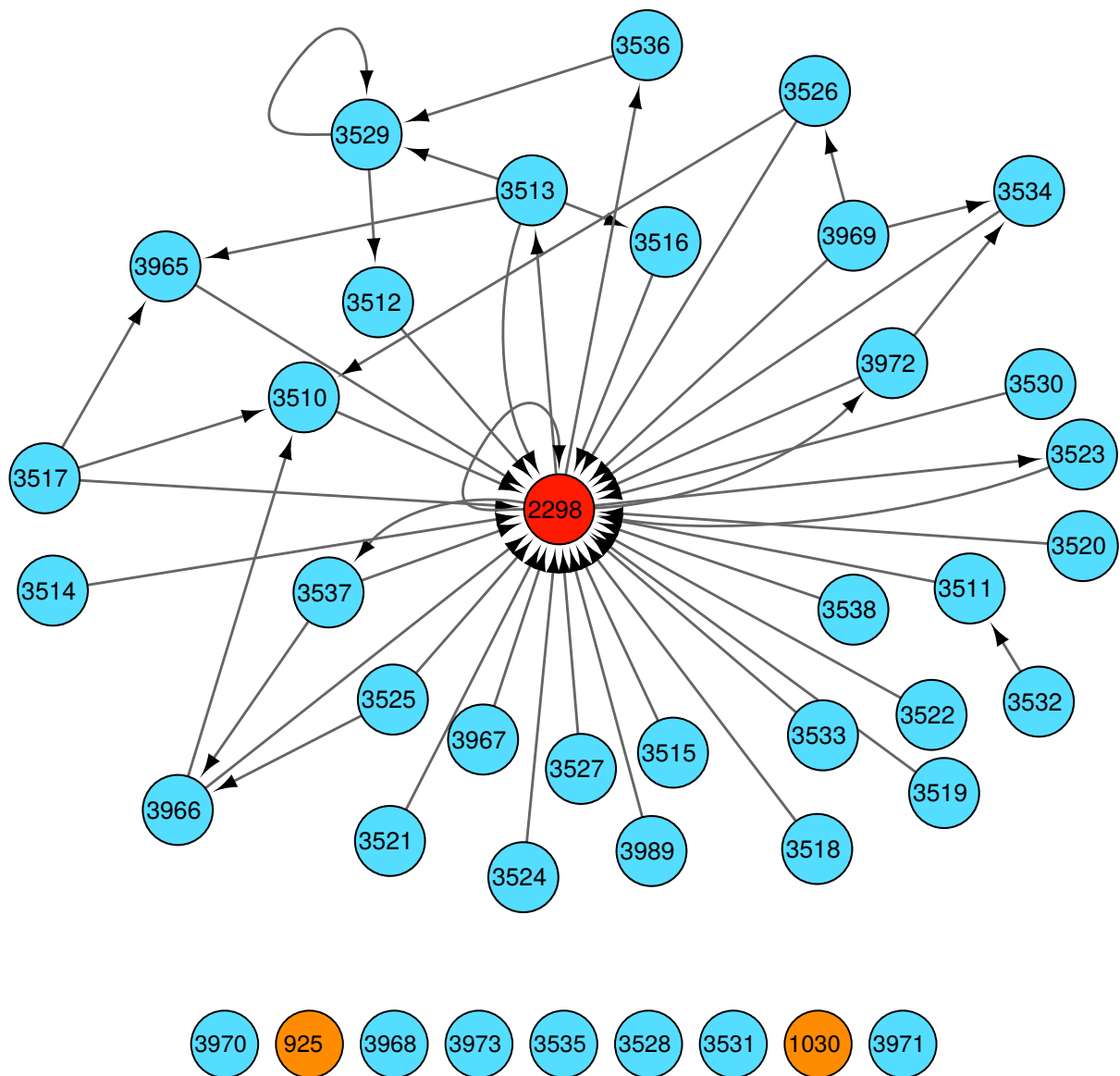
APÊNDICE H – GRAFO FÓRUM 1 POLO SÃO GONÇALO



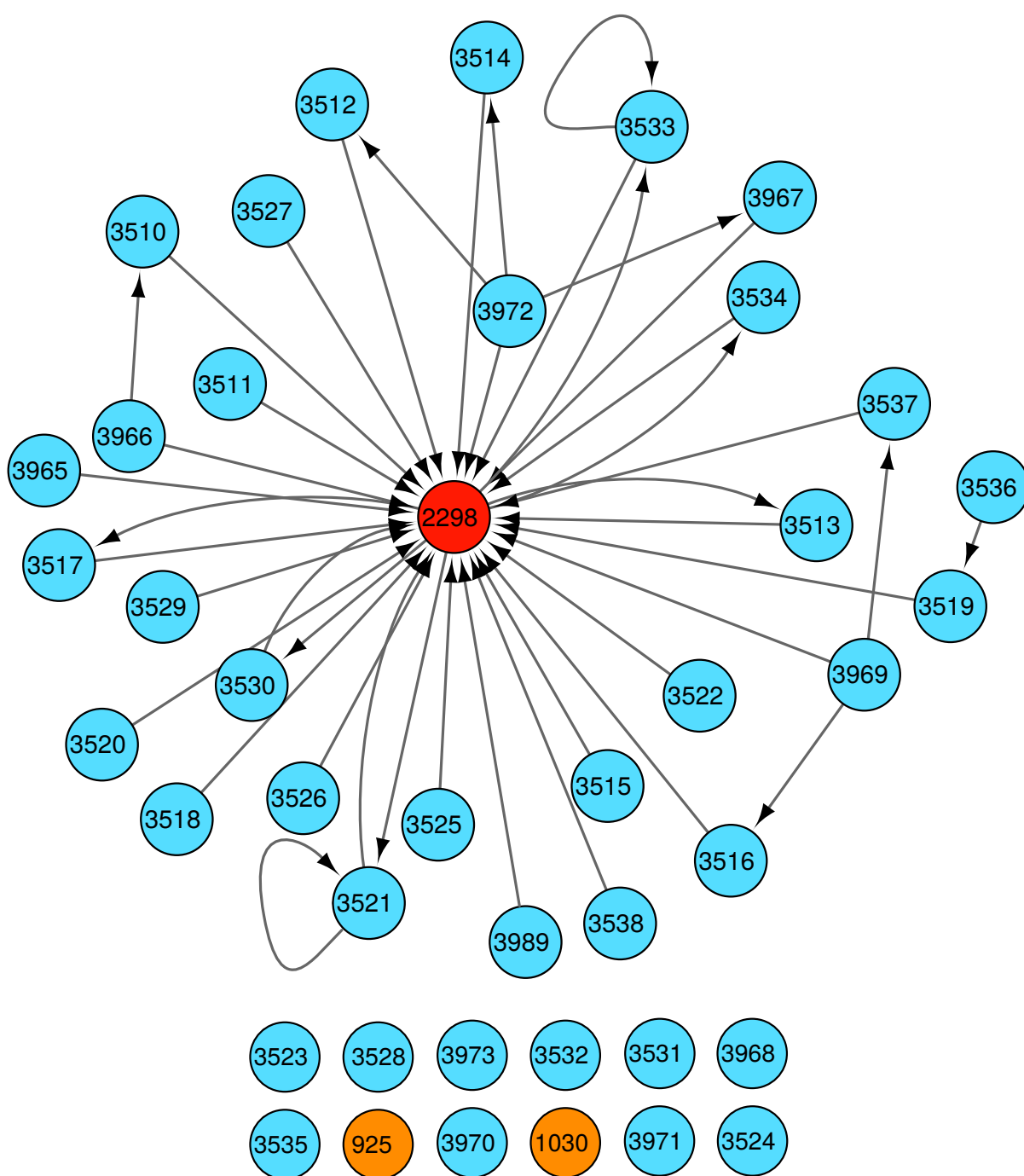


APÊNDICE J – GRAFO FÓRUM 8 POLO SÃO GONÇALO





APÊNDICE L – GRAFO FÓRUM 5 POLO JAGUARIBE



APÊNDICE M – GRAFO FÓRUM 8 POLO JAGUARIBE

