

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

UMA ESTRATÉGIA BASEADA EM PERFIS
PARA SUPORTE À FORMAÇÃO DE
GRUPOS DE APRENDIZAGEM EM EAD

FELIPE OLIVEIRA MIRANDA CUNHA

JOÃO PESSOA – PB

Agosto - 2016

FELIPE OLIVEIRA MIRANDA CUNHA

**UMA ESTRATÉGIA BASEADA EM PERFIS PARA
SUPORTE À FORMAÇÃO DE GRUPOS DE
APRENDIZAGEM EM EAD**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CENTRO DE
INFORMÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE MESTRE EM INFORMÁTICA (SISTEMAS DE
COMPUTAÇÃO).

Orientador: Prof. Dr. Claurton de Albuquerque Siebra

JOÃO PESSOA

2016

C972u Cunha, Felipe Oliveira Miranda.
Uma estratégia baseada em perfis para suporte à
formação de grupos de aprendizagem em EAD / Felipe Oliveira
Miranda Cunha.- João Pessoa, 2016.
105f. : il.
Orientador: Claurton de Albuquerque Siebra
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CI
1. Informática. 2. Sistemas de computação.
3. Clusterização. 4. Colaboração. 4. Educação a distância.
5. Formação de grupos.

UFPB/BC

CDU: 004(043)

RESUMO

Na literatura, muito se tem discutido estratégias que fortaleçam o processo de aprendizagem colaborativa na Educação a Distância. Pesquisas têm investigado abordagens de formação de grupos em cursos à distância, o que tem permitido à comunidade científico-acadêmica experimentar diferentes maneiras de atribuir estudantes em grupos. Entretanto, a literatura pouco tem se dedicado a investigar as contribuições de tutores da Educação a Distância para formação de grupos. Além disso, definir uma abordagem de formação de grupos de forma a garantir que a maioria das preferências seja atendida não é uma tarefa pedagogicamente fácil, pois as características e as necessidades de cada turma podem variar. Diante desse contexto, este trabalho objetiva definir uma abordagem baseada em perfis de grupos, especificados a partir de preferências de tutores a distância, para apoiar o processo de formação de grupos de aprendizagem. Realizou-se estudo de mapeamento sistemático na literatura para identificar as melhores práticas em abordagens para formação de grupos. Investigou-se o perfil e as preferências dos tutores do curso de Licenciatura em Computação da Universidade Federal da Paraíba. Especificou-se perfis de grupos para posterior experimento em agrupamento homogêneo por Polo, agrupamento heterogêneo e complementar por habilidades em programação a partir da modelagem matemática e implementação de algoritmo de agrupamento. Realizou-se, por fim, estudo de caso com grupos de estudantes para avaliar a abordagem proposta e analisar o desempenho deles em atividade colaborativa à distância. Os resultados evidenciam que as preferências de tutores a distância permitiram a definição de uma abordagem de formação de grupos coerente ao contexto do domínio do presente estudo. O agrupamento permitiu criar grupos homogêneos, heterogêneos e complementares a partir de dados educacionais da plataforma Moodle. Foi aplicada a estratégia de restrição de tamanho sobre uma partição resultante do algoritmo K-médias, possibilitando formar grupos homogêneos de tamanhos uniformes. Verificou-se um aumento no desempenho em 65,6% dos estudantes em atividade em grupo, quando comparado ao desempenho em atividade individual.

Palavras-chave: Clusterização; Colaboração; Educação a distância; Formação de grupos.

ABSTRACT

In literature, much has been discussed about strategies that strengthen the collaborative learning process in Distance Education. Researches have investigated approaches in formation of groups in distance courses, which has allowed the scientific-academic community to try different ways to assign students to groups. However, literature has devoted little to investigate the contributions of distance education tutors to formation of groups. Furthermore, to define an approach in formation of groups to assure that most of the preferences are fulfilled is not an easy pedagogically task, because the characteristics and necessities of each class may vary. In front of this context, this paper aims to define an approach based on groups profiles, specified onwards the distance tutors preferences, to support the process of formation of learning groups. A systematic mapping study was carried out in the literature to identify the best practices in approaches to formation of groups. The profile and preferences of tutors of the course degree in Computer Science from Federal University of Paraíba were investigated. Group profiles were specified for further experiment in homogeneous grouping per Polo, heterogeneous grouping and complementary for programming skills from mathematical modeling and implementation of algorithm grouping. Finally, a case study was held with groups of students to evaluate the proposed approach and to analyze their performance in collaborative activity from distance. The results emphasize that the preferences of distance tutors allowed the definition of a coherent approach of formation of groups in this domain context of this present study. The grouping allowed to create homogeneous, heterogeneous and complementary groups onward educational platform Moodle data. It was applied the size restriction strategy on a partition resulting from the K-means algorithm, allowing to form homogeneous groups of uniform sizes. It was verified an increase in performance by 65.6% of the students in group activity, when compared to the performance in individual activity.

Key words: Clustering; Collaboration; Distance Education; Formation of groups.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas da pesquisa.....	26
Figura 2. Ambiente do <i>chat</i> : áreas de digitação, exibição de mensagens e usuários <i>online</i>	42
Figura 3: Distribuição temporal dos trabalhos primários.....	45
Figura 4: Quantidade de pesquisadores por país	47
Figura 5. Quantidade de publicações por conferência/revista.....	48
Figura 6: Abordagens encontradas nos Trabalhos primários.	50
Figura 7: Estudos que relacionam formação de grupos em <i>E-learning</i>	51
Figura 8. Ambientes virtuais de aprendizagem utilizados nas pesquisas dos trabalhos primários.	52
Figura 9: Abordagens que analisam a interação dos estudantes.....	53
Figura 10. Algoritmos utilizados nos trabalhos primários	55
Figura 11. Responsável por criar grupos segundo os trabalhos primários.....	56
Figura 12. Faixa etária dos tutores.	59
Figura 13. Titulação acadêmica dos tutores.....	60
Figura 14. Curso superior dos tutores.	61
Figura 15. Tempo na função de tutor a distância.....	62
Figura 16. Tempo como tutor (a) a distância do curso de Licenciatura em Computação.	62
Figura 17. Período como tutor (a) a distância do curso de Licenciatura em Computação da UFPB Virtual.....	63
Figura 18. Outra(s) experiência(s) relacionada(s) ao ensino.....	64
Figura 19. Opinião dos tutores sobre qual a melhor abordagem de aprendizagem na EaD.	66
Figura 20. Motivação dos tutores para uso do trabalho em grupo.....	67
Figura 21. Preferências dos tutores em relação ao(s) tipo(s) de grupo(s).	68
Figura 22. Preferências dos tutores em relação a presença ou não de líder no(s) grupo(s).	68
Figura 23. Preferências dos tutores em relação ao tamanho do(s) grupo(s).	69
Figura 24. Preferências dos tutores em relação a duração do(s) grupo(s).	69

Figura 25. Responsável por criar os grupos.....	70
Figura 26. Partição resultante do agrupamento homogêneo com <i>clusters</i> desbalanceados.....	79
Figura 27. Partição resultante do agrupamento homogêneo com <i>clusters</i> balanceados.....	79
Figura 28. Quantidade de acessos dos participantes da atividade individual.	83
Figura 29. Quantidade de acessos dos participantes da atividade em grupo.....	84
Figura 30. Desempenho dos estudantes em atividade individual.....	90
Figura 31. Desempenho dos estudantes em atividade em grupo.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Exemplo de conjunto de dados.	31
Quadro 2. Turmas a serem obtidos os dados e posterior agrupamento.	32
Quadro 3. Quantitativo de usuários do Moodle nas turmas PAC152 e IP141.....	32
Quadro 4. Exemplo de classificação por região.	35
Quadro 5. Atividades relacionadas aos dados extraídos para agrupamento por habilidade em Programação.	35
Quadro 6. Atributos e tipos de dados para cada perfil de grupo.	35
Quadro 7. Comentários dos tutores sobre os critérios utilizados para formar grupos.	65
Quadro 8. Comentários dos tutores sobre as dificuldades para formar os grupos.	66
Quadro 9. Comentários dos tutores sobre sugestões para formação os grupos.	71
Quadro 10. Perfis de agrupamentos.	72
Quadro 11. Exemplo de pares complementares.	75
Quadro 12. Agrupamentos homogêneos em relação ao Polo EAD, turma PAC152.....	77
Quadro 13. Agrupamentos homogêneos em relação ao Polo EAD com balanceamento de tamanho, turma PAC152.....	80
Quadro 14. Agrupamentos heterogêneos em relação ao nível de conhecimento na habilidade em Linguagem de programação C, turma IP141.....	81
Quadro 15. Agrupamentos complementares em relação aos níveis de conhecimento nas habilidades Linguagem de programação C e Estrutura de controle, turma IP141.....	82
Quadro 16. Organização dos grupos por tamanho.....	83
Quadro 17. Análise quantitativa da participação por grupo.....	86
Quadro 18. Análise quantitativa da participação por aluno – Grupo 1.	87
Quadro 19. Análise quantitativa da participação por aluno – Grupo 8.	87
Quadro 20. Análise quantitativa da participação por aluno – Grupo 4.	88
Quadro 21. Análise quantitativa da participação por aluno – Grupo 5.	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução do processo de seleção dos trabalhos primários	44
Tabela 2: Pesquisas futuras encontradas nos trabalhos primários ...	56
Tabela 3. Ocorrência de atividades em grupo.	64
Tabela 4. Valores dos objetos utilizados no experimento com grupos heterogêneos.....	80
Tabela 5. Valores dos objetos utilizados no experimento com grupos complementares.....	82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Problema	14
1.2 Hipótese	14
1.3 Objetivo geral.....	14
1.4 Objetivos específicos	14
1.5 Estrutura do trabalho	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Aprendizagem Colaborativa	16
2.2 Abordagens para Formação de Grupos.....	17
2.3 Aprendizagem de Máquina	20
2.3.1 Análise de Agrupamento	21
2.3.1.1 Preparação dos dados	22
2.3.1.2 Medidas de proximidade.....	23
2.3.1.3 Algoritmos de agrupamento.....	23
2.3.1.4 Validação.....	25
2.3.1.5 Interpretação dos resultados.....	25
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 Etapa 1 - Mapeamento sistemático da Literatura.....	26
3.1.1 Estratégia de busca	27
3.1.2 Definição dos conceitos chave.....	28
3.1.3 Termos utilizados na busca (strings).....	28
3.1.4 Portais de busca.....	28
3.1.5 Critérios de inclusão e exclusão.....	29
3.2 Etapa 2 - Pesquisa com Tutores	29
3.2.1 Tipo de pesquisa	29
3.2.2 Universo e amostra	29
3.2.3 Coleta de dados	30
3.2.4 Tratamento dos dados	30
3.3 Etapa 3 - Análise de Agrupamento	30
3.3.1 Natureza dos dados	31
3.3.2 Coleta dos dados.....	32
3.3.3 Preparação dos dados	33

3.3.3.1 Redução de dimensionalidade	33
3.3.3.2 Eliminação manual de atributos.....	34
3.3.3.3 Transformação dos dados	34
3.3.4 Medida de proximidade	35
3.3.5 Agrupamento.....	36
3.3.6 Validação dos <i>clusters</i>	36
3.3.7 Interpretação dos <i>clusters</i>	37
3.4 Etapa 4 - Estudo de Caso	37
3.4.1 Participantes.....	37
3.4.2 A UFPB Virtual e o curso de Licenciatura em Computação	38
3.4.3 Contexto da Disciplina Pesquisa Aplicada à Computação.....	38
3.4.4 Natureza da atividade proposta	39
3.4.5 Organização dos grupos	41
3.4.6 Validação do experimento	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Resultados da Mapeamento sistemático da Literatura	43
4.1.1 Informações gerais dos trabalhos primários.....	43
4.1.2 Informações específicas dos trabalhos primários	49
4.1.3 Abordagens para formação de grupos encontradas nos trabalhos primários.....	49
4.1.4 Tipos de grupos encontrados nos Trabalhos primários.....	50
4.1.5 Trabalhos que relacionam formação de grupos e E-learning...	51
4.1.6 Ambientes Virtuais de Aprendizagem utilizados nas pesquisas dos trabalhos primários.....	51
4.1.7 Trabalhos primários que analisam a interação dos estudantes em atividades online	52
4.1.8 Algoritmos utilizados nos estudos dos trabalhos primários para formação de grupos	54
4.1.9 Responsável pela formação dos grupos segundo os trabalhos primários.....	55
4.1.10 Propostas de estudos futuros encontradas nos trabalhos primários.....	56
4.1.11 Considerações sobre a mapeamento sistemático	57
4.2 Resultados da Pesquisa com Tutores	58
4.2.1 Dados de identificação	58

4.2.2 Formação acadêmica	59
4.2.3 Experiência docente.....	61
4.2.4 Preferências para a Formação de Grupos	64
4.3 Agrupamento	72
4.3.1 Tipos de grupos	72
4.3.2 Grupos homogêneos	72
4.3.3 Grupos heterogêneos.....	73
4.3.4 Grupos complementares	74
4.3.5 Experimento com grupos homogêneos	75
4.3.6 Formulação do problema de restrição de tamanho.....	77
4.3.7 Experimento com grupos heterogêneos.....	80
4.3.8 Experimento com grupos complementares	81
4.4. Resultados do Estudo de Caso	82
4.4.1 Organização dos grupos	82
4.4.2 Quanto ao acesso.....	83
4.4.3 Quanto à participação	85
4.4.4 Quanto ao desempenho	90
6 CONCLUSÕES.....	92
REFERÊNCIAS	95

1 INTRODUÇÃO

Há uma grande preocupação, no Brasil e em outros países, com a formação acadêmica à distância. Pesquisas revelam que o desempenho de estudantes da Educação a Distância está diretamente relacionado aos objetivos de aprendizagem, às atividades propostas e às estratégias de ensino (PRADO, 2006; RAMOS *et al.*, 2014). O desempenho insatisfatório dos alunos remete à necessidade de considerar aspectos relacionados a como eles se organizam colaborativamente diante das situações de aprendizagem (SANTOS *et al.*, 2007). Porém, motivar estudantes para o trabalho em grupo, visando o aprendizado colaborativo, não é uma tarefa fácil.

Recentemente, diversas iniciativas têm acreditado no potencial da Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador, do inglês *Computer Supported Collaborative Learning* – CSCL, como instrumento de aumento do poder cognitivo e da produtividade na academia (JOSUÉ NETO *et al.*, 2005), (BRITO *et al.*, 2011). A CSCL preocupa-se em como os estudantes utilizam sistemas computacionais para trabalhar em grupo e como trabalham conjuntamente para resolver uma tarefa (STAHL *et al.*, 2006).

Pesquisas enfatizam a necessidade de que os estudantes partam do aprendizado individual para o trabalho em grupo (IKEDA *et al.*, 2000). Trabalhar colaborativamente para resolver problemas pode ter inúmeras vantagens. Primeiro, através do ensino recíproco (PALINCSAR; BROWN, 1984; ROSENSHINE; MEISTER, 1994), a troca de conhecimento é estabelecida mais fortemente; alunos mais experientes podem apoiar os demais. Desse modo, acredita-se no trabalho em grupo para efetivamente potencializar o aprendizado e elevar a qualidade do processo educativo na EaD.

A abordagem utilizada para a formação de grupos é um aspecto significativo para o sucesso do trabalho colaborativo à distância. Algumas abordagens afirmam que essa tarefa deva ser compartilhada entre o professor e os alunos (MAHENTHIRAN; ROUSE, 2000). Outras reforçam a ideia de que a formação autosselecionada pode ter melhores resultados que a aleatória (CHAPMAN *et. al.*, 2006). A proposta de Hubscher (2010), por exemplo, considera critérios gerais e específicos essenciais para o agrupamento de estudantes.

Algumas pesquisas recentes que investigam as abordagens de formação de grupos têm permitido à comunidade científico-acadêmica experimentar as diferentes maneiras de atribuição de estudantes e as melhores práticas de aprendizagem colaborativa com o suporte computacional (JAGADISH, 2014; ZHENG; PINKWART, 2014; KARDAN; SADEGUI, 2015). Entretanto, a literatura científico-acadêmica pouco tem se dedicado a investigar as contribuições de tutores da EaD na formação de grupos para a melhoria dos processos educativos na modalidade à distância.

Professores e tutores atuantes em cursos à distância no Brasil possuem atribuições distintas. Ao professor cabe a produção, organização e planejamento dos conteúdos e das atividades na disciplina, bem como, a correção de tarefas. Por outro lado, ao tutor cabe acompanhar, motivar a participação, comunicar-se com os alunos, orientar para o desenvolvimento das atividades e, em alguns casos, da correção e avaliação das atividades propostas (MENDES, 2012; CANAVEZ, 2014).

Diante disso, este trabalho define uma abordagem de formação de grupos baseada em perfis criados a partir das preferências de tutores à distância do curso de Licenciatura em Computação na modalidade EaD da Universidade Federal da Paraíba.

1.1 Problema

Com base no contexto de aprendizagem em Educação a Distância, como definir uma abordagem de formação de grupos que favoreça o processo de aprendizagem através de atividades que promovam a colaboração, estabelecendo o aumento do desempenho de estudantes?

1.2 Hipótese

Através do uso de uma abordagem de agrupamento baseada em perfis de grupos que utiliza as preferências de tutores à distância é possível favorecer a aprendizagem, permitindo o aumento do desempenho de estudantes em atividades colaborativas à distância.

1.3 Objetivo geral

Definir uma abordagem baseada em perfis de grupos para apoiar o processo de formação de grupos de aprendizagem em Educação a Distância.

1.4 Objetivos específicos

- A. Identificar na literatura científico-acadêmica os tipos de abordagens para formação de grupos de aprendizagem e oportunidades de extensão;
- B. Conhecer o perfil e as preferências do tutor a distância do curso de Licenciatura em Computação da UFPB Virtual;
- C. Especificar perfis de grupos a partir das preferências dos tutores;
- D. Realizar experimentos de agrupamento a partir de perfis de grupos aplicados a dados educacionais do Moodle;

- E. Realizar estudo de caso com grupos criados em atividade colaborativa à distância e avaliar o desempenho dos estudantes.

1.5 Estrutura do trabalho

A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica. Na Seção 3 são fornecidas as informações metodológicas do mapeamento sistemático, da pesquisa com os tutores, do agrupamento, bem como do estudo de caso. A Seção 4 apresenta os resultados de cada etapa. Na Seção 5 são apresentadas as conclusões e a Seção 6 apresenta as referências bibliográficas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aprendizagem Colaborativa

Aprendizagem colaborativa consiste na abordagem educacional aplicada à organização de estudantes em grupos para desenvolver atividades educativas de modo a atingir um objetivo comum (ALCANTÂRA; LEITE, 2005; ERKENS *et al.*, 2006). No estudo colaborativo, um problema complexo é dividido em subproblemas e os membros trabalhando juntos, visando um mesmo resultado parcial (DILLENBOURG, 1999a), negociam e compartilham entendimentos relevantes à resolução de um problema (ROSCHELLE e TEASLEY, 1995).

A Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador é a área que estuda como estudantes usam sistemas computacionais para trabalhar e aprender em grupo, especialmente como trabalham conjuntamente para resolver tarefas (STAHL *et al.*, 2006). O termo foi articulado para definir um campo de educação interdisciplinar, onde a tecnologia é usada para apoiar, mediar e estimular a colaboração entre pares de estudantes (ROSCHELLE e TEASLEY, 1995).

Na aprendizagem cooperativa os membros de um dado grupo dividem o trabalho, resolvendo, cada um, subtarefas individualmente. Na aprendizagem colaborativa, os membros do grupo trabalham conjuntamente para resolver uma mesma tarefa e chegam a um mesmo resultado parcial (DILLENBOURG, 1999a). Trabalhar com colaboração é o processo coordenado, síncrono, com entendimento e construção contínua, em que parceiros negociam e compartilham entendimentos relevantes à resolução de um problema (ROSCHELLE e TEASLEY, 1995).

A formação de grupos de estudantes para apoiar o processo de aprendizagem é uma estratégia pedagógica de recorrente discussão na literatura (MAHENTHIRAN; ROUSE, 2000) (CHAPMAN *et al.*, 2006). Grupos são coleções de indivíduos que interagem entre si, compartilhando interesses comuns e ou representando uma função específica. Podem ser criados de diferentes formas e níveis de formalidade, possuir tamanhos, duração e objetivos distintos.

Em grupos de amigos, por exemplo, os membros são atribuídos de forma voluntária ou a partir de interesses partilhados. Por outro lado, um grupo com critérios bem definidos para a atribuição dos membros é regido por regras e tem um objetivo claro, como, por exemplo, solucionar um determinado problema (BETTS; SHKOLNIK, 1999).

Trabalhar colaborativamente pode conduzir estudantes a produzir conhecimentos de forma mais profunda. A interdependência é estabelecida mais fortemente, uma vez que, em grupos, cada estudante apresenta uma solução que é compartilhada entre outros componentes para a solução de um problema maior (PALLOF; PRATT, 2002).

2.2 Abordagens para Formação de Grupos

Há estudos relevantes na literatura que discorrem acerca de diferentes abordagens para a formação de grupos. O estudo de Mahenthiran e Rouse (2000), a partir de experimento realizado com a atribuição aleatória, mostrou que o desempenho e o nível de satisfação do aluno estão diretamente relacionados à forma de seleção dos membros. Seu experimento foi baseado em duas estratégias: formar grupos aleatoriamente e a atribuição por indicação dos próprios estudantes. A atribuição por indicação apresentou melhores resultados em todos os aspectos investigados.

O estudo sugere ainda que a tarefa de seleção dos membros em um grupo deva ser compartilhada entre o professor e os alunos.

O estudo de Oakley *et. al*, (2004) descreve que, para criar grupos efetivos para o trabalho em equipe, é preciso que a tarefa de seleção dos membros seja de responsabilidade do professor, tendo em vista sua grande carga de conhecimento acerca dos pontos fortes e fracos dos alunos.

Chapman *et. al*, (2006) concordam com Mahenthiran e Rouse (2000) quando afirmam que a composição aleatória de grupos pode não ser tão eficaz. Em comparação com a forma aleatória, a formação autosselecionada, com base em seus experimentos, apresentou melhores resultados, verificando que os estudantes em grupos autosselecionados foram classificados com índices mais elevados sobre diversos aspectos importantes para o trabalho em grupo.

Diante disso, percebe-se que a comunidade científica já sinaliza uma preocupação no sentido de se ter o controle das informações utilizadas para a formação de grupos para o trabalho colaborativo. É preciso identificar e extrair as informações caracterizadoras dos estudantes, de modo a viabilizar o bom desempenho dos grupos.

Algumas abordagens se preocupam em retirar as informações do perfil dos estudantes, tais como o grau de escolaridade, a turma e a faixa etária. O estudo de Muehlenbrock (2006), por exemplo, considera que a formação de grupos baseada no perfil dos estudantes pode aumentar o potencial do aprendizado colaborativo. Essa estratégia permite o aprendizado complementar e a integração de conhecimentos. O autor afirma ainda que, para atribuição de estudantes em grupos, é preciso considerar, além do perfil, as informações do contexto deles.

Outras abordagens tendem a formar grupos maximizando as diferenças entre as características dos estudantes, objetivando formar grupos heterogêneos em relação a níveis de habilidades dos estudantes. De acordo com Rutherford (2006), um grupo formado com o critério da heterogeneidade tende a ser mais preferido por apresentar melhores resultados para o comportamento criativo. Seu estudo de caso verificou que os grupos experimentais obtiveram melhor desempenho diante da resolução de problemas em comparação ao grupo de controle, o que pode ser explicado devido a maior heterogeneidade dos membros, caracterizada pela diversidade de estilos de aprendizagem dos grupos experimentais.

Em contra partida, Kulik e Kulik (1987) defendem que grupos homogêneos podem se sair melhor em tarefas específicas e, para formá-los, basta agrupar os alunos por similaridade de habilidades, como, por exemplo, a habilidade de escrita. Um grupo homogêneo pode ser caracterizado pela capacidade de agrupamento de estudantes com elevado grau de semelhança em relação aos aspectos que influenciam a aprendizagem. Essas abordagens são importantes para garantir que habilidades adequadas sejam consideradas na composição dos grupos. Além disso, atividades em grupos homogêneos podem tornar o aprendizado mais eficaz quando se trata de estudantes que apresentam dificuldades de aprendizagem.

Por outro lado, há propostas que consideram critérios de contextos gerais e específicos fundamentais para a atribuição de grupos (HUBSCHER, 2010), de acordo com um conjunto complexo de preferências. Para isso, a abordagem de Hubscher combinou critérios gerais e específicos do contexto da aprendizagem, aplicados a algoritmos, para otimizar a formação dos grupos. Embora tenha sugerido um novo tipo de critério de atribuição de grupos, chamado de Grupos Eventualmente Habilidosos, a proposta é pontual, o que

precisaria ampliar as preferências atendidas, pois as necessidades e características de cada turma podem variar.

Os estudos acerca dessa temática são significativos para o avanço no que se refere à tarefa de seleção dos membros para a formação de grupos. Entretanto, é preciso considerar, sobretudo na Educação a Distância, as preferências dos tutores sobre os tipos de grupos que são mais eficazes em relação a contextos específicos. Além disso, é possível que os tutores consigam estabelecer percepções acerca dos potenciais, das dificuldades e das competências dos alunos, de modo que o agrupamento seja viável e eficaz.

2.3 Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem de Máquina – AM é a subárea da Inteligência Artificial – IA que se preocupa em construir e aplicar modelos preditivos e descritivos para melhorar o aprendizado indutivo dos mais diversificados tipos de sistemas capazes de adquirir conhecimento e operar com inteligência (MITCHELL, 1997). O tipo de aprendizado pode ser dividido em supervisionado, que consiste em tarefas de classificação e de regressão, e não supervisionado, que consiste nas tarefas de agrupamento, associação e sumarização.

As tarefas de aprendizado distinguem-se em preditivas, caracterizadas pelo uso de modelos de predição para prever resultados através do aprendizado supervisionado, e descritivas, seguindo o paradigma de aprendizado não supervisionado para explorar ou descrever um conjunto de dados. Ressalta-se que a escolha de uma técnica para resolver um determinado tipo de problema sobre um conjunto de dados vai depender das características da técnica e do domínio do problema (FACELI *et al.*, 2011).

As técnicas de Aprendizagem de Máquina implementadas para a descoberta de conhecimento podem envolver tarefas como a identificação de padrões, a recomendação de informações e o agrupamento de informações por similaridade ou dissimilaridade. A implementação das técnicas de AM demandam a preparação dos dados para o formato adequado para aplicação e utilização dos modelos (FACELI *et al.*, 2011).

Mineração de dados, do inglês *Data Mining* – DM, é uma área de pesquisa que busca transformar enormes quantidades de dados em conhecimento útil. Pesquisas têm investigado a utilidade das informações obtidas da mineração de dados de sistemas Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem, do inglês *Learning Management System* – LMS (ROMERO; VENTURA, 2010). Atualmente, existem diversos sistemas desenvolvidos para uso educacional e gestão de cursos à distância. Alguns exemplos são: Blackboard (2016), Itutorls (2016), SABA (2016), TelEduc (2016), E-Proinfo (2016), ATutor (2016), Dokeos (2016) e Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) (2016). Esses sistemas dispõem de módulos de gerenciamento de informações e comportamento de usuários, de conteúdos e de avaliação da aprendizagem.

Minerar dados consiste no tratamento de um conjunto de dados brutos. Para isso, o processo de explorar e interpretar os dados utiliza técnicas de estatística, visualização, agrupamento, classificação, associação de regras e de padrões. As etapas desse processo compreendem coletar dados do banco de dados (*Data base*) do sistema, preparar os dados para um formato acessível aos algoritmos, aplicar os algoritmos com ferramentas específicas e interpretar os resultados (ROMERO *et al.*, 2008).

2.3.1 Análise de Agrupamento

Análise de agrupamento é a técnica utilizada para identificar propriedades nos dados de entrada de forma a encontrar padrões que auxiliem a compreensão dos dados. O agrupamento consiste na organização de uma coleção de objetos em grupos, baseando-se na similaridade das características dos objetos (JAIN; DUBES, 1988). A identificação e a análise de agrupamentos têm importância em diversos campos de pesquisa, dentre outras, se podem destacar: Bioinformática; Biologia, e; Mineração de dados Educacionais (SOUTO *et al.*, 2003; ROMERO; VENTURA, 2010).

O processo de agrupamento compreende as etapas descritas na Análise de Agrupamento, conforme utilizado em FACELI *et al.* (2011). Essas etapas compreendem: preparação dos dados; definição de medidas de proximidade; agrupamento; validação, e; interpretação.

2.3.1.1 Preparação dos dados

Esta etapa consiste na preparação e transformação dos dados. A preparação dos dados é motivada diante da problemática de que alguns algoritmos de Aprendizagem de Máquina podem ter dificuldade em utilizar dados que em seu formato original, podendo ter seu desempenho prejudicado. A adoção do pré-processamento de dados é importante, pois, evita problemas futuros e acelera o processo de obtenção de informação útil dos dados. Com isso, o conjunto de dados estará preparado para se aplicar diretamente a técnica de agrupamento proposta na AM sobre os dados (FACELI *et al.*, 2011).

O objetivo do pré-processamento é o de tornar o conjunto de dados mais adequado para o uso de algoritmos de AM. As fases do pré-processamento consistem nas tarefas: a) eliminação manual de atributos; b) redução de dimensionalidade; c) integração; d)

amostragem; e) balanceamento; f) limpeza, e; g) transformação dos dados.

Muito embora seja crescente o uso de base de dados, ainda é imprescindível a preparação de dados para a aplicação de algoritmos, o que demanda a aplicação de tarefas de pré-processamento para a correta representação dos dados. Os conjuntos de dados podem conter atributos do tipo binário, discreto ou contínuo. Os atributos binários são indicados por valores 1 e 0 ou sim e não. Os atributos discretos são representados por valores numéricos em conjuntos finitos, por exemplo, o atributo idade. Já os atributos contínuos apresentam valores numéricos do tipo real, como por exemplo, notas de alunos (JAIN; DUBES, 1988).

2.3.1.2 Medidas de proximidade

O Agrupamento pode ser realizado a partir da combinação de informações relevantes dos objetos. Para o agrupamento, é preciso definir as medidas de proximidade apropriadas ao domínio de aplicação para a obtenção das informações desejadas. Essas medidas, considerando o nível de proximidade entre pares de objetos, representam o grau de similaridade ou dissimilaridade entre dois objetos (FACELI *et al.*, 2011).

Para atributos quantitativos, ou seja, quando os valores numéricos dos objetos são contínuos, as medidas mais utilizadas são a distância euclidiana e a distância *supremum*. Para atributos quantitativos em que os valores são binários é mais comum a utilização da distância de Manhattan. Já para atributos qualitativos, em que os valores são nominais, é mais comum o uso da distância de *Hamming* (FACELI *et al.*, 2011).

2.3.1.3 Algoritmos de agrupamento

A estrutura dos grupos, ou *clusters*, é entendida como o modelo que descreve os dados considerando as possíveis combinações das informações. Para encontrar essa estrutura, alguns critérios devem ser definidos, como o tipo de *cluster* que está relacionado ao algoritmo de agrupamento a ser utilizado. O tipo de *cluster* diz respeito às categorias: compactação ou homogeneidade de um *cluster*; encadeamento ou ligação, e; separação espacial. O algoritmo k-médias, por exemplo, procura por *clusters* compactos (FACELI *et al.*, 2011).

Vários algoritmos de agrupamento podem ser utilizados para determinados conjuntos de dados, conforme critérios definidos, e são categorizados em hierárquicos, particionais baseados em erro quadrático, densidade, grafos, redes neurais e em *grid*. Os algoritmos particionais baseados em erro quadrático otimizam o critério de agrupamento utilizando iteração (FACELI *et al.*, 2011).

O algoritmo de agrupamento implementa critérios de agrupamento sobre uma estrutura de dados em formato apropriado para encontrar uma estrutura de *clusters*. O critério pode ser entendido matematicamente, a exemplo do critério de erro quadrático (FACELI *et al.*, 2011). Outros critérios são discutidos em Jain e Dubes (1988).

De acordo com FACELI *et al.* (2011), alguns exemplos de algoritmos hierárquicos compreendem: CHAMELEON (KARYPIS *et al.*, 1999), OPTICS (do inglês, *Ordering Points To Identify the Clustering Structure*) (ANKERST *et al.*, 1999) e ROCK (GUHA *et al.*, 1999).

O algoritmo k-médias busca de forma iterativa otimizar o critério de agrupamento definido. O K-médias utiliza a representatividade de um objeto sobre as informações contidas no *cluster*. Nesse caso, é usado o centróide, representado por $\bar{x}^{(k)}$, que é

dado pela Equação 1, onde $C_k = \{x_1, x_2, \dots, x_{nk}\}$, com nk objetos (FACELI *et al.*, 2011).

$$\bar{x}^{(k)} = \frac{1}{nk} \sum_{xi \in C_k} xi \quad (1.)$$

O algoritmo K-médias é um dos mais conhecidos algoritmos de agrupamento. Ele cria uma partição inicial, com k *clusters*, e move os objetos entre os *clusters*, para encontrar o menor valor do critério de agrupamento. Sua função é minimizar a distância entre cada objeto e o centróide definido do *cluster* ao qual ele foi associado (BOCK, 2007).

2.3.1.4 Validação

Esta etapa consiste na avaliação do resultado do agrupamento, analisando se os grupos são significativos para o domínio em estudo. Os aspectos analisados estão relacionados ao algoritmo, que compreende a aplicabilidade da medida de proximidade, e à interpretabilidade dos *clusters* (FACELI *et al.*, 2011).

2.3.1.5 Interpretação dos resultados

A última etapa do processo de agrupamento consiste na interpretação dos *clusters* obtidos. Nela cada *cluster* é analisado em seus objetos e rótulos, de maneira que se descreva se os resultados esperados foram alcançados e os significados práticos desses *clusters* e possíveis relacionamentos entre eles (FACELI *et al.*, 2011).

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo estão compreendidos em quatro etapas, conforme Figura 1, a saber: Etapa 1 - Mapeamento Sistemático da Literatura, descrita na Seção 3.1; Etapa 2 - Pesquisa com tutores a distância do curso de Licenciatura em Computação da UFPB Virtual, descrita na Seção 3.2; Etapa 3 - Análise de Agrupamento, que é descrita na Seção 3.3, e; Etapa 4 - Estudo de caso, descrito na Seção 3.4.

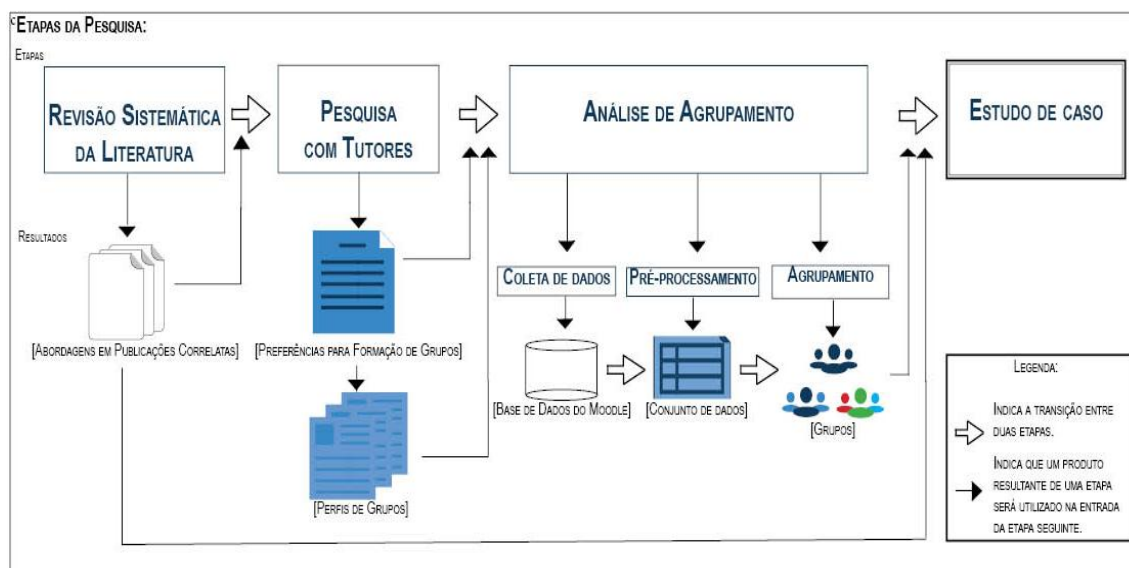


Figura 1. Etapas da pesquisa.

3.1 Etapa 1 - Mapeamento sistemático da Literatura

Este estudo de Mapeamento sistemático objetivou investigar de forma sistemática os estudos que relacionam abordagens e estratégias de formação de grupos em *E-learning* para fornecer dados que embasem o desenvolvimento de estudos mais específicos sobre aprendizagem colaborativa suportada por computador.

Utilizou-se as etapas de mapeamento sistemático da literatura de acordo com Petersen *et al.*, (2008). O estudo pretende responder ao seguinte questionamento: em que medida as publicações na área

tem contribuído com abordagens e estratégias, dentro do contexto internacional, em formação de grupos para a aprendizagem colaborativa?

A construção de uma base de conhecimento científico sobre determinado tema é, em geral, fundamentada na revisão de estudos anteriores. O Mapeamento sistemático da Literatura, a partir de alguns estudos relevantes, utilizam, na maioria dos casos, a análise qualitativa das narrativas obtidas das leituras. A utilidade da narrativa para o bom desempenho do mapeamento da literatura consiste em descrever o estado da arte de um campo de conhecimento, contribuir para o aprofundamento de um campo científico existente ou analisar metodologicamente os resultados de estudos realizados (RUMRILL; FITZGERALD, 2001).

O estudo de mapeamento sistemático é um método que consiste na construção de um esquema ou estrutura de classificação de um campo de estudo (PETERSEN *et al.*, 2008). Esta Seção descreve o processo de mapeamento sistemático, utilizando-se do processo metodológico proposto em Petersen *et al.*, (2008), para fornecer uma visão mais ampla de pesquisa acerca do tema formação de grupos de aprendizagem e as abordagens utilizadas para a atribuição de estudantes em grupo.

3.1.1 Estratégia de busca

O primeiro passo consistiu na definição dos parâmetros para o processo de mapeamento sistemático da literatura de formação de grupos de aprendizagem. Como estratégia de busca, a partir do tema e da questão central que motiva o estudo, definiram-se os conceitos chave, as *Strings* de busca, os portais de pesquisa e os critérios de exclusão.

O processo de busca utilizado neste trabalho foi automático, definindo-se, para isso, as *Strings* que representam o conjunto de

termos identificados a partir da questão de pesquisa, visando a obtenção de uma maior cobertura da literatura existente.

3.1.2 Definição dos conceitos chave

Para a construção do conjunto de termos utilizados na busca automática, os conceitos chave devem ser definidos. Esses conceitos podem ser identificados a partir da questão motivadora do estudo, compreendido por: “em que medida as publicações na área têm contribuído com abordagens ou estratégias, dentro do contexto internacional, em formação de grupos para a aprendizagem colaborativa?”. Para identificar os conceitos, parte-se da análise dos construtos centrais da questão, a saber: “abordagens ou estratégias” e “formação de grupos para a aprendizagem colaborativa”. De posse desses construtos, pode-se destacar os seguintes conceitos chave: Abordagem em grupo; Estratégia em grupo; Formação de grupos; Aprendizagem em grupo; Estudantes em grupo; Aprendizagem colaborativa; Atribuição de grupos; Formação de grupos de aprendizagem.

3.1.3 Termos utilizados na busca (strings)

A construção da *String* de busca consiste na combinação dos conceitos chave escritos em língua inglesa com operadores lógicos, como o “OR”, que representa uma disjunção, e o “AND”, representando uma conjunção. As *Strings* foram definidas como: “group approach” OR “group strategy” OR “group formation” AND “group learning” OR “group students” OR “collaborative learning” OR “learning groups”.

3.1.4 Portais de busca

Para as buscas automáticas, os portais foram definidos conforme relevância na área da Ciência da Computação, a saber: ACM Digital Library (<http://dl.acm.org/>); IEEE Xplore

(<http://ieeexplore.ieee.org/>); Scopus (<http://www.scopus.com/>); ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com/>).

3.1.5 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de exclusão compreenderam: artigos convidados, tutoriais, relatórios de *workshop*, teses, dissertações, relatórios técnicos, livros; documentos que não sejam artigos completos; artigos duplicados, que já foram encontrados em outras fontes; trabalhos sem os arquivos encontrados; estudos secundários, e; estudos que não correspondem à questão da pesquisa.

Como critérios de inclusão, foram incluídos os artigos científicos completos com foco em abordagens e ou estratégias para formação de grupos de aprendizagem, incluindo os que apresentam resultados de experimentos e sua análise.

3.2 Etapa 2 - Pesquisa com Tutores

3.2.1 Tipo de pesquisa

Este estudo utilizou a pesquisa exploratória e descritiva que, segundo Mattar (2001), consiste em elevar o conhecimento dos pesquisadores sobre um tema que ainda é desconhecido. Neste estudo, embora sendo vastas as pesquisas sobre formação de grupos, buscou-se explorar as preferências dos tutores a distância, as quais viabilizaram a especificação de perfis de grupos para suporte à formação de grupos na Educação a Distância. É descritiva, uma vez que permite a descrição da complexidade envolvida no fenômeno da aprendizagem em grupo.

3.2.2 Universo e amostra

O universo da população deste estudo corresponde a 50 tutores do curso de Licenciatura em Computação a Distância da Universidade Federal da Paraíba. A amostra foi composta por 30 tutores, o que

correspondeu a 60% do universo. A escolha da amostra dos participantes foi não probabilística por conveniência, tendo como único critério a disponibilidade para participação da pesquisa.

3.2.3 Coleta de dados

A etapa de pesquisa com os tutores a distância do curso em questão teve por objetivo principal conhecer o perfil do tutor e identificar quais as preferências que eles têm em relação às estratégias e critérios para agrupar estudantes, tais como o tamanho e os tipos de grupos. Foi aplicado um questionário estruturado com questões fechadas e abertas. A aplicação dos questionários foi realizada no mês de outubro de 2015.

3.2.4 Tratamento dos dados

Após a aplicação dos questionários, os dados foram agrupados e tratados de forma qualitativa e quantitativa. Inicialmente procedeu-se a uma leitura geral dos dados coletados a fim de descobrir os núcleos de sentido para serem categorizados. A leitura flutuante forneceu uma compreensão generalizada do material coletado e das respostas dos tutores emergiram duas grandes categorias: a possibilidade de configuração de grupos; e a definição dos Perfis.

3.3 Etapa 3 - Análise de Agrupamento

No presente estudo, aplicou-se a técnica de Análise de Agrupamento, a partir da abordagem definida na Seção 4.2, com o objetivo de formar grupos funcionais para estudo posterior.

O processo de Análise de Agrupamento compreendeu as etapas de coleta dos dados, preparação dos dados, definição de medidas de proximidade, agrupamento, validação e interpretação dos dados, conforme proposto em FACELI *et al.* (2011).

3.3.1 Natureza dos dados

Os dados utilizados na Análise de Agrupamento compreendem dados educacionais de estudantes no ambiente Moodle do curso de Licenciatura em Computação da UFPB Virtual.

Os dados em uma coleção representam as instâncias ou ocorrências dos objetos, e apresentam características diversas, denominadas atributos ou variáveis. Um exemplo de conjunto de dados é apresentado no Quadro 1, onde as linhas representam as ocorrências dos objetos e as colunas representam os atributos.

#objetos	#atributos		
	Perfil	Sexo	Idade
usuário_1	Estudante	M	25
usuário_2	Estudante	F	22

Quadro 1. Exemplo de conjunto de dados.

Cada objeto (ex. usuário_1, usuário_2) é descrito por um conjunto de atributos de entrada (ex. nome, sexo, idade, etc.) e corresponde a uma ocorrência dos dados. Os dados são representados por uma matriz de objetos M_{ij} , em que i é o número de objetos e j é o número de atributos de entrada de cada objeto. Cada elemento M_{ij} da matriz contém o valor da j -ésima característica para o i -ésimo objeto.

Diversos perfis de usuários estão disponíveis no Moodle, tais como estudante, professor, tutor, administrador, entre outros. Este estudo se dedicou à coleta e análise dos dados apenas de usuários com perfil de estudante.

A coleta dos dados no sistema foi orientada para extração dos dados de estudantes provenientes de duas turmas (Quadro 2).

Experimento	Turma	Disciplina	Semestre	Finalidade
1	PAC152	Pesquisa Aplicada à Computação	2015.2	Dados utilizados para agrupamento por Polo e Estudo de caso

2	IP141	Introdução à Programação	2014.1	Dados utilizados para agrupamento heterogêneo e complementar por habilidade
----------	--------------	--------------------------	--------	---

Quadro 2. Turmas a serem obtidos os dados e posterior agrupamento.

O estudo foi realizado a partir de dois experimentos com duas turmas provenientes das disciplinas de Introdução a Programação (IP) e de Pesquisa Aplicada a Computação (PAC), componentes curriculares do curso nos semestres 2014.1 e 2015.2, respectivamente. O Quadro 3 mostra o quantitativo de usuários e participantes em cada experimento.

	Experimento 1 – Agrupamento por Polo	Experimento 2 – Agrupamento por habilidade
Perfil	PAC152	IP141
Professor	1	1
Tutor a distância	2	6
Tutor presencial	22	21
Estudante	66	256
Total de usuários	91	284
Participantes dos experimentos (estudantes)	32	25

Quadro 3. Quantitativo de usuários do Moodle nas turmas PAC152 e IP141.

No experimento com grupos homogêneos por polo foram utilizados os dados de 32 estudantes que participavam ativamente da turma PAC152, eliminando-se, portanto, os estudantes desistentes e os inativos.

O mesmo critério de participação foi utilizado no experimento com grupos heterogêneos e complementares, para os quais foram utilizados os dados de 25 estudantes matriculados e ativos na turma IP141 para os agrupamentos por habilidades.

3.3.2 Coleta dos dados

Esta etapa compreendeu a extração de dados educacionais do ambiente Moodle. O conjunto de dados consiste de objetos que

representam informações dos estudantes armazenadas no banco de dados do sistema.

O conjunto de dados foi extraído diretamente do sistema, através da ferramenta “Relatório de notas”, no formato de planilha eletrônica (ROMERO *et al.*, 2008). Optou-se pelo relatório de notas para verificar os alunos com participação ativa nas respectivas disciplinas. O relatório de notas gerado pelo Moodle apresenta informações como o nome e o código de usuário, as notas parciais e totais das atividades, a média parcial e a média final de cada usuário.

A planilha obtida contém todos os dados necessários para o estudo, como o nome, o código de usuário, o código de curso, o perfil de usuário, o endereço de email e as notas das atividades e médias parciais e finais.

3.3.3 Preparação dos dados

A preparação dos dados envolveu a redução de dados, a eliminação manual de atributos e a transformação dos dados para que estivessem apropriados para a mineração de informação útil; aplicação de agrupamento, e; interpretação dos resultados (FACELI *et al.*, 2011).

A integração de dados, conforme proposto em FACELI *et al.* (2011) como uma técnica de preparação de dados, foi descartada devido aos dados de todos os estudantes, como o nome e código de usuário, estarem presentes nos conjuntos de dados extraídos do Moodle. Da mesma forma, a técnica de amostragem não foi necessária, pois o algoritmo aplicado foi suficientemente eficiente para o número de objetos presentes no conjunto de dados.

3.3.3.1 Redução de dimensionalidade

A redução de dimensionalidade foi utilizada para eliminar os objetos cujos usuários não participavam ativamente no curso, o que foi claramente notado pela ausência de dados desses usuários. Essa ausência de valores pode ter sido causada por desistência dos usuários matriculados na turma ou por abandono dos alunos no curso.

Diante disso, optou-se por eliminar os objetos com valores ausentes, pois muitos atributos estavam sem os devidos valores e, em alguns casos, todos os atributos eram ausentes. Essa alternativa foi empregada para não prejudicar os posteriores resultados.

3.3.3.2 Eliminação manual de atributos

O atributo “Média Parcial” contido na planilha de dados foi utilizado como referência de participação ativa dos estudantes nas turmas, pois a presença de valores representa a participação de usuários em pelo menos uma das atividades propostas na disciplina. Esse atributo foi suficiente para a preparação dos dados. Com isso, os outros atributos foram eliminados para a preparação do conjunto de dados utilizado nos agrupamentos.

3.3.3.3 Transformação dos dados

Para o conjunto de dados utilizado no Experimento 1 - agrupamento homogêneo por Polo, os valores referentes ao atributo código de usuário da turma PAC152 foram considerados como distâncias entre os estudantes e os Polos, conforme matriz de distâncias $M_{n \times d}$ apresentada na Seção 3.3, efetivando a conversão de valores nominais para valores do tipo numérico.

CódUsuário	Município
[ALCPTALG20142]	Alagoa Grande-PB
[ALCPTCAB20141]	Cabaceiras-PB
[ALCPTCGR20142]	Campina Grande-PB

[ALCPTCON20142]	Conde-PB
[ALCPTESP20142]	Esplanada-BA
[ALCPTITG20142]	Itaporanga-PB
[ALCPTJPA20142]	João Pessoa-PB
[ALCPTPRM20142]	Parnamirim-PE
[ALCPTTAP20132]	Taperoá-PB

Quadro 4. Códigos de usuários obtidos no Moodle.

Para o conjunto de dados utilizado no Experimento 2 - agrupamento heterogêneo e complementar por habilidade em Programação, foram considerados os dados das avaliações da turma IP141, relacionados ao nível de conhecimento nas habilidades com os conteúdos de Programação: Linguagem C e Estrutura de controle; (Quadro 5).

Turma - IP141		
	Tópicos de Introdução a Programação	
	Linguagem C	Estrutura de controle
	Lista de exercício 02	Listas de exercício 03, 04, 05 e 06
Atividade(s) cujos dados foram extraídos	Questionários 02 e 03	Questionário 04

Quadro 5. Atividades relacionadas aos dados extraídos para agrupamento por habilidade em Programação.

Foram considerados os atributos, tipos de dados e domínios, descritos nos intervalos das notas para cada habilidade entre os níveis (Quadro 6). Ressalta-se que não foram consideradas as médias parciais ou finais, dessa forma, esses dados foram eliminados do conjunto de dados.

Perfil de Grupo	Atributo	Descrição	Tipo de dados	Domínio
Homogêneo Por Polo	Código Usuário	Código que identifica o Polo ao qual o aluno está vinculado	Numérico	[1, n]
Heterogêneo e Complementar Por habilidade	Conceito/ nota	Nível de desempenho do estudante em avaliação	Numérico	[1, n]

Quadro 6. Atributos e tipos de dados para cada perfil de grupo.

3.3.4 Medida de proximidade

Esta etapa consistiu na definição da medida de proximidade apropriada ao domínio de aplicação e obtenção das informações nos dados.

Para o experimentos 1, a medida utilizada como medida de proximidade foi a Distância Euclidiana, uma das métricas de distância mais utilizada em Análise de Agrupamento (FACELI *et al.*, 2011).

O método de agrupamento utilizado neste estudo assume que todos os relacionamentos entre os objetos podem ser descritos por uma matriz contendo uma medida de distância entre cada par de objetos. Cada ponto p_{ij} na matriz consiste em um valor numérico que demonstra quão próximos os objetos i e j estão. Assim, as medidas de proximidade são funções $d: r \times r \Rightarrow \mathbb{R}$, onde r define o conjunto de objetos a ser utilizado.

A partir do uso dessa medida de distância a matriz de dados, dada por:

$$r = \begin{matrix} & p_{11} & \dots & p_{1j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{i1} & \dots & \dots & p_{ij} \end{matrix} \quad (2.)$$

É transformada em uma matriz de distâncias, dada por:

$$d = \begin{matrix} & d(1,1) & \dots & d(1,j) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d(i,1) & \dots & \dots & d(i,j) \end{matrix} \quad (3.)$$

Neste estudo, a matriz de distância foi obtida a partir do conjunto de objetos com o qual foi trabalhado.

3.3.5 Agrupamento

Utilizou-se o algoritmo k-médias para o agrupamento de dados homogêneos por Polo, implementando os critérios e parâmetros de agrupamento (FACELI *et al.*, 2011).

3.3.6 Validação dos *clusters*

Esta etapa consistiu na validação do resultado do agrupamento, analisando se os grupos são significativos para o domínio em estudo.

3.3.7 Interpretação dos *clusters*

Cada *cluster* foi analisado em seus objetos e rótulos, de maneira que se permitiu a descrição dos resultados e os significados práticos dos *clusters* e possíveis relacionamentos entre eles.

3.4 Etapa 4 - Estudo de Caso

O Estudo de caso consistiu de uma aplicação prática realizada com grupos de estudantes em aprendizagem colaborativa à distância. O objetivo foi investigar a efetividade da aprendizagem colaborativa e a composição dos grupos. Foram analisados os desempenhos dos alunos do ponto de vista da interação intragrupo e a sua influência no desempenho individual dos participantes.

3.4.1 Participantes

Os participantes deste estudo de caso compreenderam estudantes do curso de Licenciatura em Computação a distância da Universidade Federal da Paraíba, matriculados na disciplina de Pesquisa Aplicada à Computação (PAC) no semestre 2015.2, conforme grupos resultantes do Experimento 1 – Agrupamento homogêneo por Polo.

É importante destacar que este estudo foi realizado apenas com os alunos que participavam ativamente na turma, os quais foram identificados a partir da verificação das participações nas atividades.

Diante da análise dos alunos ativos na turma PAC152, o experimento foi realizado com 32 alunos distribuídos em nove Polos de Apoio presencial, a saber: os Polos localizados no estado da Paraíba, João Pessoa, Conde-PB, Alagoa Grande-PB, Campina Grande-PB, Itaporanga-PB, Cabaceiras-PB, Taperoá-PB, e; os Polos localizados em outros estados, Parnamirim-PE e Esplanada-BA.

3.4.2 O curso de Licenciatura em Computação

O curso de Licenciatura em Computação (LC) da UFPB¹ na modalidade a distância tem por objetivo formar professores para o ensino de computação e informática na educação básica, nos níveis fundamental e médio, e na educação profissional. Também é escopo profissional do egresso a atuação, como profissional da informática, em empresas onde a computação constitui-se a base da formação para treinamento e educação corporativa. A criação do curso visou atender as demandas crescentes das instituições educacionais e organizações em processos de apropriação de infraestrutura tecnológica.

O processo formal de ensino e de aprendizagem acontece por meio de aulas virtuais e do apoio do Professor e tutores virtuais para a mediação dos materiais didáticos, como textos, vídeos, atividades práticas, disponibilizados no Ambiente Virtual de Aprendizagem, a plataforma Moodle. Além da mediação da equipe docente no Moodle, os estudantes contam com o suporte dos tutores presenciais, que dão atendimento nos Polos de Apoio presencial

3.4.3 Contexto da Disciplina Pesquisa Aplicada à Computação

A disciplina Pesquisa Aplicada à Computação (PAC) integra a grade curricular do curso de Licenciatura em Computação à distância da UFPB. Ela é ofertada no terceiro período, estando disponível também para alunos dos períodos antecessores a este, uma vez que não é pré-requisito para outro componente curricular. O objetivo

¹ Projeto Pedagógico do Curso Licenciatura em Computação da UFPB na modalidade a distância. Disponível em: <<http://portal2.virtual.ufpb.br/wp-content/uploads/2014/08/PPC-Licenciatura-Computa%C3%A7%C3%A3o-UFPB-Versao-Final-06082012.pdf>>

principal desse componente é orientar o aluno no desenvolvimento da pesquisa científica na área de ciências da computação.

A ementa da disciplina aborda questões conceituais e outros temas, a saber: A pesquisa e a construção do conhecimento; A pesquisa e sua interface nas diferentes áreas dos conhecimentos da Computação; Métodos e técnicas de pesquisa acadêmica; Tipos e técnicas de pesquisa; Normatização da produção acadêmica: normas da ABNT, elaboração de projetos e relatórios.

O ambiente virtual Moodle, em que a disciplina é estruturada, dispõe de todos os recursos didáticos para o seu pleno desenvolvimento, compreendidos em textos, vídeos, e recursos de interação e comunicação, tais como fórum, chats e questionários, que possibilitam a construção do conhecimento embasado na leitura dos textos base.

3.4.4 Natureza da atividade proposta

A atividade proposta consistiu de uma prática em aprendizagem colaborativa, de forma que os alunos, organizados em grupos, compartilhassem entendimentos relevantes para a resolução de um problema. A prática foi planejada baseando-se em uma atividade individual anteriormente realizada, fundamentada em um tópico estudado na disciplina: Estilos e Tipos de Pesquisa em Computação.

Após entendimentos acerca das práticas já realizadas na turma PAC152, foi proposto à Docente responsável pela disciplina, a realização de uma atividade similar, diferenciando-se pela sua natureza, por ser uma atividade colaborativa à distância. A proposta foi aceita pela Docente e sua equipe de tutores.

Os conhecimentos abordados na atividade contemplaram os conceitos teóricos e práticos sobre Estilos de Pesquisa em Computação e resolução prática do seguinte problema: identificar o(s) estilo(s) e o(s) tipo(s) de pesquisa em textos científicos.

O experimento consiste em analisar a aprendizagem em dois momentos: prática individual e prática em grupo. Na atividade individual os alunos foram orientados a pesquisar, em portais de publicação científica, artigos relevantes com contribuições relacionadas à área do curso. Uma vez pesquisado e coletado o artigo, os alunos, individualmente, fizeram a leitura do texto, classificando-o, em seguida, quanto ao estilo de pesquisa, indicando, por exemplo, se o seu conteúdo se trata de uma pesquisa formal, empírica ou exploratória. Ao final, as respostas foram enviadas ao ambiente virtual.

Já na atividade em grupo, os alunos escolhiam um artigo de um conjunto de artigos pré-selecionados, disponibilizados em uma pasta no ambiente virtual. Alguns artigos, com temas relacionados ao curso, foram previamente selecionados dos principais portais de conferências e periódicos da área, incluindo a área de Educação em Computação, e disponibilizados aos alunos. Os alunos foram comunicados sobre a atividade, a composição prévia dos grupos, a orientação sobre o recurso de interação entre os membros dos grupos e em relação ao prazo de envio da resposta.

O desenvolvimento da prática em grupo aconteceu de forma que cada grupo escolhesse um artigo científico, dentre os disponíveis, e discutissem em uma sala virtual de bate-papo (chat) sobre a resolução do problema. Cada grupo possuía uma sala de chat própria, na qual eles interagiam entre si. Depois de chegado a um acordo sobre a solução da questão, os grupos descreveram a

resolução e enviaram, em arquivo único, a solução da atividade à plataforma, através do recurso de envio no sistema. Um modelo de resposta foi disponibilizado para facilitar a formatação do arquivo a ser enviado.

Foi disponibilizado aos estudantes, tanto para a atividade individual como em grupo, o recurso de chat de dúvidas sobre questões gerais da prática, bem como as orientações do passo a passo para o desenvolvimento da atividade.

O período de realização da prática em grupo compreendeu de 23 de novembro a 29 de novembro de 2015, sendo disponível o recurso de envio de arquivo a partir da 00h00m do primeiro dia às 23h59m do último dia.

Os grupos foram comunicados através da plataforma e do email pessoal dos alunos. Durante o desenvolver da prática, os grupos foram acompanhados em relação à efetiva participação de todos.

3.4.5 Organização dos grupos

A abordagem para composição dos grupos esteve fundamentada nas abordagens encontradas na literatura, nas preferências dos tutores e no agrupamento resultante do experimento com grupos homogêneos por Polo.

Verificou-se que os grupos resultantes do experimento apresentaram-se com tamanho diferente do tamanho definido na abordagem, o que requereu a realocação manual dos membros entre os grupos e, conseqüentemente, o aumento do número de grupos. Essa circunstância explica o fato de a quantidade de *cluster* (seis) ser distinta à quantidade de grupos apresentada. Após a realocação, os 32 alunos participantes foram atribuídos em oito grupos, seguindo a

configuração: Grupo 1, 2, 3 e 4, com quatro membros cada; Grupo 5 e 6, com cinco membros cada, e; Grupo 7 e 8 com três membros cada.

A Figura 2 mostra um exemplo da tela de *chat*. Ela possui: área de digitação, área de visualização das mensagens e área de usuários *online*. A identificação do usuário foi ocultada.

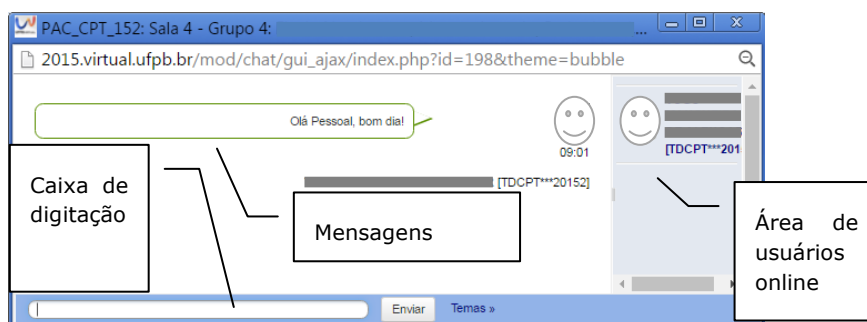


Figura 2. Ambiente do *chat*: áreas de digitação, exibição de mensagens e usuários *online*.

3.4.6 Validação do experimento

Como forma de validação do experimento, buscou-se avaliar a participação dos estudantes e a aprendizagem dos grupos por meio de medidas quantitativas e qualitativas, analisando e mensurando as mensagens dos participantes registradas no *chat*.

- **Análise quantitativa dos resultados;** Esta etapa compreendeu a comparação do desempenho dos estudantes em atividade individual e em atividade em grupo;
- **Análise qualitativa dos resultados;** Análise da interação online dos participantes, por meio das mensagens enviadas ao chat.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados do Mapeamento Sistemático da Literatura

Nesta Seção são apresentados os resultados encontrados no processo de mapeamento sistemático realizado e a análise dos trabalhos selecionados que apresentam abordagens para formação de grupos colaborativos.

4.1.1 Informações gerais dos trabalhos primários

O processo de busca retornou um total de 86 (oitenta e seis) trabalhos relacionados com a pesquisa, extraindo-se desses os dados gerais por portal de busca: título, autores, abordagem de pesquisa, local de pesquisa, ano de publicação, país de origem dos pesquisadores e portal. O processo de obtenção dos trabalhos consistiu na filtragem dos trabalhos relacionados e em seguida na seleção dos trabalhos potencialmente relevantes. Após essa etapa, realizou-se análise dos estudos incluídos, considerados relevantes do ponto de vista da contribuição da pesquisa com a questão norteadora do presente estudo, compreendendo um total de 29 (vinte e nove) artigos científicos. Em seguida, realizou-se a leitura completa do conteúdo dos trabalhos, buscando identificar as informações específicas de cada trabalho.

A Tabela 1 apresenta resumidamente a evolução do processo de obtenção das publicações incluídas no estudo. Na coluna da esquerda estão dispostos os portais de busca utilizados. A coluna seguinte apresenta a quantidade de artigos obtidos na primeira etapa. Nas demais colunas estão dispostos os resultados da segunda seleção, com os trabalhos potencialmente relevantes, e da terceira seleção, com os quantitativos de trabalhos excluídos, compreendidos nos trabalhos duplicados, irrelevantes e indisponíveis, bem como os

trabalhos primários, considerados por apresentar contribuições originais para área.

Seleção dos Trabalhos Primários						
Portais	1ª Seleção	2ª Seleção	3ª Seleção			
	Trabalhos relacionados	Trabalhos potencialmente relevantes	Excluídos			Incluídos
			Duplicados	Irrelevantes	Indisponíveis	Trabalhos primários
ACM Digital Library	13	10	-	3	-	7
IEEE Xplorer	34	19	1	4	-	14
Scopus	28	20	9	1	6	4
Science Direct	11	9	-	5	-	4
Total	86	58	10	13	6	29

Tabela 1: Evolução do processo de seleção dos trabalhos primários

Verificou-se que, dos trabalhos relacionados, o portal IEEE Xplorer foi o que apresentou número mais expressivo, compreendido em 34 (trinta e quatro) artigos, seguido do portal Scopus com 28 (vinte e oito) trabalhos, o portal ACM Digital Library com 13 (treze) e, com menor quantidade, o Science Direct, compreendido em 11 (onze) artigos. Em relação ao quantitativo de trabalhos potencialmente relevantes, o portal IEEE Xplorer foi reduzido para 19 (dezenove), o portal Scopus para 20 (vinte), o portal ACM para 10 (dez) e o Science Direct para 9 (nove).

Para a segunda seleção, compreendida pela obtenção dos trabalhos relevantes, realizou-se leitura e análise dos títulos e resumos das publicações retornadas. A análise dos trabalhos objetivou identificar os trabalhos que traziam contribuições do ponto de vista de abordagens e estratégias para formação de grupos de aprendizagem colaborativa.

Para a terceira seleção, que objetivou identificar os trabalhos excluídos e incluídos, realizou-se leitura e análise do resumo, da introdução e da conclusão dos artigos obtidos na etapa anterior. A partir disso, verificou-se 9 (nove) trabalhos duplicados no portal Scopus e 1 (um) no IEEE Xplorer, 13 (treze) trabalhos irrelevantes

nos portais ACM (3), IEEE Xplorer (4), Scopus (1) e Science Direct (5), e 6 (seis) trabalhos indisponíveis (portal Scopus), todos esses considerados como trabalhos excluídos.

Os trabalhos incluídos, considerados como trabalhos primários, foram 7 (sete) no portal ACM, 14 (quatorze) no portal IEEE Xplorer e 4 (quatro) trabalhos em cada um dos portais Scopus e Science Direct.

A Figura 3 apresenta a distribuição temporal das publicações com o quantitativo de trabalhos por ano.

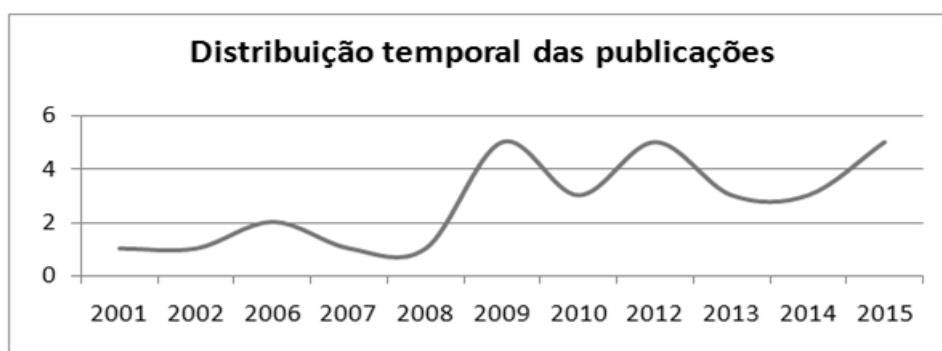


Figura 3: Distribuição temporal dos trabalhos primários.

Embora muitos trabalhos tenham sido publicados em diferentes anos, as publicações consideradas como trabalhos primários compreenderam o período de tempo de quinze anos, abrangendo os anos de 2001 a 2015. Verificou-se um número expressivo de publicações entre os anos de 2009 a 2015. Percebe-se, deste modo, que as publicações que apresentam estudos na área são em sua grande maioria recentes.

Com relação aos países de origem dos autores das publicações consideradas como trabalhos primários, verificou-se que, conforme Figura 4, a Espanha lidera a lista com uma frequência de 18 (dezoito) pesquisadores na área, representando 20,7% do total, seguida de Brasil com 11 (onze) pesquisadores, representando 12,6%, Japão com 10 (dez) pesquisadores, representando 11,5%, Inglaterra com 8

(oito), equivalendo a 9,2%, seguidos dos Estados Unidos e Taiwan com 7(sete) , representando 8%, Alemanha com 6 (seis) , representando 7%, Iran com 5 (cinco) (5,6%), Austrália com 4 (quatro) (4,6%), Canadá com 3 (três) (3,4%), Argentina e Grécia com 2 (dois) (2,3%) e Áustria, Colômbia, Eslováquia e Índia com 1 (um) pesquisador, representando 1,1%, dentro das publicações que realmente propõem uma abordagem para formação de grupos colaborativos.

Do ponto de vista de continente, observa-se que há uma grande concentração de pesquisadores no continente europeu, compreendendo 41,3% do total de pesquisadores das publicações. As pesquisas são bem expressivas também na América e na Ásia, que representam uma concentração de 27,6% e 26,4% de pesquisadores interessados, respectivamente. Finalmente, observa-se poucas pesquisas realizadas nos continentes da Oceania com 4,6% e da África, que não apresentou publicações de acordo com os parâmetros da busca sistemática. A Figura 4 ilustra 16 (dezesesseis) países de origem dos pesquisadores e o número de pesquisadores.

Na sequência foram analisadas as conferências e ou periódicos de origem das publicações. A Figura 5 ilustra o gráfico com a quantidade de publicações por conferência e revista, apresentando-as por siglas.

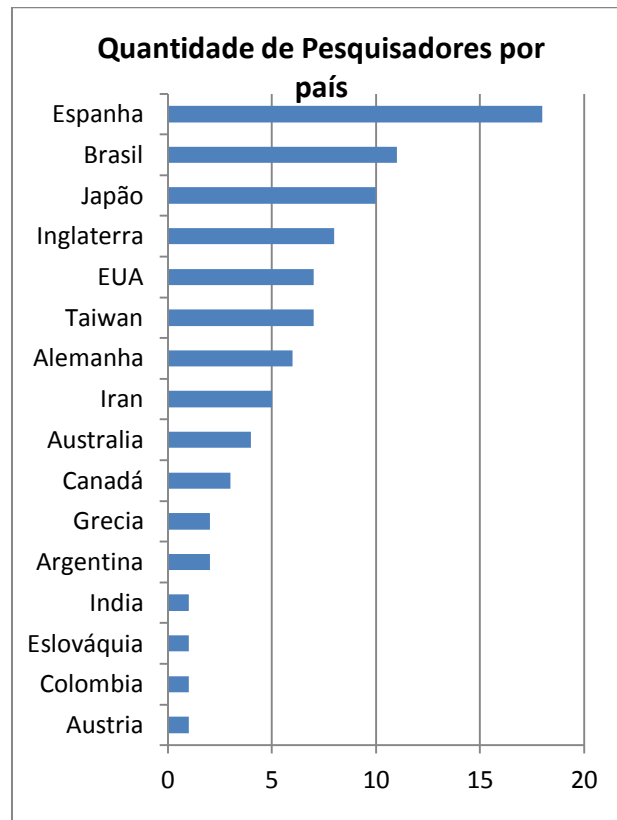


Figura 4: Quantidade de pesquisadores por país

Observou-se que os eventos GROUP (GROUP Supporting group work) e IEEE TLT (IEEE Transactions on Learning Technologies) lideram o ranking, ambos com 10%, seguidos por ICALT (ICALT Advanced Learning Technologies), Computers in Human Behavior e WI-IAT (Web Intelligence and Intelligent Agent Technology), que apresentam aproximadamente 6,7%. Os quase 84% restantes estão distribuídos entre as demais conferências e revistas científicas, conforme Figura 5.

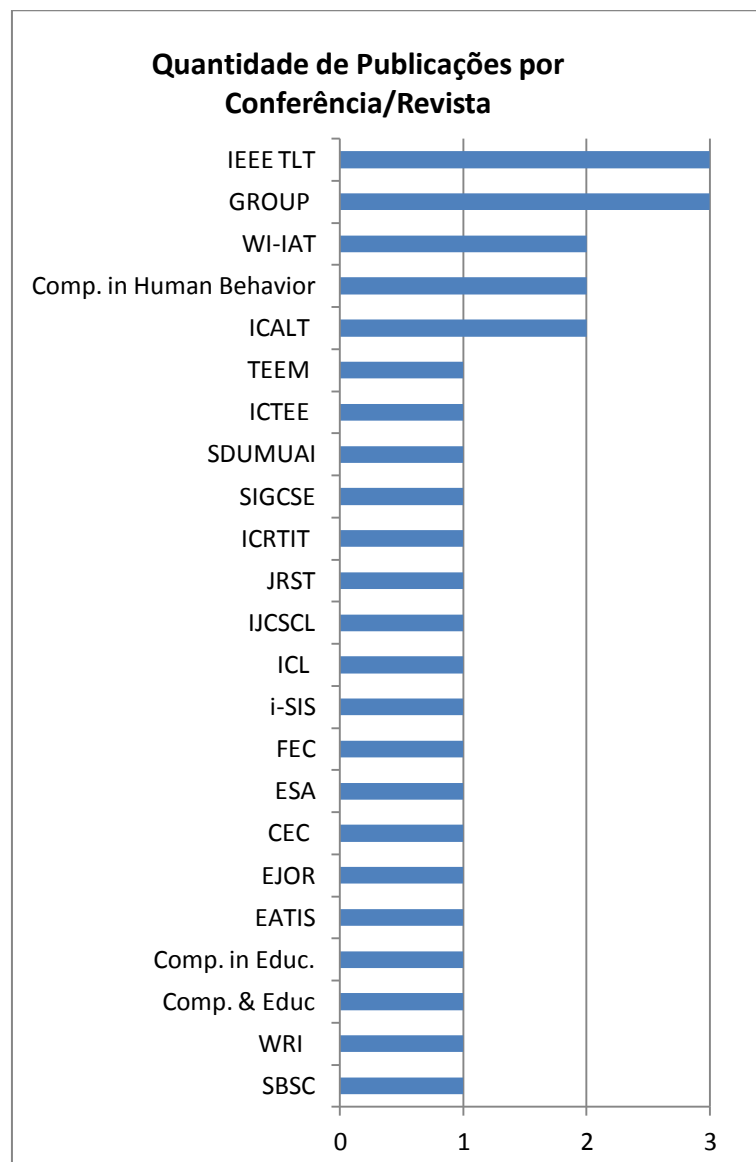


Figura 5. Quantidade de publicações por conferência/revista

É importante destacar que as publicações na área são, em grande parte, em conferências científicas. Tal fato pode ser um indicador que pesquisadores têm procurado por publicações mais rápidas, quando comparadas às publicações em periódicos. Apesar de alguns periódicos possuírem publicação bimestral ou trimestral, eles apresentam um tempo de resposta bem maior quando comparado ao processo de escolha de artigos pelas conferências.

4.1.2 Informações específicas dos trabalhos primários

Após a compreensão das informações gerais, os trabalhos primários foram analisados a partir da leitura completa de seu conteúdo para extrair as informações específicas e, dessa forma, contribuir com pesquisas futuras. As informações específicas mapeadas estão descritas nesta Seção.

4.1.3 Abordagens para formação de grupos encontradas nos trabalhos primários

A abordagem implementada para atribuir estudantes em grupo estabelece aspectos relevantes para o sucesso da aprendizagem colaborativa, tendo em vista as possibilidades de configuração e de combinação dos membros nos grupos.

De acordo com a leitura e análise individual dos trabalhos, foram identificadas diferentes abordagens de pesquisa em formação de grupos colaborativos. A maioria dos trabalhos, sendo eles 42%, apresenta um método para formação de grupos baseado no contexto da interação dos estudantes em atividades colaborativas. Em seguida, 34% dos trabalhos têm foco em otimização de algoritmos para formar os grupos. Há também abordagens que buscam formar grupos com base no Estilo de Aprendizagem dos estudantes (11%). Outras contribuições dos trabalhos primários (7%) têm foco na implementação de sistemas baseados em Web para formar grupos efetivos, utilizando, por exemplo, interface de usuário para configuração dos agrupamentos. Há ainda trabalhos que apresentam abordagens baseadas em ontologias (3%) e outros (3%) que focam suas pesquisas em metodologias de avaliação da formação de grupos. A Figura 6 ilustra as abordagens encontradas.

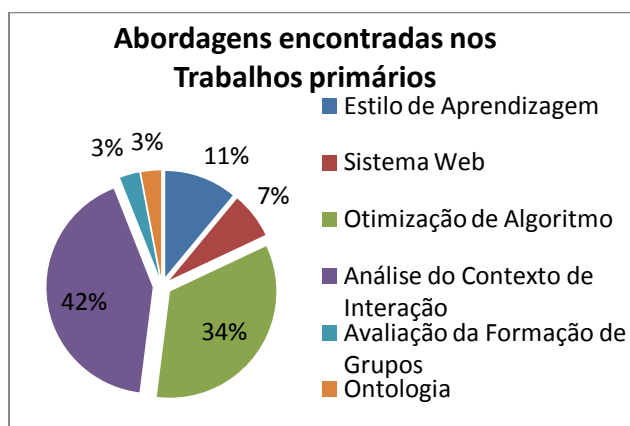


Figura 6: Abordagens encontradas nos Trabalhos primários.

4.1.4 Tipos de grupos encontrados nos Trabalhos primários

O tipo de grupo é um dos parâmetros utilizados na configuração de grupos, assim como o tamanho, a duração e os objetivos de aprendizagem. Diversos tipos de grupos encontrados na literatura caracterizam as informações utilizadas na hora de atribuir os membros.

Os trabalhos primários analisados apresentam diferentes tipos de grupos. De forma geral, eles propõem grupos homogêneos e/ou heterogêneos em relação a determinadas características. Verificou-se que 45% dos trabalhos propõem tipos de grupos como heterogêneos em relação aos dados do perfil do aluno, tais como a turma, a região em que se encontra, o gênero, o tipo de personalidade ou o nível de habilidade, como por exemplo a habilidade com programação. Em seguida, tem-se 28% que considera o tipo de grupo heterogêneo e homogêneo por desempenho em atividade de colaboração, obtido pelo nível de interação entre os estudantes. O tipo de grupo por estilo de aprendizagem pode ser encontrado em 10% dos trabalhos analisados. O tipo de grupos mistos, que combinam simultaneamente os perfis de grupos anteriores, são encontrados em 14% dos trabalhos analisados. Outros trabalhos utilizam o tipo de grupo por

nível de habilidade sócio-afetiva obtido de questionário aplicado aos alunos (3%).

4.1.5 Trabalhos que relacionam formação de grupos e E-learning

A formação de grupos de aprendizagem aplicada em *E-learning* constitui uma promissora linha de pesquisa em aprendizagem colaborativa apoiada por computador, tendo em vista as possibilidades ainda desconhecidas pela comunidade científica. Pesquisas revelam as possibilidades de criação de novos espaços para a co-aprendizagem e de estímulo ao desenvolvimento de habilidades fundamentais para elevar o potencial de alunos para a resolução de problemas, a criatividade e a auto regulação da aprendizagem. Analisando os trabalhos primários, verificou-se, conforme Figura 7, que 69% dos trabalhos relacionam o estudo sobre Formação de Grupos e *E-learning* simultaneamente em suas pesquisas; enquanto que 31% dos trabalhos primários tratam apenas de Formação de Grupos, em geral, trazendo contribuições do ponto de vista da otimização de algoritmo e de modelos teóricos de agrupamento.

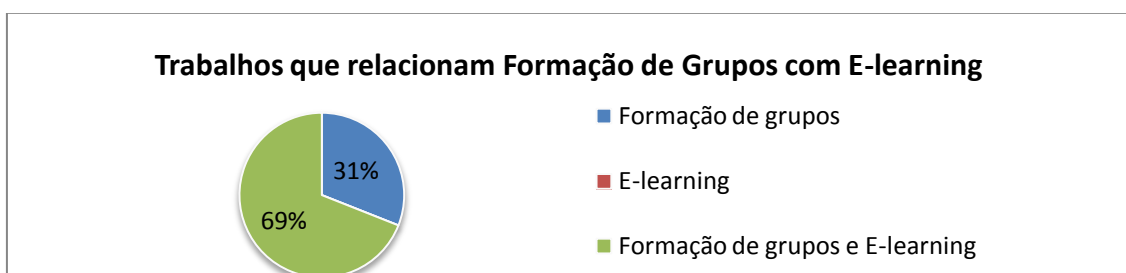


Figura 7: Estudos que relacionam formação de grupos em *E-learning*

4.1.6 Ambientes Virtuais de Aprendizagem utilizados nas pesquisas dos trabalhos primários

Diversos trabalhos primários aqui apresentados utilizam em seus estudos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, caracterizados por

serem sistemas de aprendizagem online, para obter informações dos estudantes, para formar grupos automaticamente ou para colocar os estudantes em atividades que promovam a colaboração.

A análise dos trabalhos primários permitiu identificar 10 (dez) ambientes de apoio à aprendizagem colaborativa. Verificou-se que, embora 27,5% não especificarem e 13,8% não utilizarem algum ambiente AVA em suas pesquisas, 58,7% dos trabalhos analisados relataram a utilização de pelo menos um ambiente virtual de aprendizagem, compreendendo os sistemas: MOODLE (10,3%), COLLECE (6,9%), TANGOW (3,4%), BSCW (3,4%), PQA-C (3,4%), Rede Social (3,4%), PopCorm (3,4%), eXpresser (3,4%), Ambiente L (3,4%) e WebClass-RAPSODY (3,4%), conforme Figura 8.

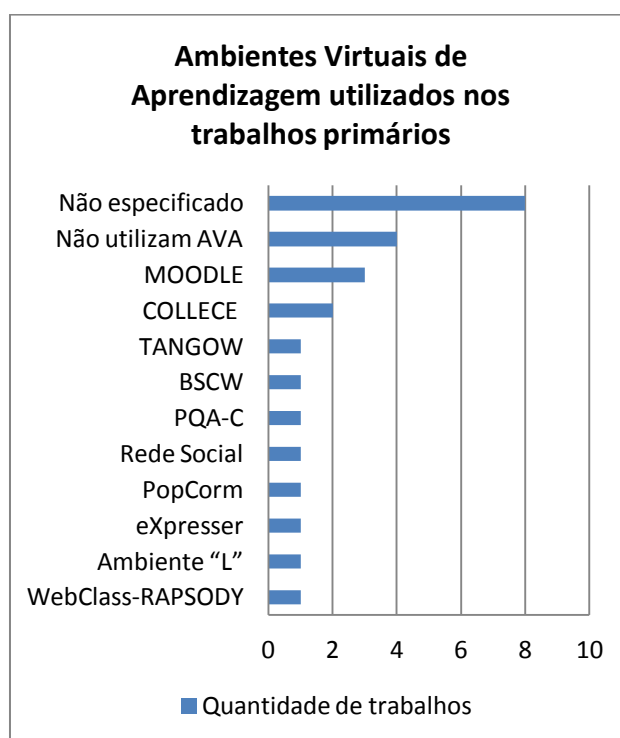


Figura 8. Ambientes virtuais de aprendizagem utilizados nas pesquisas dos trabalhos primários.

4.1.7 Trabalhos primários que analisam a interação dos estudantes em atividades online

Extrair informações dos estudantes a partir do comportamento deles no trabalho colaborativo em sistemas *E-learning* pode ser uma

estratégia eficaz para formar grupos eficientes em atividades online. Esses sistemas permitem o diálogo e a ação através das ferramentas de comunicação e de interação para apoiar o trabalho em grupo, tais como fóruns, chats, blogs, wikis, áudio conferência, vídeo conferência, quadro branco compartilhado, ferramenta de brainstorming, entre outras. Esta análise pretende avaliar os trabalhos primários com abordagens que consideram as interações dos estudantes em ambientes de aprendizagem online.

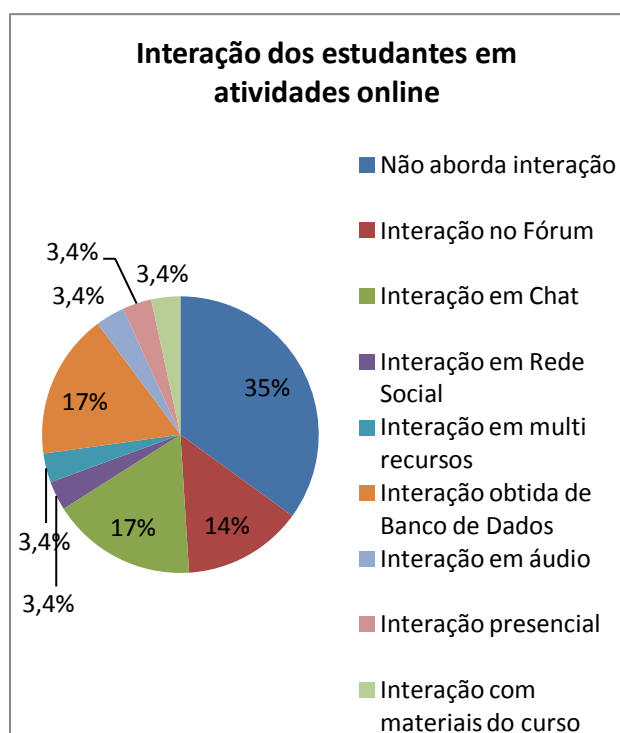


Figura 9: Abordagens que analisam a interação dos estudantes

Verificou-se, conforme Figura 9, que embora 35% dos trabalhos não analisem a interação dos estudantes, a maioria (65%) dos trabalhos primários consideram a interação entre os grupos por meio de diferentes perspectivas. A interação dos estudantes em atividade colaborativa por meio do recurso de chat, por exemplo, é analisada em 17% dos trabalhos considerados primários. Em mesma quantidade, os dados referentes à colaboração armazenados em banco de dados de ambientes de aprendizagem online são analisados em 17% dos trabalhos; enquanto que a interação no recurso de

Fórum para a composição dos grupos é analisada em 14%. Já outros trabalhos analisam a interação dos estudantes em atividades de colaboração utilizando dados de comportamento em Rede Social (3,5%), dados registrados em áudio (3,4%) e dados da interação com materiais do curso. Há ainda 3,4% dos trabalhos que consideram a interação de múltiplos recursos de comunicação e outros 3,4% que consideram a interação em atividades colaborativas na modalidade presencial.

4.1.8 Algoritmos utilizados nos estudos dos trabalhos primários para formação de grupos

Existem diferentes estratégias para a formação de grupos. Em geral, a formação de grupos de estudantes pode ser feita de forma manual ou automática, sendo esta no próprio ambiente do sistema de *E-learning*, quando este incorporar tal recurso, ou utilizando algum algoritmo de agrupamento em *softwares* próprios para o seu uso.

A partir da análise dos trabalhos primários, verificou-se que 52% dos trabalhos não mencionaram o uso de algum algoritmo ou, no caso do uso de sistema que permite o agrupamento automático, não especificaram o seu funcionamento. Nos demais, o algoritmo Genético e o algoritmo PSO (*Particle Swarm Optimization*) foram utilizados nas pesquisas de 10,3% dos trabalhos primários cada. Observou-se ainda trabalhos que utilizaram outros algoritmos, a saber: A priori (3,4%); Força bruta (3,4%); K-NN (3,4%); IGLS (3,4%); Random Walk (3,4%); Busca em largura (3,4%); Tabu search (3,4%), e; k-means (3,4%), conforme Figura 10.

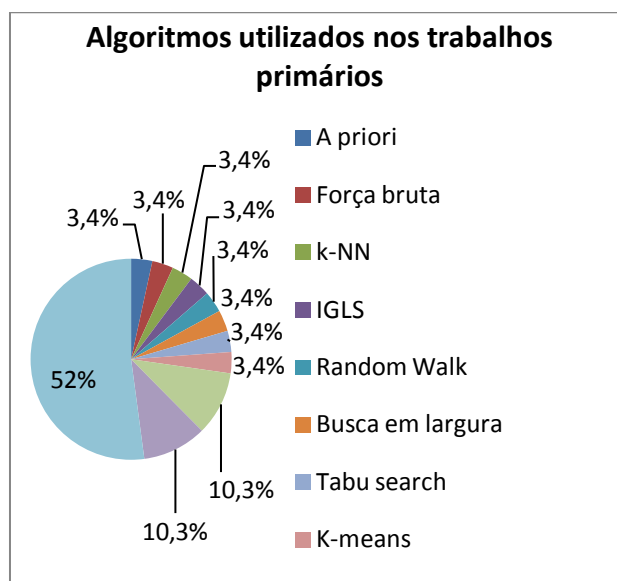


Figura 10. Algoritmos utilizados nos trabalhos primários

4.1.9 Responsável pela formação dos grupos segundo os trabalhos primários

Criar grupos efetivos para o trabalho colaborativo requer definir o responsável pela seleção dos membros. Há sugestões que afirmam que formar os grupos seja de responsabilidade do professor, tendo em vista sua grande carga de conhecimento acerca dos pontos fortes e fracos dos alunos.

A análise dos trabalhos permitiu verificar que, embora a maioria (44,8%) não tenham especificado quem de fato é o responsável por criar os grupos, 38% afirmam ser de responsabilidade do professor/instrutor a tarefa de selecionar os membros; enquanto que 10,4% consideram o uso de algoritmos para substituir o papel dos professores em atribuir os estudantes aos grupos. No entanto, 3,4% dos trabalhos considera o envolvimento dos tutores com os alunos, o que lhes confere a tarefa de selecionar os alunos a partir dos critérios e preferências definidos. Outros 3,4% dos trabalhos primários consideram em seus estudos a atribuição dos estudantes em grupo ser auto-selecionada, ou seja, os próprios alunos é quem devem ser os responsáveis por criar grupos, conforme Figura 11.

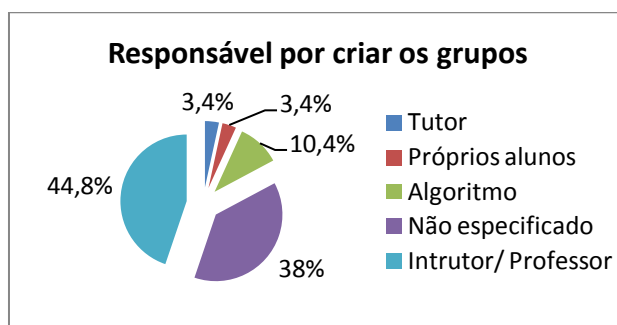


Figura 11. Responsável por criar grupos segundo os trabalhos primários.

4.1.10 Propostas de estudos futuros encontradas nos trabalhos primários

Esta Seção se dedica a apresentar as possibilidades de pesquisa sobre formação de grupos em *E-learning*, conforme apresentadas nos trabalhos primários analisados. Foram consideradas as possibilidades de estudo futuro as linhas de pesquisas ainda não explorados e/ou problemas a serem ainda solucionados.

Os trabalhos primários analisados apresentam diversos temas de propostas para estudos futuros. Os autores relatam, por exemplo, a construção de interface para usuários de sistemas que possibilitam a criação de grupos, a realização de experimentos reais em ambientes virtuais de aprendizagem, a realização de testes considerando novas características dos estudantes e novos critérios de configuração para composição de grupos, entre outras temáticas.

Os temas de pesquisas foram categorizados e dispostos na Tabela 2.

Categorização de Pesquisas Futuras	Porcentagem
Analisar os fatores cognitivos da colaboração	3,4%
Incluir o apoio do tutor na colaboração	3,4%
Desenvolver agente assistente	7%
Implementar interface de <i>software</i>	7%
Desenvolver algoritmos adicionais	20%
Aplicação em ambientes e domínios diferentes	20%
Melhorar a definição/ incluir novos critérios de agrupamento	31%
Novos experimentos com dados reais	45%

Tabela 2: Pesquisas futuras encontradas nos trabalhos primários

Verificou-se que a maioria, representando 45% dos trabalhos primários, propõe realizar novos experimentos incluindo dados reais. Observou-se ainda que melhorias na definição dos atributos e a inclusão de novos critérios de agrupamento são temas de pesquisas futuras encontradas em 31% dos trabalhos primários. Outros temas em destaque que foram encontrados em 20% dos trabalhos são a aplicação da abordagem em ambientes e domínios diferentes e a melhoria e desenvolvimento de algoritmos adicionais; enquanto que a implementação de uma interface de usuário do sistema de agrupamento é um tema proposto em cerca de 7% dos trabalhos analisados. Outros 7% dos trabalhos propõe desenvolver um agente assistente para monitorar a colaboração no ambiente virtual. As pesquisas futuras que pretendem analisar os fatores cognitivos da colaboração e a inclusão do apoio do tutor na mediação e colaboração no ambiente são temas encontrados em 3,4% dos trabalhos.

4.1.11 Considerações sobre o mapeamento sistemático

Este mapeamento sistemático forneceu uma visão geral das abordagens e das estratégias sobre formação de grupos em *E-learning*, bem como permitiu identificar temas de estudos futuros nessa área. As etapas de mapeamento sistemático aqui apresentadas permitiram encontrar 29 (vinte e nove) trabalhos primários, entendidos como artigos científicos originais publicados em conferências e revistas relevantes na área. Essa quantidade deve-se ao fato de ser uma subárea bastante promissora e relativamente recente dentro da área de formação de grupos de aprendizagem, conforme aumento gradativo das publicações nos últimos anos.

Os resultados deste mapeamento sistemático evidenciam que diversas abordagens para formação de grupos podem contribuir para a aprendizagem colaborativa em *E-learning*, haja vista as múltiplas

formas de interação e as variadas combinações de características dos alunos encontradas a partir da análise do contexto das interações. Dado, também, o fato de que a grande maioria dos estudos se preocupa em analisar as interações de estudantes por meio de pelo menos um recurso de comunicação presente em ambientes virtuais de aprendizagem.

Evidencia-se ainda que as publicações na área tenham se dedicado a mineração de dados educacionais para extrair informações peculiares do comportamento dos alunos em colaboração. E que as possibilidades de tipos de grupos associadas ao uso de algoritmo de agrupamento podem auxiliar professores na tarefa de seleção dos alunos e de otimização de grupos, especialmente em *E-learning*.

Diante desses resultados, pretende-se aprofundar os estudos sobre diferentes perfis de grupos para apoiar a tarefa de formação de grupos colaborativos, realizar experimentos no contexto da educação a distância e investigar o impacto dessa abordagem sobre o desempenho dos estudantes.

A próxima Seção descreve os resultados da pesquisa realizada com os tutores do curso de Licenciatura em Computação a distância da UFPB, que objetivou conhecer o perfil do tutor a distância e identificar as suas preferências em relação à formação de grupos na EaD.

4.2 Resultados da Pesquisa com Tutores

4.2.1 Dados de identificação

O estudo possibilitou verificar que 53% dos tutores é composto por homens e 47% é composto por mulheres. Em relação à faixa etária, verificou-se que a concentração de tutores está entre 25 e 35 anos, onde a maioria das mulheres, compreendendo 38%, tem idades entre 30 e 35 anos, quando que 31,25% dos homens estão nessa

mesma faixa de idade. Já a maioria dos tutores de sexo masculino, compreendido em 43,75%, está na faixa entre 25 e 29 anos, quando apenas 25% das mulheres estão nesse mesmo intervalo de idade. Pode-se afirmar, portanto, que os homens são relativamente mais jovens que as mulheres entre os tutores a distância, conforme Figura 12.

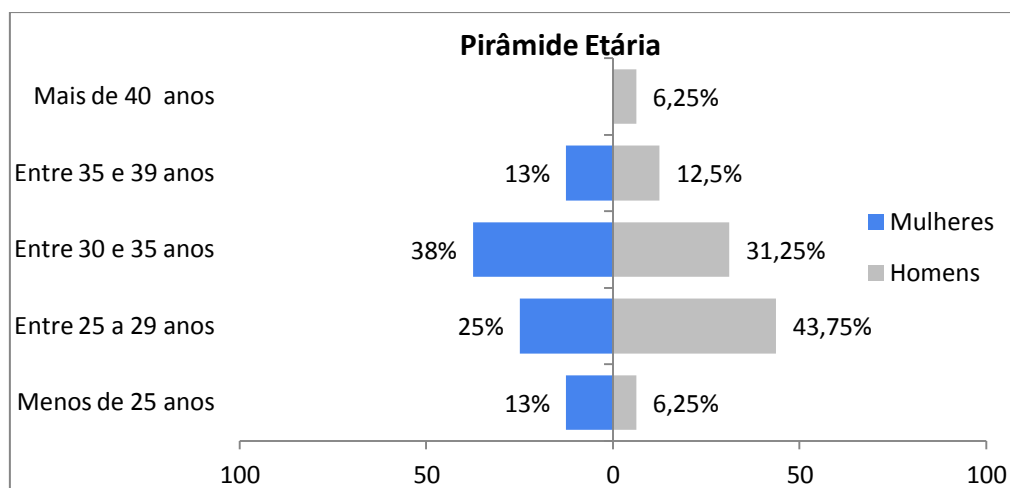


Figura 12. Faixa etária dos tutores.

A Seção a seguir apresenta os resultados da pesquisa em relação à formação acadêmica dos tutores.

4.2.2 Formação acadêmica

Em relação à titulação acadêmica, a pesquisa evidenciou que 43% dos tutores possuem graduação, 60% possuem Mestrado, 33,3% possuem formação em nível de Especialização e 10% possuem Doutorado, o que demonstra ser um importante cenário para a tutoria. Verificou-se ainda que 13,3% afirmaram possuir outro nível de formação, conforme Figura 13.

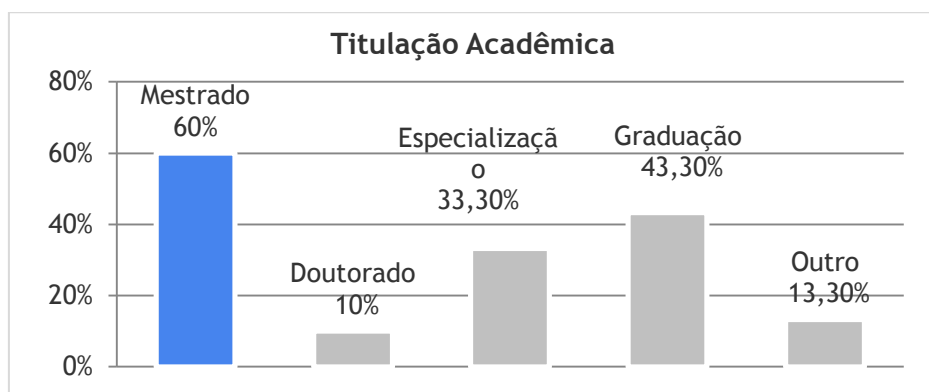


Figura 13. Titulação acadêmica dos tutores.

Acerca da área do curso de graduação dos tutores, a maioria, representando 33,3%, afirmou ter formação no curso de Bacharelado em Ciência da Computação, seguido de 16,7% que afirmou ter graduação em Licenciatura em Ciência da Computação, e 13,3% que afirmou ter formação em Bacharelado em Sistemas de Informação. Enquanto que 3,3% afirmou ter graduação no curso de Análise e Desenvolvimento de *Software* e 3,3% no curso de Tecnologia em Sistemas para Internet. Por outro lado, cerca de 30% restante afirmou ter formação em nível de graduação em áreas correlatas, são elas: Licenciatura em Letras (6,7%), Licenciatura em Matemática (3,3%), Licenciatura em Física (3,3%), Engenharia Civil (3,3%), Química (3,3%), Psicologia (3,3%), Ciências Sociais (3,3%) e Direito (3,3%). É possível afirmar que esse resultado se deva ao fato do curso em questão, que é a Licenciatura em Computação, possuir uma matriz curricular bastante diversificada, característico de um curso de licenciatura, o que demanda a atuação de profissionais das diversas áreas apresentadas, conforme Figura 14.

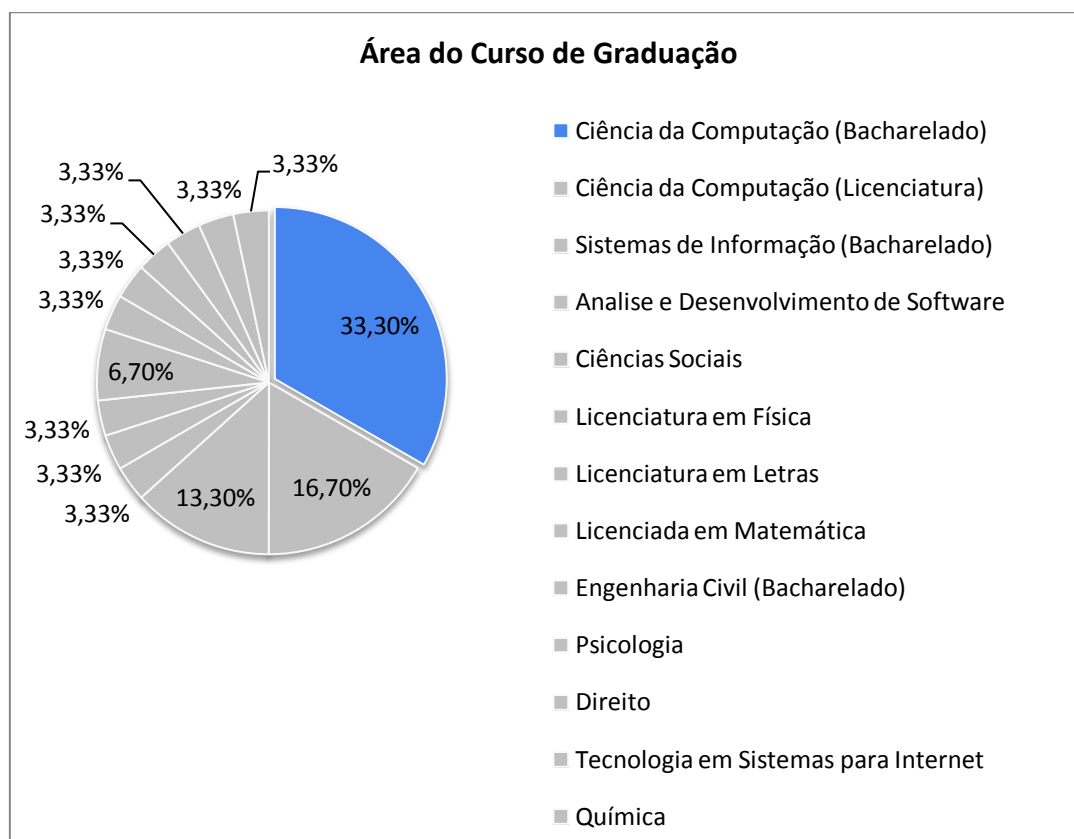


Figura 14. Curso superior dos tutores.

Quando questionados sobre o tipo de instituição de ensino superior em que cursaram a graduação, a maioria dos tutores, compreendendo 86,7%, afirmou ser de instituição pública, enquanto que 13,3% afirmaram ser de instituição privada.

A Seção a seguir apresenta os resultados relacionados à experiência docente dos tutores, bem como a sua atuação em outras atividades associadas ao ensino.

4.2.3 Experiência docente

A pesquisa buscou investigar dos tutores a experiência deles com a docência, inicialmente, em relação ao tempo dedicado à tutoria a distância. Acerca desse aspecto, a maioria dos tutores, cerca de 40%, respondeu ter um tempo de dois anos. Seguido de 30% que afirmou ter mais de três anos na função de tutor (a) à distância. Enquanto que 13% afirmaram estar há pelo menos três anos e 17%

há pelo menos um ano. A Figura 15 ilustra o percentual das respostas.

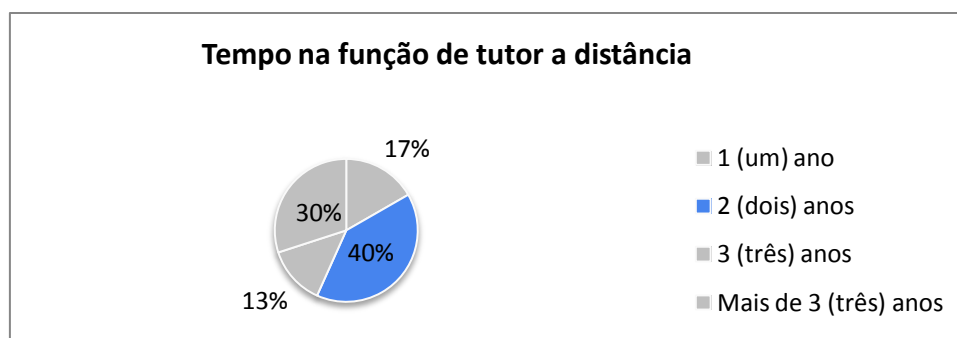


Figura 15. Tempo na função de tutor a distância.

Quando questionados sobre o tempo de atuação na tutoria do curso de Licenciatura em Computação a distância, 60% dos tutores afirmou estar há dois anos, enquanto que 20% afirmou estar há pelo menos um ano, 10% respondeu o período de três anos e outros 10% há mais de três anos, conforme ilustrado na Figura 16.

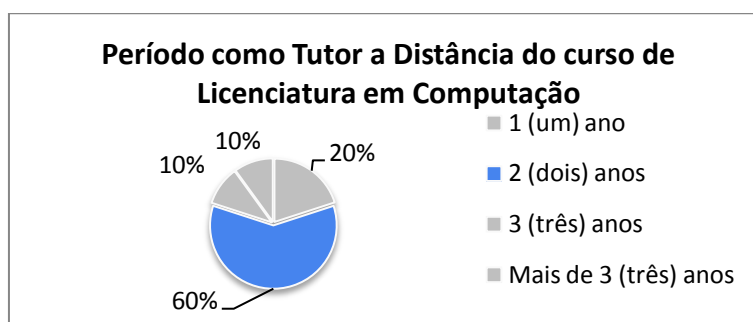


Figura 16. Tempo como tutor (a) a distância do curso de Licenciatura em Computação.

Em seguida, os tutores foram questionados sobre o motivo de escolha da atuação na tutoria a distância do curso em questão. Sobre esse quesito, a maioria, compreendendo 76,7% dos tutores, afirmou identificar-se com a docência, seguido de 63,3% que afirmou serem motivados pelo acúmulo de experiência e 50% que, atuando como tutores, acreditam estar ajudando os alunos da área, enquanto que 43,3% afirmaram que essa função tem relação com o seu curso de graduação e 33,3% responderam que foram motivados pela relação

estabelecida entre a tutoria e sua outra atividade profissional (Figura 17).

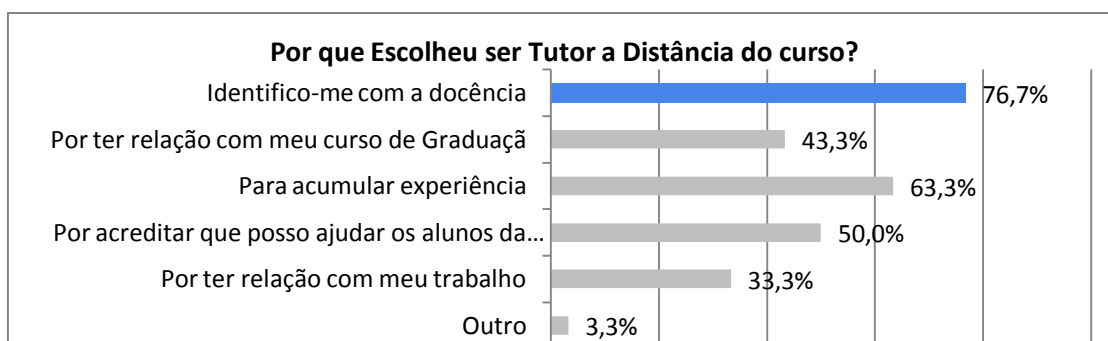


Figura 17. Período como tutor (a) a distância do curso de Licenciatura em Computação da UFPB Virtual.

Os tutores ainda foram indagados sobre as experiências relacionadas ao ensino além da tutoria. As respostas acerca desse item demonstraram que a grande maioria, compreendida em 76,7%, já possuía alguma experiência com ensino, quando que 23,3% afirmaram não possuir a experiência em questão. Foi verificado que 40% afirmaram ter atuado como professor de educação básica, 36,7% afirmou possuir experiência com docência no ensino superior e 33,3% que afirmou ter atuado no ensino de nível técnico (Figura 18).

Os resultados aqui expostos estão alinhados aos Referenciais de Qualidade para a Educação Superior a Distância do MEC (MEC, 2007, p.21), quando reconhece o tutor como: “[...] um dos sujeitos que participa ativamente da prática pedagógica. Suas atividades desenvolvidas a distância e/ou presencialmente devem contribuir para o desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem e para o acompanhamento e avaliação do projeto pedagógico”.

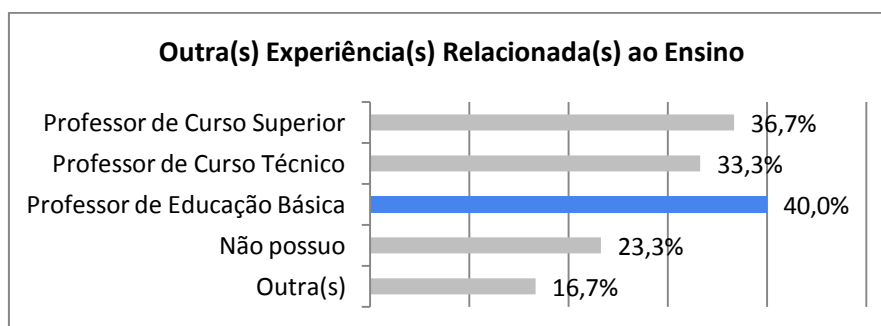


Figura 18. Outra(s) experiência(s) relacionada(s) ao ensino.

A Seção a seguir apresenta os resultados obtidos a partir do conhecimento sobre as preferências dos tutores para a tarefa de formação de grupos no contexto de aprendizagem a distância.

4.2.4 Preferências para a Formação de Grupos

Os tutores foram questionados sobre o desenvolvimento de situações de aprendizagem, em planejamento com os docentes das disciplinas em que atuavam, com os estudantes em grupos, o que permitiu verificar que vinte e cinco (25) tutores, representando 83,3%, afirmaram não ter realizado atividades com essa abordagem na disciplina em que atuavam, enquanto que apenas cinco (5) tutores, compreendendo 16,7%, disseram ter utilizado estratégias de aprendizagem em grupo (Tabela 3). Esse resultado, em particular, remete à reflexão acerca da inserção, cada vez mais necessária, da aprendizagem colaborativa na educação a distância. Considerar aspectos relacionados à utilização de grupos em ambiente virtuais de aprendizagem oportuniza o estímulo mútuo e melhoram o processo de aprendizagem na EaD (SADEGUI; KARDAN, 2015).

Em sua atuação como Tutor(a), já foram realizadas atividades da disciplina com os alunos em Grupos?		
	Quantidade	Porcentagem
Sim	5	16,7%
Não	25	83,3%

Tabela 3. Ocorrência de atividades em grupo.

Em relação aos tutores que utilizaram estratégias de formação de grupos de aprendizagem em suas turmas, eles foram questionados sobre quais critérios foram adotados para atribuir os estudantes em grupo. Os resultados evidenciam maior interesse por parte dos tutores para a formação dos grupos a partir da cidade onde se localiza o Polo presencial dos estudantes, ou seja, grupos homogêneos em relação ao Polo presencial, que foi citado nos comentários de cinco (5) tutores investigados (Quadro 7). Além

disso, verificou-se outros critérios de agrupamento utilizados pelos tutores, como a idade, a afinidade, a experiência e o nível de dificuldade e de interesse dos alunos para determinados conteúdos. A quantidade de membros também foi citada por um tutor, que afirmou utilizar grupos de tamanhos três e quatro, conforme Quadro 7.

Crítérios utilizados pelos tutores para formação de grupos na EaD	
Comentário(s)	Crítério(s) identificado(s)
"Que os alunos fossem do mesmo Polo."	Polo presencial.
"Os aprendentes foram incentivados a formar grupos de três ou quatro pessoas dentro dos Polos de apoio presencial, mas com a possibilidade de formação de grupos de pessoas que residiam numa mesma região, mas pertenciam a Polos diferentes."	Tamanho 3 ou 4; Polo presencial; Localização geográfica.
"O único critério estabelecido era que os alunos se dividissem para fazer as questões de uma lista. A lista tinha a quantidade de questões que o grupo possuía, então a ideia era que cada um fizesse uma questão, mas que se apoiassem entre si."	Não especificado.
"Dificuldades nas disciplinas; Interesse em estudar em grupo; Por pólo."	Nível de dificuldade; Interesse; Polo presencial.
"Bom, a única divisão em grupos realizada foi por pólos, mas para facilitar o trabalho dos tutores."	Polo presencial.
"Alunos ficaram a vontade para formar seus grupos de acordo com os Polos que eles estudavam."	Polo presencial.
"Por afinidade, por experiência, por idade."	Afinidade entre si; Experiência, Idade.
"Eu, particularmente, não formei nenhum grupo de alunos na disciplina que atuei como tutor. No entanto, creio que seja possível e o principal critério a ser utilizado seria a localização dos alunos."	Localização geográfica.
"Localidade."	Localização geográfica.

Quadro 7. Comentários dos tutores sobre os critérios utilizados para formar grupos.

A pesquisa permitiu identificar as dificuldades dos tutores para a formação dos grupos em sua experiência na disciplina. As respostas dos tutores demonstram que as maiores dificuldades estão em lidar com o desinteresse e a resistência dos alunos para o trabalho em grupo, bem como dificuldades de comunicação, interação e organização entre os pares. O Quadro 8 apresenta esses comentários.

Teve dificuldades para formar os Grupos? Quais dificuldades?	
Comentário(s)	Dificuldade(s) identificada(s)
"Os aprendentes resistiram ao máximo à formação dos grupos, principalmente devido aos seguintes fatores: dificuldade de comunicação entre os membros dos grupos; dificuldade de estabelecer uma interação virtual como alternativa ao encontro presencial; e dificuldade de organização de horários para encontros presenciais nos Polos."	Resistência dos alunos; Dificuldade de: comunicação, interação virtual, organização de horários.
"Noto que os alunos não tem muito interesse na interação com outros alunos. Talvez por conta das outras atribuições que as pessoas já tem."	Desinteresse; Dedicção a outras atividades.
"Alguns alunos não queriam participar"	Desinteresse.
"Os alunos não foram ativos na realização dos trabalhos em grupo."	Desinteresse.

Quadro 8. Comentários dos tutores sobre as dificuldades para formar os grupos.

Em seguida, os tutores foram questionados, na concepção deles, sobre como melhor aprendem os alunos. A maioria, compreendida em 90%, acreditam que utilizando ambas as abordagens de aprendizagem individual e em grupo os alunos podem apresentar melhores desempenhos de aprendizado, uma vez que consideram a melhoria da aprendizagem por múltiplas estratégias de ensino. Enquanto que 6,7% afirmaram que a aprendizagem em grupo é a melhor abordagem e apenas 3,3% afirmou que o aprendizado individual é certamente a melhor forma de aprender, conforme Figura 19.

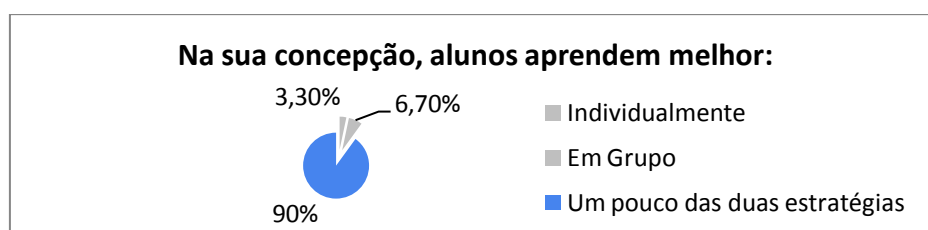


Figura 19. Opinião dos tutores sobre qual a melhor abordagem de aprendizagem na EaD.

O estudo colaborativo pode ter inúmeras vantagens. Primeiro, através do ensino recíproco (PALINCSAR; BROWN, 1984; ROSENSHINE; MEISTER, 1994), a troca de conhecimento é estabelecida mais fortemente; alunos mais experientes podem apoiar

os demais. Desse modo, acredita-se no trabalho em grupo para, efetivamente, potencializar o aprendizado e elevar a qualidade do processo educativo na EaD.

Quando questionados sobre a viabilidade da formação de grupos de aprendizagem como estratégia pedagógica para o estudo colaborativo na EAD, as respostas dos tutores possibilitaram verificar que eles acreditam ser viável criar grupos de alunos para o estudo colaborativo na EaD. A maioria dos tutores considera que o motivo para o interesse em criar grupos consiste na busca pelo aumento da interação entre os alunos, compreendido em 93,3% dos tutores, quando que 53,3% responderam que seria para trabalhar conceitos específicos da disciplina e 43,3% estão motivados para usar o estudo colaborativo para trabalhar com os alunos os conceitos gerais abordados na disciplina (Figura 20).

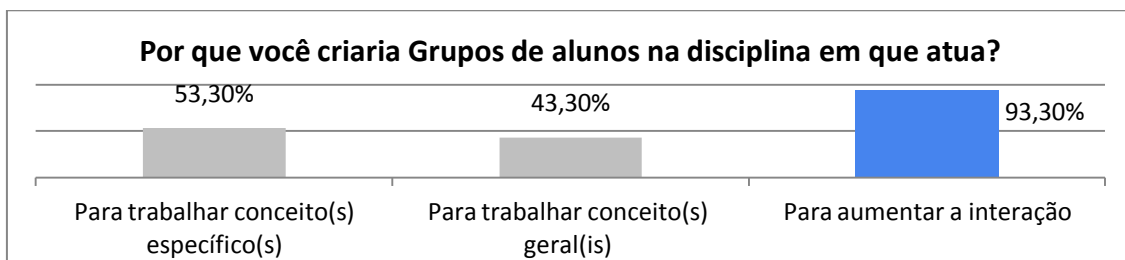


Figura 20. Motivação dos tutores para uso do trabalho em grupo.

Acerca da questão sobre quais as preferências que o tutor tem em relação ao tipo de agrupamento, a partir de uma lista de preferências, bem como sugestões do tutor, os resultados da pesquisa sugerem grupos por Polo, representado por 66,7% dos tutores, grupos por nível de conhecimento heterogêneo e grupos por nível de conhecimentos complementares, com porcentagem de 56,7% cada. O tipo de grupos por disponibilidade de horário foi citado por 50% dos tutores investigados, bem como o grupo formado por estilos de aprendizagem, citado por 30% dos tutores. Em menor quantidade, cerca de 20% tem preferência por grupos por nível de conhecimento homogêneo, seguido de 13,3% que optam por grupos

formados a partir da quantidade de participação nos fóruns do AVA e cerca de 10% citaram grupos de amigos, enquanto que 3,3% optam por grupos de não amigos, ou seja, os que não têm afinidade entre si, e 3,3% que optam por grupos formados por faixa etária (Figura 21).

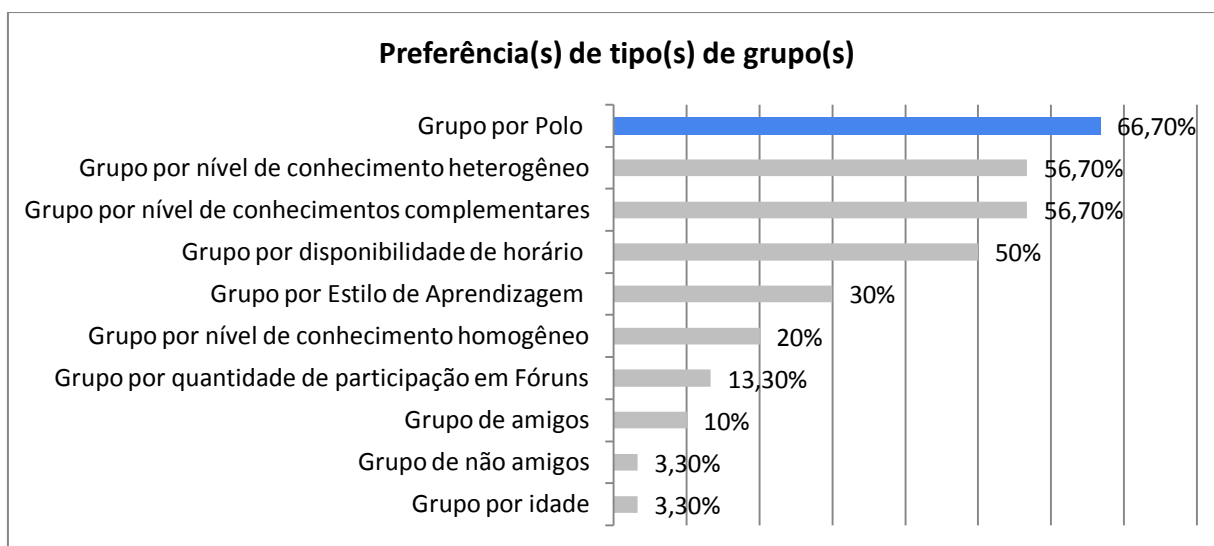


Figura 21. Preferências dos tutores em relação ao(s) tipo(s) de grupo(s).

Do ponto de vista da presença ou não de líder no grupo, a maioria, compreendida em 56,7%, afirmou que não há necessidade de ter um líder no grupo, enquanto que 36,7% que não descartaram o uso de líder no grupo e que grupos devem obrigatoriamente ter a presença de um líder. Outros 6,7% são indiferentes quanto a essa questão (Figura 22).

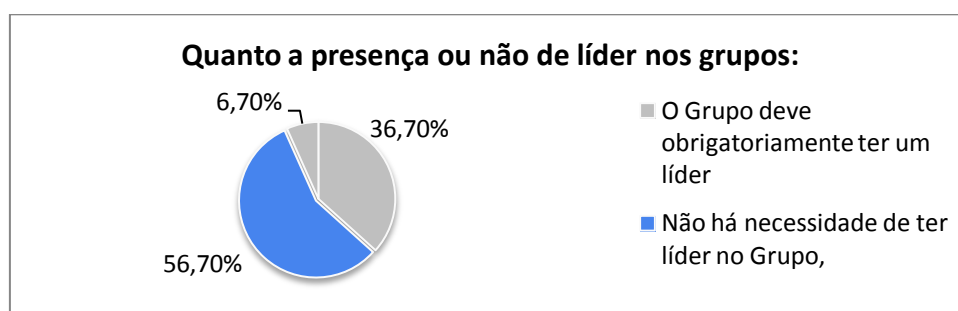


Figura 22. Preferências dos tutores em relação a presença ou não de líder no(s) grupo(s).

Em relação à quantidade de membros por grupo, a maioria dos tutores (46,7%) optou por ser quatro o tamanho do grupo, seguida

de 16,7% que optou por cinco o tamanho do grupo. Outros tutores optaram por oito membros (16,7%), seis membros (13,3%) e três membros por grupo (6,7%) para a formação de um grupo, conforme Figura 23.

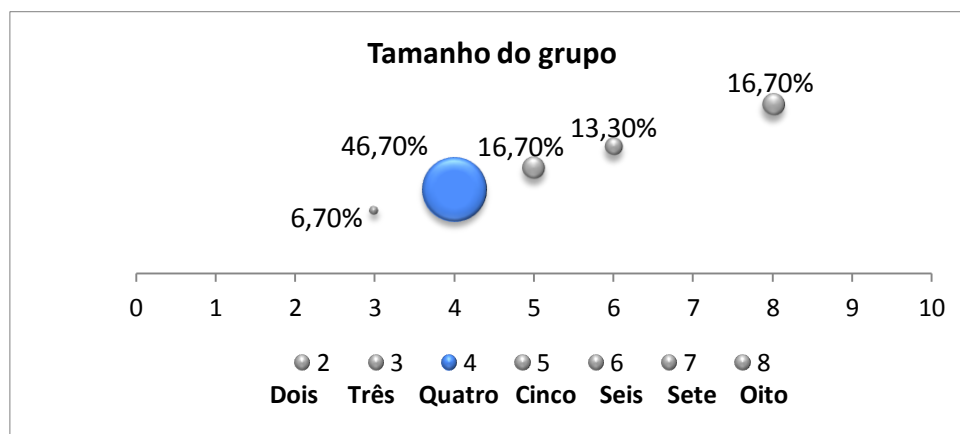


Figura 23. Preferências dos tutores em relação ao tamanho do(s) grupo(s).

Quanto à duração dos grupos, a maioria, cerca de 40%, acredita ser mais viável utilizar os mesmos grupos durante uma unidade de estudo da disciplina. Seguida de 26,7% dos tutores que consideram o período de formação do grupo ser adequado por um semestre letivo e uma atividade, cada. Enquanto que apenas 3,3% que optaram pela formação de um grupo ser a mesma durante todo o curso e outros 3,3% optam por outro período de tempo para a duração dos grupos, conforme Figura 24.

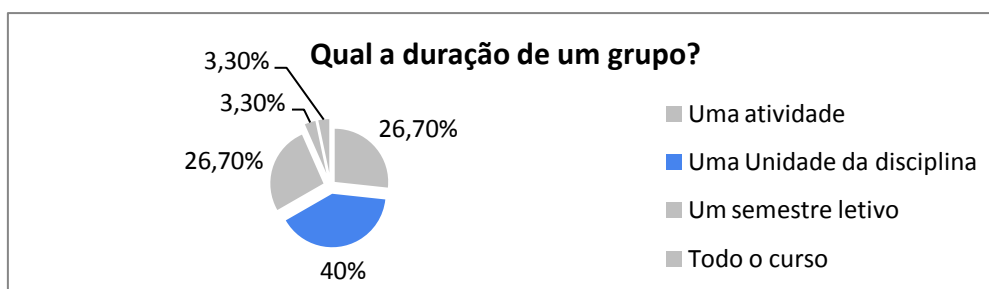


Figura 24. Preferências dos tutores em relação a duração do(s) grupo(s).

Os tutores participantes da pesquisa foram questionados ainda sobre quem deveria ser o responsável por criar os grupos. Em relação a esse item, a maioria, compreendida em 56,7%, afirma que os próprios alunos deveriam se autosselecionarem, enquanto que 46,7%

consideram ser de responsabilidade do professor e 40% responderam ser o tutor a distância o responsável para a tarefa de atribuir os estudantes em grupo. Por outro lado, 26,7% e 13,3% dos tutores consideram a escolha do tutor presencial e a formação aleatória, respectivamente, como sendo estratégias mais coerentes para essa tarefa (Figura 25).

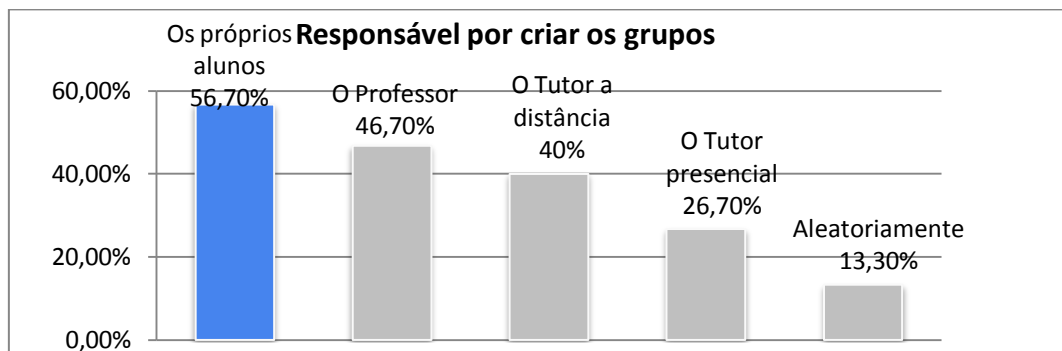


Figura 25. Responsável por criar os grupos.

Em síntese, o perfil do tutor a distância do curso de Licenciatura em Computação da UFPB compreende homens e mulheres com idades entre 25 e 35 anos, com formação acadêmica em nível de pós-graduação nas diversas áreas do conhecimento, sendo grande parte advinda de cursos na área da ciência da computação em instituições públicas, possuindo mais de dois anos de experiência com ensino, sobretudo na educação básica e no ensino superior, com atuação em atividades de tutoria, e que, familiarizados com a docência, buscam contribuir com o processo de aprendizagem e interação dos estudantes a partir da utilização de abordagens para formação de grupos colaborativos na educação a distância.

As preferências dos tutores sugerem que sejam criados grupos homogêneos por Polo presencial e grupos heterogêneos e complementares por nível de conhecimento, sendo dispensada a utilização de líderes nos grupos, estimando-se o tamanho do grupo em quatro membros, viabilizando situações de aprendizagem colaborativa durante cada unidade do componente curricular. A partir dessa abordagem, sob a ótica dos tutores, é possível estabelecer

situações de aprendizagem colaborativa capazes de elevar o desempenho dos estudantes do curso de Licenciatura em Computação a distância, conforme comentários no Quadro 9.

Comentários, sugestões sobre critérios, estratégias ou abordagens para Formação de Grupos de Aprendizagem na Educação a Distância
"Os grupos poderiam ser divididos por alunos de um mesmo Polo. Dessa forma, o encontro físico poderia ser facilitado. Mesmo sem o encontro, o fato de vivenciarem um ambiente comum pode ajudar na interação."
"os tutores poderiam ajudar no aperfeiçoamento dos grupos. Os tutores poderiam ser responsáveis por determinados grupos, assim os alunos se sentiriam mais próximos e talvez interagissem mais."
"Com certeza os grupos podem ajudar no aprendizado, mas na educação a distância o foco é mesmo individual."
"A grande dificuldade está em aumentar a participação dos alunos no AVA. Conseguindo isso, se pode trabalhar com conceitos de grupo de atividades utilizando, se possível, ferramentas do próprio AVA."
"Acredito que a melhor forma de interação entre os discentes seja por meio de grupos diversificados, onde possa haver o compartilhamento de conhecimentos."
"Os alunos podem iniciar o processo de formação dos grupos, no entanto o professor/tutores deverão mediar esse processo,"
"É necessária o envolvimento de todos. Acredito que a criação de grupos deva ser estimulada inicialmente pelo Professor e a estratégia de formação discutida com o Tutor a Distância."
"Acredito que seja importante criar grupos de estudos no ensino à distância."
"Gostaria de propor que o professor da disciplina, juntamente com os tutores presenciais, formassem grupos de alunos que pertencem a um mesmo Polo para que desenvolvam uma determinada atividade/unidade pontuada no Moodle."
"Apesar de nunca ter realizado atividades em grupos com os Aprendentes da disciplina, considero bastante pertinente essa ação para que haja mais estímulo aos Aprendentes durante o curso."
"Creio que no diálogo com os alunos no chat com data e hora marcada, poderia facilitar na construção desses grupos!!"

Quadro 9. Comentários dos tutores sobre sugestões para formação os grupos.

Com base nos resultados da pesquisa realizada com os tutores e nas abordagens encontradas na literatura (OAKLEY *et al.*, 2004; RUTHERFOORD, 2006; KULIK; KULIK, 1987; MUEHLENBROCK, 2006), verifica-se que há uma ampla diversidade de formas de agrupamento de estudantes a ser explorada.

As estratégias de formação de grupos encontradas na literatura e as preferências identificadas nessa pesquisa fundamentaram a definição da abordagem para formação de grupos utilizada nos experimentos descritos na Seção 4.3.

4.3 Agrupamento

4.3.1 Tipos de grupos

Várias abordagens na literatura buscam formar grupos colaborativos maximizando a diversidade (RUTHERFOORD, 2006; HUBSCHER, 2010), a homogeneidade entre estudantes (KULIK; KULIK, 1987; KARDAN; SADEGHI, 2014), ou criando grupos mistos, quando satisfaz critérios homogêneos e heterogêneos (ABNAR *et al.*, 2012; SADEGHI; KARDAN, 2015), utilizando uma ou mais características, as quais estão associados a informações educacionais ou fatores de aprendizagem.

Cada tipo de agrupamento possui seus propósitos e características específicas. Essas características compreendem informações pessoais dos alunos (MUEHLENBROCK, 2006; ABNAR *et al.*, 2012; JIN *et al.*, 2006; ZHANG *et al.*, 2007), nível de conhecimento prévio (ABNAR *et al.*, 2012; ANI *et al.*, 2010; DASCALU *et al.*, 2014; GRAF; BEKELE, 2006; LIN *et al.*, 2010; MORENO *et al.*, 2012; POLLALIS; MAVROMMATIS, 2009), nível de interesse em determinado assunto (DASCALU *et al.*, 2014; LIN *et al.*, 2010; ZAKEZEWSKA, 2009) e estilo de aprendizagem (ABNAR *et al.*, 2012; MONTAZER; REZAEI, 2013; ZAKEZEWSKA, 2009). Com base nas preferências dos tutores e nas abordagens encontradas na literatura, definiram-se três perfis de grupos (Quadro 10) para uso nos experimentos que serão descritos a seguir.

Perfil/atributo	Descrição
Grupos homogêneos por Polo	Estudantes selecionados por similaridade do Polo
Grupos heterogêneos por habilidade	Estudantes selecionados de acordo com diferentes níveis em uma habilidade em programação
Grupos complementares por habilidades	Estudantes selecionados de acordo com níveis complementares de habilidades em programação

Quadro 10. Perfis de agrupamentos.

4.3.2 Grupos homogêneos

Grupos homogêneos são organizados atribuindo estudantes por similaridade entre si, em relação a um ou mais critérios de agrupamento. A distância d entre dois estudantes x e y pode ser definida como a diferença entre suas características, conforme Equação 4, onde i representa uma dada características C para x e y .

$$d(x_i, y_i) = |Cx_i - Cy_i| \quad (4.)$$

Para obtenção de grupos homogêneos, o método heurístico busca minimizar a diferença entre pares de objetos dentro de um conjunto de dados. O objetivo de formar grupos homogêneos pode ser definido como sendo a menor diferença entre os pares de estudantes x e y entre todas as características C , conforme Equação 5 com i variando entre 1 e q características.

$$\text{minimize } d(x_i, y_i) = \sum_{1 \leq i \leq q} |Cx_i - Cy_i| \quad (5.)$$

4.3.3 Grupos heterogêneos

Grupos heterogêneos são grupos formados por estudantes o mais distintos possível entre si, em relação a um ou mais critérios de agrupamento. Um grupo por habilidades heterogêneas pode ser obtido buscando maximizar a distância entre as habilidades dos estudantes. Ao contrário do grupo homogêneo, a soma das diferenças entre os pares de estudantes x e y das características C é maximizada, conforme Equação 6 com i variando entre 1 e q características.

$$\text{maximize } d(x_i, y_i) = \sum_{1 \leq i \leq q} |Cx_i - Cy_i| \quad (6.)$$

O Algoritmo 1 descreve o procedimento utilizado na implementação da modelagem matemática para se obter grupos heterogêneos. O procedimento empregado pelo algoritmo utiliza a estratégia de calcular a distância entre dois objetos considerando a

maior distância entre um par de exemplos no conjunto de dados, alocando-os ao grupo que não tenha alcançado o tamanho máximo.

Algoritmo 1: Agrupamento heterogêneo

Entrada: conjunto de dados

2. **Repita**
 3. Calcular a distância máxima entre pares de objetos;
 4. Associar cada par de maior distância a um *cluster de tamanho 4*;
 5. **Até** não haver mais alteração na associação dos objetos aos clusters;
 6. Saída: *Clusters* de objetos
-

4.3.4 Grupos complementares

Grupo complementar pode ser definido como o agrupamento cujos membros se complementam em relação a habilidades distintas. Os estudantes deverão ser atribuídos ao grupo de forma que um apresente em uma dada habilidade um nível maior que o outro e que, este, apresente em uma habilidade distinta um nível maior que aquele.

Em termos matemáticos, um par de estudantes é considerado complementar quando a soma das diferenças entre x e y nas habilidades i e j , considerando $x > y$ em i e $x < y$ em j , com $i \neq j$, é maximizada, conforme descrito nas Equações 7 e 8.

$$\text{maximize } d(x, y) = |Cx_i - Cy_i| + |Cx_j - Cy_j| \quad (7.)$$

$$\max(x_i, y_i) = \begin{cases} x_i, & \text{se } \max(x_j, y_j) = y_j \\ y_i, & \text{se } \max(x_j, y_j) = x_j \end{cases} \quad (8.)$$

O Algoritmo 2 descreve o procedimento utilizado na implementação da modelagem matemática para obtenção de grupos complementares. Esse algoritmo utiliza a estratégia de calcular a distância entre dois objetos considerando a maior distância entre um par de exemplos, de maneira a garantir a complementaridade descrita na Equação 8. Após verificar se o par é complementar, o algoritmo aloca os objetos a um *cluster* disponível.

Algoritmo 2: Agrupamento de objetos complementares

1. Entrada: conjuntos de dados
2. **Repita**
3. Calcular a distância máxima entre pares de objetos;
4. Verificar se o par de objetos se complementa;
5. Associar cada par de maior distância a um *cluster de tamanho 4*;
6. **Até não haver mais alteração na associação dos objetos aos clusters**;
7. Saída: *Clusters* de objetos complementares

Ressalta-se que grupos complementares são formados por membros heterogêneos entre si, uma vez que se complementam em pares de atributos de agrupamento. Diferenciam-se do perfil de grupo heterogêneo ao garantir que o par de estudantes se complemente em relação ao nível de conhecimento em determinadas habilidades. Um exemplo é apresentado no Quadro 11:

Estudante	Habilidade		Distâncias complementares		
	A	B			
A1	8.0	3.0	D(A1, A2)=4	D(A1, A3)=9	D(A1, A4)=11
A2	7.0	6.0		D(A2, A3)=5	D(A2, A4)= 7
A3	5.0	9.0			D(A3, A4)= 2
A4	4.0	10.0	Par complementar de maior distância: [A1, A4]		

Quadro 11. Exemplo de pares complementares.

No exemplo ilustrado no Quadro 11, observa-se que o par complementar de maior distância é composto pelos estudantes A1 e A4. Com isso, esses estudantes podem compartilhar de um mesmo grupo com perfil complementar.

4.3.5 Experimento com grupos homogêneos

Para este experimento, utilizou-se o algoritmo k-médias implementado em Java e instanciando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade, conforme Equação 9.

$$d(x, y) = \sqrt{(\sum_{1 \leq i \leq q} ((Cxi - Cyi))^2)} \quad (9.)$$

Para garantir a compactação dos clusters, minimizando a variação dentro de um cluster e maximizando a variação entre os clusters, o K-médias busca minimizar o erro quadrático (Equação 10), onde $d(xi, \bar{y}^{(j)})$ é a distância euclidiana do valor da característica C de um dado objeto xi e o centróide $\bar{y}^{(j)}$, com j variando de 1 a k clusters.

$$E = \sum_{j=1}^k \sum_{xi \in C_j} d(xi, \bar{y}^{(j)}) \quad (10.)$$

Os passos do algoritmo K-médias é apresentado resumidamente no Algoritmo 3, onde a entrada é um conjunto de dados $M_{n \times d}$ e um valor para k clusters e a saída é uma partição de M em k clusters.

Algoritmo 3: k-médias

1. Posicionar aleatoriamente k centróides dos clusters, para os valores na matriz M
 2. **Repita**
 3. Associe cada ponto ao centróide mais próximo;
 4. Recalcular a posição dos k centróides;
 5. **Até não haver mais alteração na associação dos objetos aos clusters;**
-

Fonte: Retirado de FACELI *et al.* (2011).

Inicialmente se cria uma partição. Após isso, os objetos, ou instâncias, são movidos de um cluster para outro de forma a melhorar o valor do critério de agrupamento, como o erro quadrático, que garante a compactação dos clusters.

Após a execução do algoritmo, obteve-se grupos homogêneos (Quadro 12) considerando o Polo EAD como critério de agrupamento. Verificou-se, portanto, a dificuldade do k-médias em balancear os grupos para tamanhos uniformes. Verificou-se o cluster 0 com cinco membros, os clusters 1 e 2 com dois membros cada, clusters 3, 4 e 7 com quatro membros cada e cluster 6 com oito membros.

	Cluster 0	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6	Cluster 7
	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:
	004	007	024	030	031	021	002	025
	006	012	018	027	028	008	014	023
	009			022	010	001	020	017
	016			019	005		026	011
	032						029	
							003	
							013	
							015	
Tamanho:	5	2	2	4	4	3	8	4
Total de dados: 32; Valor de k: 8; Total de <i>clusters</i> alocados: 8								
Tamanho desejado por grupo: 4								

Quadro 12. Agrupamentos homogêneos em relação ao Polo EAD, turma PAC152.

4.3.6 Formulação do problema de restrição de tamanho

O conhecimento prévio do tamanho de cada *cluster* no agrupamento é uma informação bastante útil. No entanto, a maioria dos algoritmos de agrupamento de dados não dispõem de mecanismos efetivos para o uso dessa informação. Em casos onde não se conheça a priori o tamanho desejado, a pesquisa de (ZHU, 2010) sugere a flexibilização da restrição com a aproximação aos tamanhos desejados. No presente trabalho, como o tamanho exato dos *clusters* foi consultado na pesquisa com os tutores, foi possível utilizar a solução por restrição de tamanho dos *clusters* (ZHU, 2010).

A partição resultante da aplicação do algoritmo K-médias sobre o conjunto de dados, descrita na Seção 4.3.5, demonstra a dificuldade do algoritmo em gerar *clusters* balanceados, o que pode ser traduzido como um problema de restrição de tamanho. Esse problema é percebido quando os *clusters* resultantes apresentam valores extremos quanto à quantidade de objetos em cada grupo, observada no Quadro 12 com *clusters* de 2 e de 8 objetos. Assim, o uso de restrições de tamanho dos *clusters* é uma alternativa viável para evitar a geração de *outliers* no agrupamento, *clusters* aglomerados ou altamente desequilibrados (ZHU, 2010).

A partição mencionada pode ser representada na forma de matriz ixj , onde j é o número de objetos no conjunto de dados e i o número de *clusters*, dada conforme o exemplo da matriz A:

$$A = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

Na matriz A, em cada $aij \in \{1,0\}$, as linhas representam os *clusters*, onde cada objeto foi alocado, e as colunas representam os objetos dos dados. Assim, os elementos da matriz A possuem os seguintes valores:

$$A_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o objeto } j \text{ está no grupo } i \\ 0, & \text{se o objeto } j \text{ não está no grupo } i \end{cases}$$

A partir da matriz A, obtém-se a matriz Grupos que apresenta cada objeto e seu respectivo rótulo do *cluster* para o qual foi alocado. Assim, os objetos foram agrupados em dois *clusters*.

$$\text{Grupos} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 2 & 2 \end{vmatrix}$$

A restrição consiste em limitar o tamanho t para cada ocorrência de *cluster* i , que pode ser descrita da seguinte forma:

$$\sum_i a_{ij} \leq t, \text{ onde } j = 1, \dots, n \quad (11.)$$

E para garantir que o objeto esteja em um grupo apenas, a seguinte condição deve ser atendida:

$$\sum_j a_{ij} \leq 1, \text{ onde } i = 1, \dots, k \quad (12.)$$

Neste trabalho, para o experimento com grupos homogêneos por polo, considerou-se o tamanho $t = 4$, o número de objetos $n = 32$ e a quantidade de *clusters* como $k = 8$.

Após aplicação da solução proposta, verificou-se que a estratégia utilizada foi eficiente por realocar os objetos, presentes em grupos que excediam o tamanho desejado, para os grupos mais próximos, buscando mantê-los o mais homogêneos possível. O Quadro 13 apresenta os grupos após a movimentação do objeto 004 entre os *clusters* 0 e 1, e dos objetos 002, 014, 020 e 026, para os *clusters* 5, 2 e 1.

Grupos homogêneos por Polo								
	Cluster 0	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6	Cluster 7
	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:	Alunos:
	006	007	024	030	031	021	029	025
	009	012	018	027	028	008	003	023
	016	004	014	022	010	001	013	017
	032	026	020	019	005	002	015	011
Tamanho:	4	4	4	4	4	4	4	4
Total de dados: 32; Valor de k: 8; Total de <i>clusters</i> alocados: 8								
Tamanho desejado por grupo: 4								

Quadro 13. Agrupamentos homogêneos em relação ao Polo EAD com balanceamento de tamanho, turma PAC152.

4.3.7 Experimento com grupos heterogêneos

Para o experimento de formação de grupos heterogêneos foi utilizado o procedimento descrito no Algoritmo 1 implementando a medida de distância apresentada na Equação 6. A Tabela 4 apresenta os dados de 25 estudantes utilizados neste experimento, referentes ao nível de conhecimento na habilidade de Linguagem de Programação C desenvolvida na turma IP141.

Aluno																								
1	2	4	5	8	9	10	11	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	31	32
Nível de Conhecimento na Habilidade LPC																								
5,8	6,2	6,7	5	4,3	6,3	6,8	2,7	5,5	5,3	4,7	3,3	4,9	5,4	5,6	5,1	5,8	5,9	6,3	2,5	5,7	6,0	2,2	5,2	4,8

Tabela 4. Valores dos objetos utilizados no experimento com grupos heterogêneos.

O Quadro 14 apresenta os resultados com 6 grupos criados a partir do total de 25 objetos que representam valores de avaliações

Tabela 5. Valores dos objetos utilizados no experimento com grupos complementares.

O experimento utilizou o procedimento descrito no Algoritmo 2 implementando a medida de distância e propriedade apresentadas nas Equações 7 e 8. O Quadro 15 apresenta os resultados com 6 grupos criados a partir do total de 25 objetos.

Grupos complementares por habilidades em programação						
	Cluster 0 Alunos:	Cluster 1 Alunos:	Cluster 2 Alunos:	Cluster 3 Alunos:	Cluster 4 Alunos:	Cluster 5 Alunos:
	019	020	022	013	017	004
	029	028	026	015	018	009
	021	008	016	001	023	031
	032	011	025	002	024	005
						010
Tamanho:	4	4	4	4	4	5
Total de dados: 25; Total de <i>clusters</i> : 6; Tamanhos: 4 e 5						

Quadro 15. Agrupamentos complementares em relação aos níveis de conhecimento nas habilidades Linguagem de programação C e Estrutura de controle, turma IP141.

Verificou-se que o algoritmo foi eficiente por formar grupos de estudantes o mais complementar possível em relação às habilidades em Programação. Os pares de objetos mais complementares foram atribuídos aos primeiros grupos com tamanhos de até quatro membros. O tamanho do último grupo a ser alocado foi flexibilizado para um tamanho aproximado ao desejado, devido ao número ímpar do total de objetos.

4.4. Resultados do Estudo de Caso

4.4.1 Organização dos grupos

Os 32 alunos ativos na turma PAC152 foram organizados em 8 grupos, criados a partir da abordagem. O Quadro 16 mostra que os grupos possuem tamanho igual a três, que são os grupos 7 e 8, tamanho igual a quatro, correspondendo aos grupos 1,2,3 e 4, e com tamanho igual a 5, representado pelos grupos 5 e 6.

Grupo	Identificação do Aluno	Tamanho	Polo
1	7, 8, 9, 10	4	CAMPINA GRANDE

2	1, 2, 11, 12	4	ALAGOA GRANDE CONDE
3	3, 4, 5, 6	4	CABACEIRAS
4	13, 14, 15, 16	4	ESPLANADA
5	17, 18, 19, 20, 21	5	ITAPORANGA
6	22, 23, 24, 25, 26	5	JOAO PESSOA
7	27, 28, 29,	3	PARNAMIRIM
8	30, 31, 32	3	TAPEROA

Quadro 16. Organização dos grupos por tamanho.

Essa organização foi importante para garantir que os alunos se mantivessem trabalhando em grupo com colegas de Polos mais próximo possível. Ressalta-se que todos os alunos participantes concordaram com a disposição dos membros entre os grupos.

4.4.2 Quanto ao acesso

O acesso dos alunos aos recursos das atividades propostas, tanto a atividade individual quanto a atividade em grupo, foram importantes para fazer um comparativo do interesse e quanto à periodicidade de acesso.

As estatísticas de acesso à atividade individual proposta são apresentadas no gráfico ilustrado na Figura 28. Foram observados os acessos no período compreendido pelos dias em que a atividade esteve disponível para acesso e envio das respostas. Considera-se aqui a quantidade de acesso como a ação de visualização do recurso por usuário com perfil de estudante no Moodle.

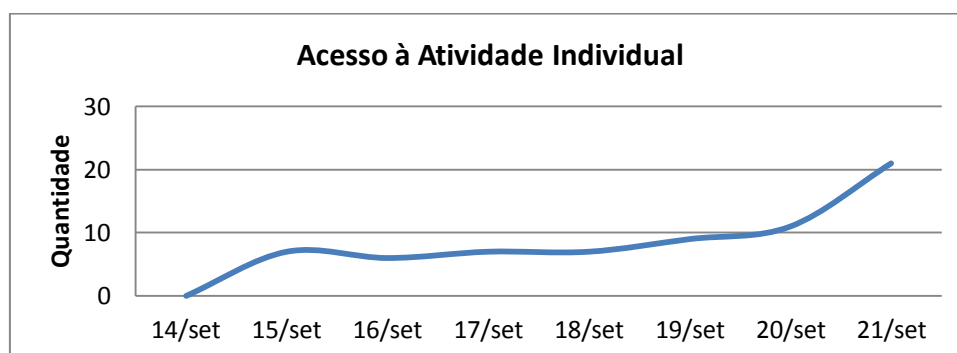


Figura 28. Quantidade de acessos dos participantes da atividade individual.

Os resultados mostram que no primeiro dia o acesso foi zero. Por outro lado, entre os dias 15 a 19 de setembro de 2015 o acesso foi quase que constante, obtendo, em média, 7 acessos por dia. Mas foi nos últimos dias do prazo da atividade que o acesso foi crescente, compreendendo os dias 19, 20 e 21, que obtiveram 9, 11 e 21 acessos, respectivamente.

É importante destacar que o resultado de acessos constante na atividade individual pode ser atribuído ao fato de constante acesso dos alunos naquele período, tendo em vista que foi realizada na metade do semestre letivo, quando comparado ao período de realização da atividade em grupo, que foi próximo ao final do semestre.

Já as estatísticas de acesso aos recursos da atividade proposta para desenvolvimento em grupo são apresentadas no gráfico ilustrado na Figura 29. Foram observados os acessos no período compreendido pelos dias em que a atividade esteve disponível para acesso e envio das respostas por cada membro dos grupos.

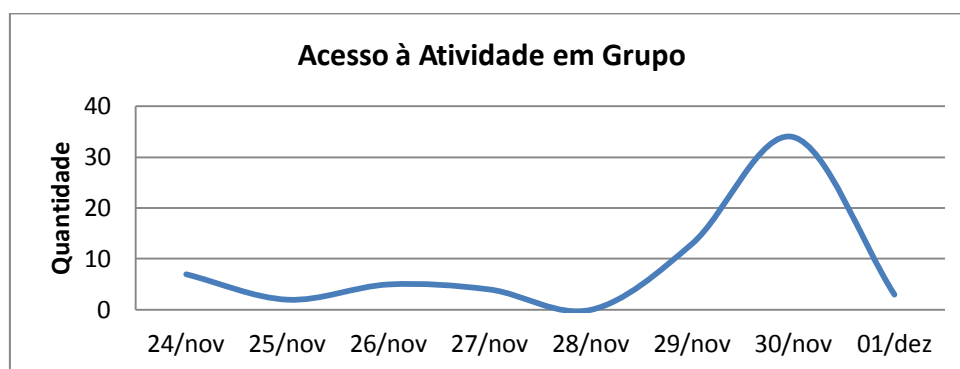


Figura 29. Quantidade de acessos dos participantes da atividade em grupo.

Os resultados mostram que o primeiro dia em que a atividade esteve disponível já ocorreu acessos de alunos, compreendendo 7 acessos. Já no período compreendido entre os dias 25 a 28 de novembro de 2015, os acessos tiveram uma queda, passando por 5, 4 e chegando a zero acesso no dia 28. No entanto, os acessos têm

uma alta nos últimos dias do prazo para término da atividade, compreendidos nos dias 29 e 30, correspondendo a 13 e 34 acessos diários, respectivamente. No último dia disponível para envio da resposta, dia 01 de dezembro, verificou-se três acessos.

Do ponto de vista do interesse, o maior número de acessos à atividade em grupo, chegando a 34 acessos em um dia, comprova o interesse para participação em atividades que estimulam a colaboração, conforme discutido na literatura. Por outro lado, é possível que esse resultado tenha sido influenciado pelo fato de a atividade em grupo demandar maior tempo online, caracterizado pela constante permanência dos alunos nas salas de chat.

A partir da análise do acesso em ambas as propostas, é possível afirmar que o estudante de Licenciatura em Computação a distância da UFPB apresenta um comportamento de aluno que faz tarefas próximo ao prazo final. Entretanto, quando desafiados ao trabalho em grupo, mostra-se motivado e disposto a reunir todos os colegas para cumprir, colaborativamente, as tarefas que lhes são dadas. Diante dessa nova postura, com disciplina, esforço e apropriação de comportamentos necessários à vida acadêmica, a colaboração possa ser utilizada, além da leitura e da escrita, como ferramenta para a efetiva aprendizagem.

4.4.3 Quanto à participação

A participação dos grupos foi quantificada pelo número de mensagens enviadas ao chat, observados os registros do sistema. O Quadro 17 resume a distribuição das mensagens, apresentando em termos de número de membros, número de participantes ativos, número de Seções abertas e número de mensagens enviadas, além da confirmação de envio da resposta.

Verificou-se que os grupos apresentaram diferentes participações. Os grupos 1, 2, 6, 7 e 8, por exemplo, obtiveram participação considerada mínima, com apenas um componente. Dentre esses, os grupos 2, 6 e 7 obtiveram envio de mensagem igual a zero, com exceção dos grupos 1 e 8, que enviaram uma e nove mensagens, respectivamente. Embora todos esses tenham enviado à plataforma a solução com a resposta da atividade, com exceção do grupo 6, que não enviou a resposta, não foi identificada a interação entre os componentes.

Por outro lado, os grupos 4 e 5 obtiveram participação de 3 e 4 membros ativos, respectivamente. Esses grupos, embora tenham aberto menos Seções de chat em comparação aos grupos 1, 3 e 8, foram os grupos que participaram e interagiram entre os colegas, tendo o grupo 4 enviado 73 mensagens ao chat e o grupo 5 registrado no chat 147 mensagens, finalizando em seguida com o envio da resposta do grupo.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº de membros	4	4	4	4	5	5	3	3
Nº de participantes ativos	1	1	2	3	4	1	1	1
Nº de sessões abertas	6	1	5	3	5	1	2	7
Nº de Mensagens	1	0	0	73	147	0	0	9
Envio da resposta	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim

Quadro 17. Análise quantitativa da participação por grupo.

A participação também foi observada a partir da análise do conteúdo das mensagens. Realizou-se leitura e análise dos textos contidos nas mensagens e, em seguida, interpretando-as e classificando-as quanto ao seu propósito: saudação, compartilhamento ou informação. Como forma de analisar o grau de interação, observou-se se havia correspondência dos demais componentes do grupo para cada mensagem com característica de dúvida. Os Quadros 18, 19, 20 e 21, mostram os resultados para os grupos 1, 4, 5 e 8, nesta ordem.

Os resultados mostram que o grupo 1 teve participação no chat de apenas um componente, sendo sua mensagem com teor de saudação, para a qual não foi correspondido (Quadro 18).

Grupo 1				
Aluno	Nº Msg	Classificação	Significado	Correspondido?
10	1	Saudação	Social	Não

Quadro 18. Análise quantitativa da participação por aluno – Grupo 1.

Da mesma forma, o grupo 8 teve a participação de apenas um de seus membros, tendo esse enviado duas mensagens com sentido de saudação, enviando, ainda, outras quatro mensagens com informação explicativa e três mensagens com teor de dúvida. Em todas elas, o aluno não obteve resposta dos outros componentes (Quadro 19).

Grupo 8				
Aluno	Nº Msg	Classificação	Significado	Correspondido?
30	1	Saudação	Social	Não
	2, 4, 7, 8	Informação	Explicativa	Não
	3, 6, 9	Informação	Dúvida	Não
	5	Saudação	Social	Não

Quadro 19. Análise quantitativa da participação por aluno – Grupo 8.

Em contrapartida, o grupo 4, com três membros participantes, apresentou um grau de interação razoável, pois, de um total de 73 mensagens postadas no chat, 16 dessas (22%) foram correspondidas por pelo menos uma mensagem dos demais componentes do grupo. Verificou-se ainda que um componente compartilhou material complementar, 9 mensagens foram classificadas como saudação, 18 mensagens são de cunho explicativo, 12 tinham sentido de confirmação, que pode ser traduzida como concordância ou discordância sobre determinado assunto, 8 mensagens com dúvidas, 11 com respostas em relação à solução da atividade e uma mensagem com ponto de vista (Quadro 20).

Grupo 4				
Aluno	Nº Msg	Classificação	Significado	Correspondido ?

16	01, 72, 73	Saudação	Social	Não
	02,05,25,28,30,31,33,35,49,50,61,64	Informação	Explicativa	Não
	06 a 07	Compartilhamento	Texto	Não
	08,10,32,52,56	Informação	Resposta	Não
	14,45,47,58	Informação	Explicativa	Sim
	22,38,40,44,54,67	Informação	Confirmação	Não
	24	Informação	Comentário	Não
15	29	Informação	Dúvida	Sim
	11,21	Informação	Dúvida	Não
	23	Saudação	Social	Não
	39	Informação	Confirmação	Não
	51	Informação	Dúvida	Sim
	53	Informação	Explicativa	Sim
13	57	Informação	Resposta	Não
	12	Saudação	Social	Não
	13	Informação	Dúvida	Não
	15,18,48,59,60	Informação	Confirmação	Não
	19	Informação	Ponto de vista	Sim
	20,71	Saudação	Social	Sim
	36, 37	Informação	Resposta	Sim
	41,42,55,66	Informação	Dúvida	Sim
	43	Informação	Explicativa	Não
	62,63,65	Informação	Resposta	Não
	67 a 70	Informação	Social	Não

Quadro 20. Análise quantitativa da participação por aluno – Grupo 4.

Numa perspectiva de maior interação, o grupo 5 apresentou os melhores resultados (Quadro 21), com 4 membros participantes ativos. Verificou-se que 37% das mensagens foram correspondidas, ou seja, obtiveram respostas dos outros membros do grupo. As mensagens com sentido de saudação foi observada em 16 mensagens postadas no chat. Verificou-se ainda que, em 18 mensagens foi observado conteúdo com teor explicativo sobre a atividade, 39 mensagens apresentaram conteúdo que dá sentido de confirmação, positiva ou negativa, 21 remetiam a dúvida, 23 apresentam respostas com solução da atividade proposta, 4 tinham conteúdo de orientação para desenvolvimento da atividade, uma mensagem apresentava a dificuldade de um aluno, que logo foi atendida, e duas mensagens remetiam ao prazo para envio da resposta.

Outro aspecto que chama a atenção na participação do grupo 5 é que um componente do grupo fez 6 chamadas com os nomes dos colegas, pedindo a participação ativa na tomada de decisão do problema. Da mesma forma, 5 mensagens consistiam do compartilhamento de materiais complementares (Quadro 21).

Aluno	Grupo 5			
	Nº Msg	Classificação	Significado	Correspondido ?
19	1,3,4,80,	Saudação,	Social,	Sim
	8,10,131	Informação	Resposta	Não
	82,83,84,96,102,103,104,134,138	Informação	Resposta	Não
	87,90,91,92,93,97,98,99,107,108,111,112,113,114,118,119,120,124,125,144	Informação	Confirmação	Não
	136	Informação	Dúvida	Sim
	146,147	Saudação,	Social,	
	2,5	Saudação	Social	Sim
21	14, 55,57,68	Informação	Resposta	Não
	17	Saudação	Social	Não
	24, 40,42,44,71,140	Informação	Confirmação	Não
	25, 73,76	Informação	Dúvida	Sim
	32,34,36,37,39, 126	Informação	Explicativa	Não
	64,65,109,110,	Informação	Orientação	Não
	127	Informação	Dificuldade	Sim
	6,79, 141,142,143,145	Saudação	Social	Sim
18	9,11, 13, 38,60,81,88,89,94, 100,101,105,106, 122,123,129	Informação	Dúvida	Sim
	7,12,45,115,132,139	Informação	Convocação	Sim
	50	Informação	Explicativa	Não
	41,47,48,49,52,58, 75,85,86,121	Informação	Confirmação	Não
	43,72,95,130,133, 135,137	Informação	Resposta	Não
	59,62,63	Compartilhamento	Link de site	Não
	116,117	Informação	Prazo	Não
	15,16,18	Saudação	Social	Sim

20	19,21,22,23,29,30,31,35,51,53,54	Informação	Explicativa	Sim
	26	Informação	Dúvida	Sim
	27,28	Compartilhamento	Link de site	Não
	77,78	Informação	Confirmação	Não

Quadro 21. Análise quantitativa da participação por aluno – Grupo 5.

4.4.4 Quanto ao desempenho

O desempenho dos 32 estudantes participantes foi analisado a partir da nota atribuída nas atividades individual e em grupo. Foram extraídas do Moodle as notas dos estudantes referentes às duas atividades. Os resultados são apresentados em gráficos nas Figuras 31 e 32, sendo ordenadas da menor para a maior nota.

Os resultados dos estudantes em atividade individual mostram que 53% correspondem ao número de alunos com nota igual a zero. Por outro lado, 15% obtiveram nota 6,0 e 3% obtiveram nota igual a 7,0. Com melhores resultados, 3% dos alunos alcançaram nota igual a 9,0, 19% obtiveram nota igual a 9,5 e apenas 3% alcançaram a nota máxima igual a Dez (Figura 30).

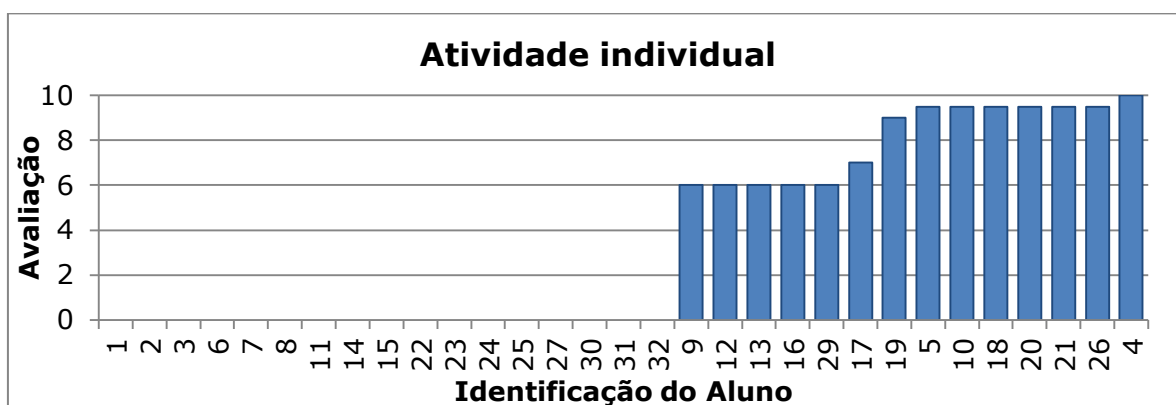


Figura 30. Desempenho dos estudantes em atividade individual.

Acerca da avaliação da atividade em grupo, os resultados mostram que o desempenho foi melhorado para 65,6% dos estudantes, pois, estes, tiveram aumento de nota. Em apenas 6,3% mantiveram a nota. Em relação à nota mínima, o número caiu para

25% com nota igual a zero. Em 12,5% foi verificada nota igual a 9,0. Quanto à nota máxima, 62,5% obtiveram nota igual a Dez (Figura 31).

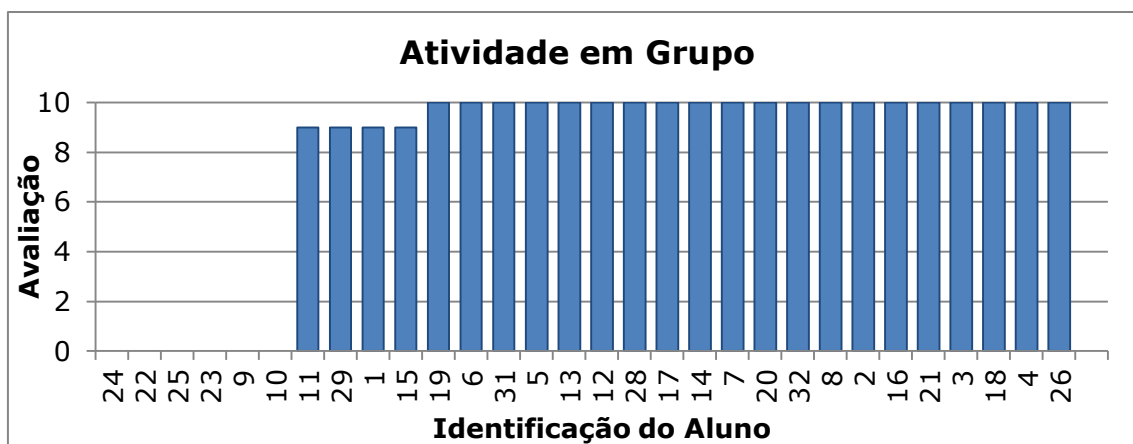


Figura 31. Desempenho dos estudantes em atividade em grupo.

Os resultados apresentados mostram que o desempenho dos alunos foi melhor quando em atividades realizadas em grupos, onde os colegas interagiram entre si e, mediante acordo sobre a solução do problema proposto, conseguiram estabelecer a sinergia necessária para o trabalho em grupo.

Esse resultado permite compreender que os alunos são em grande parte atraídos para atividades em grupo, o que lhes tem possibilitado melhor desempenho em atividades a distância mediadas pelo recurso de comunicação, como o chat.

Pretendeu-se com o presente estudo de caso desenvolver nos participantes as competências interpessoais fundamentais para o desenvolvimento da aprendizagem à distância, além das específicas ao conteúdo da disciplina.

6 CONCLUSÕES

Diferentemente dos tipos de grupos encontrados na literatura, propostos a atribuir estudantes para o trabalho colaborativo, os perfis de grupos especificados neste trabalho viabilizam uma maior abrangência das preferências e dos critérios para a formação de grupos de aprendizagem, tendo em vista serem fundamentadas nas experiências de professores mediadores da EaD.

A formação de grupos, baseada na obtenção das informações de estudantes na plataforma de ensino à distância, cuja imensidão de informações é, muitas vezes, desconhecida por seus usuários, pode ser uma alternativa para viabilizar e identificar as competências fundamentais para o trabalho em grupo. A abordagem definida possibilitou a diversificação dos tipos de grupos discutidos pela comunidade científico-acadêmica, especificamente em relação ao perfil de grupos complementares.

Identificar as características mais decisivas sobre os estudantes, definir critérios claros e objetivos e pensar situações de aprendizagem colaborativa pode ser um caminho para formar grupos efetivos do ponto de vista pedagógico e capaz de elevar o desempenho do aprendizado dos alunos através do trabalho em grupo.

Dentre os aspectos significativos desse estudo destacou-se o mapeamento sistemático, que teve por objetivo fornecer uma visão geral das abordagens e das estratégias sobre formação de grupos em *E-learning* e contribuir com temas de estudos futuros nessa área. A etapa de mapeamento sistemático aqui apresentada permitiu encontrar 29 (vinte e nove) trabalhos primários, entendidos como artigos científicos originais publicados em conferências e revistas relevantes na área. Essa quantidade deve-se ao fato de ser uma subárea bastante promissora e relativamente recente dentro da área

de formação de grupos de aprendizagem, conforme aumento gradativo das publicações nos últimos anos.

Os resultados do mapeamento sistemático evidenciam que diversas abordagens para formação de grupos podem contribuir para a aprendizagem colaborativa em *E-Learning*, haja vista as múltiplas formas de interação e as variadas combinações de características dos alunos encontradas a partir da análise do contexto das interações. Dado, também, o fato de que a grande maioria dos estudos se preocupa em analisar as interações de estudantes por meio de pelo menos um recurso de comunicação presente em ambientes virtuais de aprendizagem.

Evidencia-se ainda que as publicações na área tenham se dedicado a mineração de dados educacionais para extrair informações peculiares do comportamento dos alunos em colaboração. E que as possibilidades de tipos de grupos associadas ao uso de algoritmo de agrupamento podem auxiliar professores na tarefa de seleção dos alunos e de otimização de grupos, especialmente em *E-learning*.

Os perfis de grupos descritos neste estudo apresentam-se como uma ferramenta para apoiar o professor no processo de criação de grupos. Os grupos criados nos experimentos de agrupamento consistiram em sugestões que dão suporte a novos estudos com dados educacionais. O uso de restrição de tamanho de grupo como solução para a dificuldade de balanceamento do algoritmo K-médias se mostrou eficaz para formar grupos uniformes.

Os resultados do estudo de caso com grupos homogêneos, analisados a partir do desempenho dos estudantes em grupo, evidenciam a importância da aprendizagem colaborativa no contexto da Educação a Distância. A configuração dos grupos homogêneos por Polo contribuiu para o estímulo à participação, interação e dedicação

dos estudantes, bem como para o compartilhamento de informações e de materiais durante a atividade *online*.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar os critérios para obtenção de novos tipos de grupos, incluir novos critérios de restrição que podem ser aplicados ao domínio em estudo e realizar novos experimentos. Finalmente, é também de interesse modelar uma interface de *software* com os perfis de grupos estudados para facilitar o processo de atribuição automática dos grupos por professores e tutores de cursos na modalidade à distância.

REFERÊNCIAS

ABNAR, S.; OROOJI, F.; TAGHIYAREH, F. An Evolutionary Algorithm for Forming Mixed Groups of Learners in Web Based Collaborative Learning Environments. In: PROCEEDINGS OF THE IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE TECHNOLOGY ENHANCED EDUCATION (ICTEE), Amritapuri, Kerala, Índia, p. 1-6, 2012.

ALANDEOM, W.; OLIVEIRA, T.; SADLER, D. Interactive Patterns and Conceptual Convergence During Student Collaborations in Science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 45, n.5, p. 634-658, 2008.

ALCANTÂRA, P. R.; LEITE, C. L. K. A aprendizagem colaborativa na educação a distância on-line. In: CONGRESSO ABED, Anais...cidade: lugar, 2005. P.

ALFONSECA, E.; CARRO, R. M.; MARTÍN, E.; ORTIGOSA, A.; PAREDES, P. The impact of learning styles on student grouping for collaborative learning: a case study. **User Model User-Adap Inter**, v.16, p.377-401, 2006.

ANI, Z. C.; YASIN, A.; HUSIN, M. Z.; HAMID, Z. A. A method for group formation using genetic algorithm. **International Journal on Computer Science and Engineering**, V.9, n. 2, p. 3060-3064, 2010.

ANKERST, M.; BREUNIG, M.M.; Kriegel, H.-P.; Sander, J. OPTICS: Ordering Points to Identify the Clustering Structure," *Sigmod*, p. 49-60, 1999.

ATUTOR (2016). Disponível em:<<http://www.atutor.ca/>>. Acesso em: 10/04/2016.

BLACKBOARD (2016). Disponível em:<<http://blackboard.grupoa.com.br/>>. Acesso em: 10/04/2016.

BRAUER, S.; SCHMIDT, T. C.; BRAUER, S.; Schmidt, T. C.; Group Formation in e Learning-enabled Online Social Networks. In: PROCEEDINGS OF THE IEEE CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION (CEC 2015), Sendai, Japão, p. 3296-3304, 2015.

BRITO, J. A.; MELO FILHO, I. J.; CARVALHO, R. S.; MELO, R. M. ; Gomes, A. S. Interfaces colaborativas para atividades assíncronas em fórum de discussão. In: XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - XVII WIE, Aracajú, Sergipe, Brasil, p. 876-879, 2011.

CANAVEZ, K. R. Competências do tutor na EaD: a prática da tutoria e sua relação com os aspectos psico-afetivo-sociais dos alunos. **Educ. a Distância**, Batatais, v. 4, n. 1, p. 173-208, 2014.

CHAPMAN, K. J.; MEUTER, M.; TOY, D.; Wright, L. Can't We Pick Our Own Groups? The Influence of Group Selection Method on Group Dynamics and Outcomes. **Management Education**, V.30, n.4, p. 557-569, 2006.

COCEA, M.; MAGOULAS, G. D.; User behaviour-driven group formation through case-based reasoning and clustering. *Expert Systems with Applications*, v.39, p. 8756-8768, 2012.

COSTAGUTA, R.; MENINI, M. L. A.; An Assistant Agent for Group Formation in CSCL based on Student Learning Styles. In: PROCEEDINGS OF THE 7TH EURO AMERICAN CONFERENCE ON TELEMATICS AND INFORMATION SYSTEMS (EATIS '14), Valparaiso, Chile, p. 1-24, 2014.

CRAIG, M.; HORTON, D.; PITT, F.; Forming Reasonably Optimal Groups (FROG). In Proceedings of the 16th ACM International Conference on Supporting Group Work, Sanibel, Flórida, USA, p.141-150, 2010.

DARADOUMIS, T.; GUITERT, M.; GIMÉNEZ, F.; MARQUÈS, J.M.; LLORET, T.; Supporting the Composition of Effective Virtual Groups for Collaborative Learning. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN EDUCATION (ICCE'02), Palmerston, Auckland, Nova Zelândia, p. 332-336, 2002.

DASCALU, M. I., BODEA, C. N., LYTRAS, M., DE PABLOS, P. O., & BURLACU, A. Improving e-learning communities through optimal composition of multidisciplinary learning groups. **Computers in Human Behavior**. V. 30, 362–371, 2014.

DILLENBOURG, P. What do you mean by collaborative learning? In: P. Dillenbourg (ed.), Collaborative learning: Cognitive and computational approaches, p. 1-16, **Elsevier Science**, Amsterdam, Holanda. 1999.

DOKEOS. Disponível em:<<http://www.dokeos.com/>>. Acesso em: 10/04/2016.

Duda, R.O.; HART, P.E.; STORK, D.G. 2001. Pattern Classification. John Wiley & Sons.

DUQUE, R. .; PÉREZ, D. G.; REYES, A. N.; Crescencio Bravo Analyzing collaboration and interaction in learning environments. **Computers in Human Behavior**, v. 47, p. 42–49, 2015.

E-PROINFO (2016). Disponível em:<<http://e-proinfo.mec.gov.br/>>. Acesso em: 10/04/2016.

ERKENS, G.; PRANGSMA, M.; JASPERS, J. Plannig and Coordinating Activities in Collaborative Learning.NJ, 2006.

FACELI, K.; LORENA, A.C.; GAMA, J.; DE CARVALHO, A.C.P.L.F.: Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina. LTC (2011).

FARIA, E. S. J. ; ADÁN-COELLO, J. M.; YAMANAKA, K.; Forming Groups for Collaborative Learning in Introductory Computer Programming Courses Based on Students' Programming Styles: An Empirical Study. In: PROCEEDINGS OF THE 36TH FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, San Diego, California, EUA, p. 6-11, 2006.

GRAF, S.; BEKELE, R. Forming heterogeneous groups for intelligent collaborative learning systems with ant colony optimization. In: Ikeda,v; Ashley, K. D.; Chan, T.-W. (Eds.). Proceedings of the 8th international conference on intelligent tutoring systems: Lecture notes in computer science, V. 4053, pp. 217–226). Jhongli, Taiwan: Springer.

GUHA, S.; RASTOGI, R.; SHIM, K.; ROCK: A Robust Clustering Algorithm for Categorical Attributes, PROC. 15TH INT'L CONF. DATA ENG., IEEE CS PRESS, LOS ALAMITOS, Calif., 1999, p. 512-521.

H.-H. Bock: Clustering methods: a history of k-means algorithms. In: P. Brito *et al.* (eds.): Selected contributions in data analysis and classification. Springer Verlag, Heidelberg, 2007, 161-172.

HENRY, T. R. Creating Effective Student Groups: An Introduction to groupformation.org. In: PROCEEDING OF THE 44TH ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, Denver, Colorado, USA, p. 645- 650, 2013.

HIH LIN, Y. S.; CHANG, Y.C.; CHU, C.P. Novel Approach to Facilitating Tradeoff Multi-Objective Grouping Optimization. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v.99, P.1-14, 2015.

HO, T.-F.; SHYU, S. J.; WANG, F.-H.; LI, C.T.-J. Composing High-heterogeneous and High-interaction Groups in Collaborative Learning with Particle Swarm Optimization. In: PROCEEDINGS OF THE WORLD CONGRESS ON COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION

ENGINEERING, (CSIE '09), Wilshire Grand Los Angeles, Los Angeles, USA, p. 607-611, 2009.

HUBSCHER, R. Assigning Students to Groups Using General and Context-Specific Criteria. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v.3, n. 3, p. 178- 189, 2010.

INABA, A.T.; SUPNITHI, M.; IKEDA, R.; MIZOGUCHI, J. Toyoda, How Can We Form Effective Collaborative Learning Groups? In: PROCEEDINGS OF THE 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, Montreal, Canadá, páginas 282–291, 2000.

ISOTANI, S.; INABA, A.; IKEDA, M.; MIZOGUCHI, R. An ontology engineering approach to the realization of theory-driven group formation. *Computer-Supported Collaborative Learning*, v.4, p. 445–478, 2009.

ITUTORLS (2016). Disponível em: <<http://www.itutorls.com/>>. Acesso em: 10/04/2016.

JAGADISH, D. Grouping in Collaborative E-Learning Environment Based On Interaction among Students. In: PROCEEDINGS OF THE IEEE-INTERNATIONAL CONFERENCE ON RECENT TRENDS IN INFORMATION TECHNOLOGY (ICRTIT 2014), Chennai, India, p. 1-5, 2014.

JAIN, A.K.; DUBES, R.C. *Algorithms for Clustering Data*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988.

JIN, D.; QINGHUA, Z.; JIAO, D.; ZHIYONG, G. A method for learner grouping based on personality clustering. In: PROCEEDINGS OF THE 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK IN DESIGN. Nanjing, China: IEEE. p. 1–6, 2006.

JOSUÉ NETO, M. B.; GOMES, A. S.; AQUINO JÚNIOR, I. J. S. Representação das Atividades Sociais em Ambientes CSCL Utilizando Mecanismos de Percepção. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE - Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, p. 265-275, 2005.

JULIAN R. BETTS AND JAMIE L. SHKOLNIK. Key difficulties in identifying the effects of ability grouping on student achievement, **Economics of Education Review**, V.19, n.1, p. 21-26, 1999.

KARYPIS, G.; HAN, E.; KUMAR, V.; Chameleon: Hierarchical clustering using dynamic modeling, **IEEE Computer**, v. 32, n. 8, p. 68-75, 1999.

KULIK, J.A.; KULIK, C.L.C. Effects of Ability Grouping on Student Achievement, Equity and Excellence, v. 23, p. 22-30, 1987.

LIN, Y. T.; HUANG, Y. H.; CHENG, S. C. An automatic group composition system for composing collaborative learning groups using enhanced particle swarm optimization. *Computers & Education*, v.55, n.4, p. 1483-1493, 2010.

LIU, S.; JOY, M.; GRIFFITHS, N.; An Exploratory Study on Group Formation Based on Learning Styles. In *Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, (ICALT), HaiDian, Beijing, China, p. 95-99, 2013.

LOPES FILHO, J. A. B. ; QUARTO, C. C .; Clustering Algorithm for the Socio-affective Groups Formation in Aid of Computer Supported Collaborative Learning. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS COLABORATIVOS, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, P. 24-27, 2010.

MAHENTHIRAN, S.; P. J. ROUSE, The Impact of Group Selection on Student Performance and Satisfaction. **Educational Management**, v. 14, n. 6, p. 255-265, 2000.

MATTAR, N. F. (2001). Pesquisa de Marketing. São Paulo: 3. ed. Atlas.

MEC, Ministério da Educação. Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância, 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>>

MENDES, V. O trabalho do tutor em uma instituição pública de ensino superior. **Educação em Revista**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 02, p. 103-132, jun. 2012.

MITCHELL, T. – Machine Learning. McGraw Hill, 1997.

MOODLE (2016). Disponível em:<<https://moodle.org/>>. Acesso em: 10/04/2016.

MORENO, J.; OVALLE, D. A.; VICARI, R. M.; A genetic algorithm approach for group formation in collaborative learning considering multiple student characteristics. **Computers & Education**, V. 58, p. 560-569, 2012.

MUEHLENBROCK, M. Learning Group Formation Based on Learner Profile and Context, International Journal on E-Learning, v.5, n.1, p.19-24, 2006.

MUJKANOVIC, A. D.; LOWE, K.; WILLEY, C. Guet, Unsupervised Learning Algorithm for Adaptive Group Formation: Collaborative Learning Support in Remotely Accessible Laboratories. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SOCIETY (I-SOCIETY 2012), London, United Kingdom, p. 50-57, 2012.

NIPPER, S. Third generation distance learning and computer conferencing. In: Mason, R.;Kaye, A. (Org.), **MINDWAVE: Communication, Computers and Distance Education**. Oxford: Pergamon Press, p. 63-73, 1989.

OAKLEY, B., FELDER, R.M., BRENT, R., ELHAJJ, I. Turning Student Groups into Effective Teams, J. **Student Centered Learning**, v. 2, n. 1, p. 8-33, 2004.

OUNNAS, A.; MILLARD, D. E.; DAVIS, H. C.; A Metrics Framework for Evaluating Group Formation. In: PROCEEDINGS OF THE 14TH ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUPPORTING GROUP WORK, Sanibel Island, Florida, USA, p. 221-224, 2007.

PALINCSAR, A.S.; BROWN, A. L.; Reciprocal Teaching of Comprehension-Fostering and Comprehension-Monitoring Activities. **Cognition And Instruction**, V1, n. 2, p.117-175, 1984.

PALOFF, R.; PRATT, K. **Construindo comunidades de aprendizagem no ciberespaço: estratégias eficientes para a sala de aula on-line**. Porto Alegre: ARTMED, 2002.

PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M.; Systematic mapping studies in software engineering. In: XII INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING, p. 68-77, 2008.

POLLALIS, Y. A.; MAVROMMATIS, G. Using similarity measures for collaborating groups formation: A model for distance learning environments. *European Journal of Operational Research*, v.193, n.2, p. 626–636, 2009.

POLLALIS, Y. A.; MAVROMMATIS, G. Using similarity measures for collaborating groups formation: A model for distance learning

environments. **European Journal of Operational Research**, v. 193, n.2, 626–636, 2009.

PRADO, M. E. B. B. A Mediação Pedagógica: suas relações e interdependências. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE - Brasília, DF, 2006.

R. D. Medina, A. N. Reyes, D. G. Pérez, C. B. Santos, A method to form learners groups in computer-supported collaborative learning systems. In: PROCEEDINGS OF THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGICAL ECOSYSTEM FOR ENHANCING MULTICULTURALITY, Salamanca, Espanha, p.261- 262, 2013.

RAMOS, J. L. C.; RODRIGUES, R. L.; SILVA, J. C. S.; GOMES, A. S. Analisando Fatores que Afetam o Desempenho de Estudantes Iniciantes em um Curso a Distância. In: XXV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE) Dourados-MS, 2014.

ROMERO, C.; VENTURA S.; SALCINES, E. "Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial", **Comput. Educ.**, v. 51, n. 1, p. 368-384, 2008.

ROSCHELLE, J.; TEASLEY, S.; The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In: O'Malley, C.E., (ed.), Computer Supported Collaborative Learning, p. 69-97, Springer-Verlag, Heidelberg, Alemanha, 1995.

ROSENSHINE, B. ; x MEISTER, B.; Reciprocal Teaching: A Review of the Research. **Rev. of Educational Research**, V.64, n.4, p. 479-530, 1994.

RUBENS, N.; VILENIUS, M.; OKAMOTO, T. Automatic Group Formation for Informal Collaborative Learning. In: PROCEEDINGS OF THE IEEE/WIC/ACM INTERNATIONAL JOINT CONFERENCES ON WEB

INTELLIGENCE AND INTELLIGENT AGENT TECHNOLOGIES (WI-IAT '09), Milão, Itália, p. 231- 234, 2009.

RUMRILL, P. D.; FITZGERALD, S. M.; Speaking of research: Using narrative literature reviews to build a scientific knowledge base. Work: **A Journal of Prevention, Assessment, and Rehabilitation**, V.16, n. 2, p. 165-170, 2001.

RUTHERFOORD, R.H. Using Personality Inventories to Form Teams for Class Projects: A Case Study, Proc. Seventh Conf. **Information Technology Education** (SIGITE '06), pp. 9-14, 2006.

SABA (2016). Disponível em:<<https://www.saba.com/mx/>>. Acesso em: 10/04/2016.

SADEGHI, H. .; KARDAN, A. A.; A novel justice-based linear model for optimal learner group formation in computer-supported collaborative learning environments. *Computers in Human Behavior*, v.48, p.436-447, 2015.

SANTOS L. N.; CASTRO JR. A. N.; CASTRO T. H. C. Alteração no Modelo de Grupos do Moodle para Apoiar a Colaboração. In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE - São Paulo – SP, 2007.

SOUTO, M.C.P., LORENA, A.C., DELBEM, A.C.B. E DE CARVALHO, A.C.P.L.F. Técnicas de Aprendizado de Máquina para Problemas de Biologia Molecular. In: III JORNADA DE DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, p. 103–152. Editora SBC.

SRBA, I.; BIELIKOVA, M.; Dynamic Group Formation As An Approach To Collaborative Learning Support. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v.8 n.2, p. 173- 186, 2015.

STAHL, G.; KOSCHMANN, T.; SUTHERS, D. Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. 2006. Disponível em:

<http://gerrystahl.net/cscl/CSCL_English.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.

TELEDUC (2016). Disponível em: <<http://www.teleduc.org.br/>>. Acesso em: 10/04/2016.

Ullmann, M. R. D.; Ferreira, D. J.; Camilo-Junior, C. G.; Caetano, S. S.; Assis, L. Formation of Learning Groups in cMoocs Using Particle Swarm Optimization. In: PROCEEDINGS OF THE IEEE CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION (CEC 2015), Sendai, Japão, p. 3296-3304, 2015.

WESSNER, M.; PFISTER, H. R. Group Formation in Computer Supported Collaborative Learning. In: PROCEEDINGS OF THE 2001 INTERNATIONAL ACM SIGGROUP CONFERENCE ON SUPPORTING GROUP WORK, Boulder, Colorado, USA, páginas 24-31, 2001.

Zakrzewska, D. Cluster analysis in personalized e-learning systems. In N. T. Nguyen & E. Szczerbicki (Eds.). **Intelligent systems for knowledge management, studies in computational intelligence** . Heidelberg, Germany: Springer, v. 252, p. 229–250. 2009

ZHANG, K.; CUI, L.; WANG, H.; SUI, Q. An improvement of matrix-based clustering method for grouping learners in e-learning. In Proceedings of the 11th international conference on computer supported cooperative work in design. Melbourne, Australia: IEEE. p. 1010–1015, 2007.

ZHENG, Z.; PINKWART, N. Discrete Particle Swarm Optimization Approach to Compose Heterogeneous Learning Groups. In: PROCEEDINGS OF THE 15TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES (ICALT), Atenas, Grécia, p. 49-51, 2014.

ZHU, S.; WANG, D.; LI, T. "Data clustering with size constraints," Knowledge-Based Systems, v. 23, n. 8, p. 883-889, 2010.