



Programa de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Mestrado Acadêmico

Gerson Adriano Marques

Um modelo de Sistema de Recomendação de atividades complementares para capacitação profissional do aluno de graduação

São Leopoldo, 2022

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA
NÍVEL MESTRADO**

GERSON ADRIANO MARQUES

GRADUATION MENTORING RECOMMENDER

**Um modelo de Sistema de Recomendação de atividades complementares para
capacitação profissional do aluno de graduação**

São Leopoldo

2022

GERSON ADRIANO MARQUES

GRADUATION MENTORING RECOMMENDER

**Um modelo de Sistema de Recomendação de atividades complementares para
capacitação profissional do aluno de graduação**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ou Doutor em Computação Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientador(a): Prof. Dr. Sandro J. Rigo

Coorientadora: Prof. Dr.^a Isa M. da R. Alves

São Leopoldo

2022

M357g Marques, Gerson Adriano.
Graduation Mentoring Recommender : um modelo de sistema de recomendação de atividades complementares para capacitação profissional do aluno de graduação / por Gerson Adriano Marques. – 2022.
121 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, São Leopoldo, RS, 2022.
Orientador(a): Dr. Sandro J. Rigo.
Coorientadora: Dr.^a Isa M. da R. Alves.

1. Sistemas de recomendação. 2. Educação. 3. Percurso formativo. 4. Graduação. 5. Atividades complementares.
I. Título.

CDU: 004.89:378

GERSON ADRIANO MARQUES

GRADUATION MENTORING RECOMMENDER

**Um modelo de Sistema de Recomendação de atividades complementares para
capacitação profissional do aluno de graduação**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada, pelo Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Aprovado em 05 de abril de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sandro José Rigo – Orientador – UNISINOS

Profa. Dr. Isa Mara da Rosa Alves – Coorientadora – UNISINOS

Prof. Dr. Jorge Luis Victoria Barbosa – Avaliador – UNISINOS

Prof. Dra. Debora Nice Ferrari Barbosa – Avaliadora – FEEVALE

A avó Lucia ficaria orgulhosa de ver o neto concluindo o mestrado na instituição na qual trabalhou por anos, seu sonho era que alguém da família concluísse a graduação. Eu fui um pouquinho mais longe! Este trabalho é dedicado a ela.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar agradecendo especialmente ao meu professor e orientador Sandro Rigo. Ele foi o instrumento no qual sem ele eu jamais teria conseguido caminhar nessa jornada e aprender tanto, me tornar um pesquisador. Concluo esse trabalho com a alegria de ter crescido em conhecimento, e principalmente como pessoa, como um ser-humano que enfrenta seus medos e dificuldades, que exerce a sua fé. Professor, muito obrigado por ter me acompanhado nessa jornada!

À minha mãe e meu pai, que me ajudaram chegar até aqui, sem a ajuda deles, seu apoio e compreensão, eu definitivamente não conseguiria. A criatividade que eles têm de se reinventar me inspira todos os dias.

À avó Lucia iria ficar orgulhosa de ver o neto concluindo o mestrado na instituição na qual ela trabalhou por quase VINTE anos. Seu sonho era que alguém da família concluísse a graduação. Eu fui um pouquinho mais longe! Acho que, cada vez que ela me levava para visitar a Unisinos, ela plantava em mim essa audácia de se desafiar.

Agradeço também ao Gustavo, Alexandre, Paula, Tiago e ao Padre Sérgio: em meio a tanta burocracia e incertezas, eles viabilizaram tudo, fica o meu reconhecimento por acreditarem em mim. Espero deixar um legado para a Universidade, a querida Unisinos. O Alexandre e o Gustavo acreditam em mim mais do que eu mesmo acredito, os admiro pra caramba! Também vai um agradecimento especial para a professora Isa, minha coorientadora querida, que sonha e desenvolve grandes projetos na área da Educação, muito obrigado por me acompanhar e tirar dúvidas.

E por fim, agradeço a Deus. Ele sabe, em cada uma das minhas orações, o quão grato sou, grato a cada uma dessas pessoas acima (e muitas outras), por ter colocado em meu caminho.

RESUMO

A busca por uma formação personalizada para os alunos tem sido objeto de estudo há muitos anos. A partir do uso de plataformas digitais, as instituições de ensino possuem recursos para oferecer suporte para que o percurso formativo dos alunos seja flexível, com maior foco em áreas de seu interesse. Como contribuição para um processo de aprendizagem personalizado, este trabalho propõe um modelo de Sistema de Recomendação híbrido para recomendar ao aluno de graduação atividades complementares de acordo com seus objetivos profissionais e pessoais, que complementem ou ampliem o seu atual percurso formativo, aproximando o aluno das áreas profissionais e das atividades complementares, requisitos que constam nas diretrizes do MEC. Como parte da construção do modelo, foram realizados quatro experimentos com dados reais onde foi possível analisar e obter percepções de cada uma das técnicas. Após cada experimento são apresentados resultados e comentários sobre cada técnica. O primeiro experimento utilizou técnicas de Filtragem Colaborativa (FC), onde o objetivo foi gerar recomendações ao aluno com base no histórico de acessos do aluno. No segundo experimento, a técnica utilizada foi a Baseada em Conteúdo (BC) e buscou-se encontrar atividades similares com base no conteúdo das atividades. O terceiro experimento foi composto pelas técnicas dos experimentos anteriores FC e BC compondo uma abordagem híbrida de recomendação. O último experimento foi composto pela técnica Baseada em Grafos (BG). O desenvolvimento deste trabalho teve como principais contribuições: avaliar os benefícios que os Sistemas de Recomendação podem oferecer para o percurso formativo do aluno; realizar estudos de diferentes técnicas de recomendação; propor um modelo de Sistema de Recomendação para ampliação do percurso formativo do aluno de graduação por meio de atividades complementares de acordo com suas preferências profissionais.

Palavras-chave: sistemas de recomendação, educação, percurso formativo, graduação, atividades complementares.

ABSTRACT

The search for a personalized education for students has been the subject of study for many years. Through the use of digital platforms, educational institutions have facilities to offer support so that the educational path of students is flexible, with greater focus on areas of interest. As a contribution to a personalized learning process, this paper proposes a recommendation system model to recommend undergraduate students complementary activities according to their professional and personal goals, which complement or extend their current educational path, bringing the student closer to professional areas and complementary activities, requirements that are contained in the MEC guidelines. As part of the construction of the model, two experiments were conducted to better understand the scenario of the recommendations and obtain information. The first experiment used Collaborative Filtering (FC) techniques, where the objective was to generate recommendations to the student based on the student's access history. In the second experiment, the technique used was Content Based (BC) which the goal to find similar activities based on the contents of the activities. The third experiment was composed by the techniques of the previous experiments, FC and BC, composing a hybrid approach of recommendation. The last experiment was composed by the Graph Based (BG) technique. The development of this work will have as main contributions: to evaluate the benefits that Recommendation Systems, composed with multiple techniques, can offer to the student's formative path; to propose a model of recommendation system for the expansion of the formative path of the undergraduate student through complementary activities according to their professional preferences.

Key-words: recommendation systems, education, training path, graduation, complementary activities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Contexto geral do modelo Graduation Mentoring Recommender	43
Figura 2 - Fluxo do modelo Graduation Mentoring Recommender.....	45
Figura 3 - Mapa mental do componente Aluno de Graduação	46
Figura 4 - Mapa mental do componente Curso de Graduação.....	47
Figura 5 - Mapa mental do componente Atividades de Complementares	48
Figura 6 - Mapa mental do componente Plataforma Online	49
Figura 7 - Técnicas a serem utilizadas no Graduation Mentoring Recommender	50
Figura 8 - Ilustração das relações da Técnica de Filtragem Colaborativa	51
Figura 9 - Explicação da Técnica de Filtragem Baseada em Conteúdo	52
Figura 10 - Explicação da Abordagem Híbrida.....	53
Figura 11 - Jornada do aluno de graduação em Direito da Unisinos (PPP).....	65
Figura 12 - Conjunto de dados provindos do Sistema Educacional (ERP)	66
Figura 13 - Conjunto de dados Plataforma Online Unisinos Lab.....	67
Figura 14 - Mapa mental do conjunto de dados Atividades Complementares	68
Figura 15 - Mapa mental do conjunto de dados Competências do Século XXI.....	68
Figura 16 - Mapa mental do conjunto de Dados do Aluno	69
Figura 17 - Mapa mental do conjunto de dados Curso de Graduação	69
Figura 18 - Mapa mental do conjunto de dados das Áreas Profissionais Curso de Direito	69
Figura 19 - Mapa mental do conjunto de dados das Certificações Profissionais do Curso de Direito	70
Figura 20 - Mapa mental do conjunto de dados Trilhas Graduação PRO	70
Figura 21 - Competências Profissionais do Curso de Direito	71
Figura 22 - Mapa mental do conjunto de dados logs de acesso	72
Figura 23 - Mapa mental do conjunto de dados Preferências do Aluno	72
Figura 24 - Representação visual do conjunto de dados para o Estudo de Caso	73
Figura 25 - Exemplo de recomendações de atividades na Unisinos Lab	75
Figura 26 - Estrutura dos dados de atividades	97
Figura 27 - Grafo de vértices (A,B,C e D) e arestas (ab, bc, bd e cd).....	98
Figura 28 – Relação de vértices e arestas para o experimento de grafos	99
Figura 29 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola de Direito - Teoria e Prática da Nova Lei de Licitações para Agentes Públicos	101

Figura 30 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola de Gestão e Negócios – Finaças Pessoais.....	102
Figura 31 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola Politécnica – Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos.....	104
Figura 32 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola de Saúde - Nutrição em oncologia	105
Figura 33 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola Indústria Criativa – Fotografia Institucional.....	106
Figura 34 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola de Humanidades - Linguagens Artísticas Cultura e Educação	107

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Proporção de alunos de graduação na plataforma Unisinos Lab	55
Gráfico 2 - Idades predominantes dos alunos de graduação da Unisinos	56
Gráfico 3 - Cidades predominantes dos alunos de graduação da Unisinos	56
Gráfico 4 - Quantidade de atividades por tipo na Unisinos Lab.....	58
Gráfico 5 - Relação de atividades por áreas relacionadas	59
Gráfico 6 - Proporção de atividades por escola.....	60
Gráfico 7 - Proporção de atividades complementares cadastradas na Unisinos Lab	60
Gráfico 8 - Proporção de atividades por competência.....	61
Gráfico 9 - 15 cursos com mais alunos matriculados em cursos de graduação	62
Gráfico 10 - Exemplo da busca de similaridade entre textos	83
Gráfico 11 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola de Gestão e Negócios: Finanças Pessoais	84
Gráfico 12 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola da Indústria Criativa: Fotografia Institucional.....	85
Gráfico 13 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola de Direito: Teoria e Prática da Nova lei de Licitações para Agentes Públicos	86
Gráfico 14 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola Politécnica: Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos?.....	87
Gráfico 15 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola de Saúde: Nutrição em Oncologia	88
Gráfico 16 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola de Humanidades: Linguagens Artísticas Cultura e Educação.....	89
Gráfico 17 - Distribuição dos valores de acesso	91
Gráfico 18 - 15 palavras mais frequentes entre no conteúdo das atividades	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Normas da Resolução N° 7 do MEC referente as diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira	22
Quadro 2 - Diretrizes curriculares do Curso de Graduação em Direito	24
Quadro 3 - Competências que o aluno pode desenvolver na plataforma Unisinos Lab por meio de atividades complementares.	29
Quadro 4 - Técnicas de SR encontradas na Revisão Sistemática de Vaidhehi e Suchitra (2018).....	32
Quadro 5 - Objetivos dos SR encontrados na Revisão Sistemática de Vaidhehi e Suchitra (2018).....	33
Quadro 6 - Principais técnicas utilizadas na Revisão Sistemática de Pinho et. al (2019).....	34
Quadro 7 - Técnicas utilizadas na Revisão Sistemática de Pontes et. al (2014).....	35
Quadro 8 - Comparativo entre trabalhos	40
Quadro 9: Públicos da Unisinos Lab	54
Quadro 10 - Tipos de atividades da Unisinos Lab.....	57
Quadro 11 - Dados gerais sobre o Curso de Direito	61
Quadro 12 - Lista de modelos do experimento de Filtragem Colaborativa.....	76
Quadro 13 - Precision e Recall do modelo Popularidade com total de sessões	78
Quadro 14 - Precision e Recall do modelo Popularidade com sessões dummy	78
Quadro 15 - Precision e Recall do modelo Popularidade com sessões normalizadas	79
Quadro 16 - Precision e Recall do modelo Cosseno com total de sessões	79
Quadro 17 - Precision e Recall do modelo Cosseno com sessões <i>dummy</i>	79
Quadro 18 - Precision e Recall do modelo Cosseno com sessões normalizadas.....	79
Quadro 19 - Precision e Recall do modelo Pearson com total de sessões	80
Quadro 20 - Precision e Recall do modelo Pearson com sessões dummy	80
Quadro 21 - Precision e Recall do modelo Pearson com sessões normalizadas	80
Quadro 22 - Resumo dos Resultados dos modelos de recomendação para o experimento de Filtragem Colaborativa.....	81
Quadro 23 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola de Gestão e Negócios: Finanças Pessoais	84

Quadro 24 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola da Indústria Criativa: Fotografia Institucional	85
Quadro 25 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola de Direito: Teoria e Prática da Nova lei de Licitações para Agentes Públicos	86
Quadro 26 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola Politécnica: Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos?.....	87
Quadro 27 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola Saúde: Nutrição em Oncologia.....	88
Quadro 28 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola de Humanidades: Linguagens Artísticas Cultura e Educação.....	89
Quadro 29 - 15 palavras mais frequentes nos títulos dos cursos.....	92
Quadro 30 - Atividade(s) acessada(s) pelo aluno 3982	94
Quadro 31 - Atividade(s) recomendadas para o usuário 3892	94
Quadro 32 - Atividade(s) acessada(s) pelo aluno 884	94
Quadro 33 - Atividades recomendada(s) para o aluno 884.....	95
Quadro 34 - Atividades acessada(s) pelo aluno 3897	95
Quadro 35 - Atividades recomendadas para o usuário 3897	96
Quadro 36 - Medida adamicAdar	100
Quadro 37 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola de Direito - Teoria e Prática da Nova Lei de Licitações para Agentes Públicos.....	101
Quadro 38 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade de Escola Gestão e Negócios – Finanças Pessoais	103
Quadro 39 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola Politécnica: Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos	104
Quadro 40 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola de Saúde - Nutrição em oncologia.....	105
Quadro 41 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Indústria Criativa – Fotografia Institucional.....	106
Quadro 42 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola de Humanidades - Linguagens Artísticas Cultura e Educação	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Carga horária do curso de graduação em Direito da Unisinos	17
Tabela 2 - Primeiros registros do dataset de atividades acessadas.....	74
Tabela 3 - Primeiros registros do dataset de usuários	75
Tabela 4 - Amostra do dataset de atividades	82
Tabela 5 - Estrutura do dataset user_ratings	90
Tabela 6 - Primeiros registros do dataset de atividades (experimento híbrido).....	91
Tabela 7 - Primeiros registros do dataset de atividades.....	97

LISTA DE SIGLAS

AA	Medida Adamic Adar
AVA	Ambiente Virtual de Avaliação
BC	Baseado em Conteúdo
BG	Baseado em Grafos
Curso	Curso de Graduação
FC	Filtragem Colaborativa
IES	Instituição de Ensino Superior
MEC	Ministério da Educação
SR	Sistema de Recomendação
SR	Sistema de Recomendação
SRE	Sistema de Recomendação Educacional
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 TEMA	18
1.2 QUESTÃO DE PESQUISA.....	19
1.3 OBJETIVO GERAL	19
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.5 METODOLOGIA.....	19
1.6 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO.....	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO	21
2.2 MUDANÇAS NO ENSINO SUPERIOR	22
2.2.1 GRADUAÇÃO PRÓ	23
2.3 FERRAMENTAS DIGITAIS PARA APOIO AO ENSINO	28
2.3.1 Unisinos Lab	28
3 TRABALHOS RELACIONADOS	31
3.1 VISÃO GERAL SOBRE O TEMA	32
3.2 SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO APLICADOS A EDUCAÇÃO	37
3.3 ANÁLISE COMPARATIVA	39
4 GRADUATION MENTORING RECOMMENDER	43
4.1 VISÃO GERAL	43
4.2 ALUNO DE GRADUAÇÃO	46
4.3 CURSO DE GRADUAÇÃO	46
4.4 ATIVIDADES COMPLEMENTARES	47
4.5 PLATAFORMA ONLINE.....	48
4.6 SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO.....	49
5 ESTUDO DE CASO E EXPERIMENTOS	53
5.1 PLATAFORMA DE CURSOS ONLINE: UNISINOS LAB.....	54
5.2 CURSO DE GRADUAÇÃO: DIREITO – GRADUAÇÃO PRO	61
5.3 CONJUNTO DE DADOS.....	66
5.4 EXPERIMENTO DE FILTRAGEM COLABORATIVA	74
5.4.1 Conjunto de dados de acesso e de usuários	74
5.4.2 Abordagem para filtragem colaborativa	75
5.4.4 Resultados	78

5.5 EXPERIMENTO BASEADO EM CONTEÚDO	82
5.5.1 Dados utilizados	82
5.5.1 Abordagem	82
5.5.4 Resultados	84
5.6 EXPERIMENTO DE FILTRAGEM HÍBRIDA	90
5.6.1 Dados	90
5.6.2 Abordagem	93
5.6.4 Resultados	94
5.7 EXPERIMENTO DE GRAFOS	96
5.7.1 Dados	97
5.7.2 Abordagem	98
5.7.4 Resultados	100
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	109
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
7.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	113
7.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	114
7.3 TRABALHOS FUTUROS	115
REFERÊNCIAS.....	116

1 INTRODUÇÃO

Popularmente conhecidos como uma ferramenta útil para ajudar os usuários a encontrar resultados de maior interesse e pouco acessados (D'Ambros, 2020), os Sistemas de Recomendação (SR) podem contribuir para resolver o problema da sobrecarga da informação dos alunos durante seu percurso formativo. Também podem filtrar aquilo que é de maior interesse do aluno, ajudando-o a ter uma jornada acadêmica de graduação mais ampla, de acordo com suas áreas profissionais preferidas (Pinho et. al 2019).

Os SR podem ter diferentes propósitos: recomendar planos de estudos; personalizar o currículo dos alunos de acordo com suas habilidades ou das exigências do mercado de trabalho; recomendar faculdades e universidades (Moraes et al 2019). Já é possível encontrar SR em diversas situações, tais como personalizar o processo de ensino-aprendizagem de acordo com perfil de aprendizagem do aluno (AGUIAR et al., 2017), adaptar o sistema às experiências do aluno visando aumentar sua satisfação (GULZAR; LEEMA, 2018 apud Aguiar et al., 2018), ajudar os estudantes a escolher matérias, programas ou cursos (Vaidhehi et al 2018);

Assim como há um aumento dos dados na web, em geral devido ao crescente aumento de usuários com dispositivos móveis (Fan e Bifet, 2013), o mesmo acontece em relação aos recursos educacionais disponíveis para os alunos. As instituições de ensino têm se apresentado cada vez mais de forma digital para os alunos e com a facilidade de acesso aos materiais, cursos e atividades produzidos e ofertados pelas instituições, ocorre também o problema da sobrecarga de informação, e neste problema, os SR desempenham um papel importante para ajudar o aluno.

Este trabalho sugere criar um modelo de SR que ajude o aluno ao longo de toda a sua jornada acadêmica de graduação, apoiando o aluno a conhecer e direcionar sua formação de acordo com suas áreas profissionais do curso de graduação. Os benefícios que um SR com este foco poderia trazer para os alunos a nível de graduação pode ser melhor compreendido analisando as exigências do Ministério de Educação (MEC). Segundo estas, um currículo de graduação pode ter de 2.400 a 7.200 horas, dependendo da área, além da carga horária de práticas e demais atividades exigidas (MEC, 2007). Na Tabela 1 é possível observar a carga horária do curso de graduação em Direito. Nota-se que além das horas em sala de aula, o aluno ainda possui uma determinada quantidade de horas complementares

obrigatórias para cursar, esse número pode chegar até a 20% do total de horas do currículo.

Tabela 1: Carga horária do curso de graduação em Direito da Unisinos

Semestre	CH em aula (horas-aula)	CH de prática (horas-aula)	CH em estágio (horas-aula)
1	360	24	0
2	375	48	0
3	375	48	0
4	375	60	0
5	375	84	0
6	360	120	0
7	360	120	0
8	360	60	60
9	360	24	60
10	300	0	0
Total parcial	3.600	588	120
Horas Complementares	325		

Fonte: Extraído da grade curricular do Curso

Neste exemplo da Tabela 1, o aluno tem 325 horas complementares para realizar de acordo com a sua escolha. Segundo o MEC (2007), as atividades complementares têm a finalidade de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, privilegiando a complementação da formação social e profissional. Entre os exemplos de atividades complementares estão: participação em eventos internos e externos à instituição de educação superior, como: semanas acadêmicas, congressos, seminários, palestras, conferências, atividades culturais; integralização de cursos de extensão e/ou atualização acadêmica e profissional; atividades de iniciação científica, assim como de monitoria (MEC, 2018).

É comum as instituições de ensino utilizarem ferramentas como *Moodle*, *LMS Studio*, *Teleduc*, *Aulanet*, *E-point*, *Canvas*, que são ferramentas que fazem a gestão de aprendizagem do aluno, embora essas ferramentas estejam cada vez mais robustas, elas não possuem esse foco em integrar o que é ofertado pela instituição com o currículo do aluno.

Como um exemplo de plataforma de divulgação de atividades de extensão, em 2018 a Unisinos criou a Unisinos Lab (Zero hora, 2017). O objetivo desta ferramenta é impulsionar o apoio à uma formação mais ampla e interdisciplinar aos seus

estudantes, de modo que eles pudessem encontrar todas as possibilidades disponíveis para o aluno em um só lugar. Hoje os alunos já conseguem acessar a grande maioria de eventos, cursos, programas de iniciação científica e monitorias em um único lugar, dentro desta plataforma. A plataforma já recebeu mais de 206 mil acessos e mais de 22 mil alunos realizaram mais de 30 mil matrículas (UNISINOS, 2021).

Neste contexto, o presente estudo irá propor um modelo de Sistema de Recomendação que possa apoiar o aluno de graduação para escolha de atividades complementares em sua jornada acadêmica. A proposta prevê que este Sistema de Recomendação seja desenvolvido de modo conectado às plataformas digitais de divulgação de atividades complementares. Ao apresentar todas as áreas ao aluno e com a possibilidade de ele indicar quais áreas são de sua maior preferência, além de o usuário tomar conhecimento da existência de tantas possibilidades e áreas que o curso que ele escolheu proporciona, estas ferramentas digitais apoiadas das técnicas de SR, podem mostrar uma visão completa de todas as possibilidades que ele poderá trilhar ao realizar o Curso. Além do mais, também podem ajudá-lo filtrando as oportunidades de acordo com as suas preferências profissionais.

1.1 TEMA

Os SRs têm sido utilizados por diversas empresas e de forma positiva ajudam os usuários a encontrarem itens, lugares, produtos e serviços de acordo com as suas preferências. A utilização de tecnologias como as técnicas de SR também podem causar um grande impacto positivo na jornada do estudante, principalmente na jornada de graduação em que costuma ser um longo período e que o aluno tem a dificuldade de projetar um olhar geral e específico de sua formação.

Conforme este estudo detalha nos próximos capítulos, as plataformas online existentes para apoio educacional não contam com este recurso. A existência de um SR aplicado a plataforma de cursos da instituição de ensino poderia ajudar os alunos a cursarem seu longo período de graduação com o apoio das demais atividades complementares oferecidas pela instituição.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa compreende o seguinte questionamento: quais os elementos necessários para que um Sistema de Recomendação possa contribuir para a formação profissional do aluno durante a graduação por meio de usos de dados originados em plataformas digitais?

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é criar um modelo de Sistema de Recomendação capaz de ajudar os alunos de graduação a encontrar atividades complementares, em plataformas online de ofertas de atividades, de acordo com suas preferências profissionais.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Estudar conceitos gerais da área dos Sistemas de Recomendação;
- b) Aprofundar os estudos sobre a fundamentação teórica sobre mudanças no ensino superior;
- c) Elaborar um modelo de Sistema de Recomendação que ajude o aluno a encontrar atividades relevantes de acordo com as suas preferências profissionais;
- d) Implementar um protótipo para testar o modelo desenvolvido.

1.5 METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa, foram considerados os seguintes aspectos metodológicos. Iniciamos com uma revisão não sistemática sobre a aplicação de SR na área da educação. Essa etapa contribuiu de forma a ampliar e acelerar as percepções sobre o tema e identificar o estado da arte de Sistemas de Recomendação aplicados ao ensino. Esta etapa inicial também contribuiu para estudar conceitos gerais da área de SR e ter referências para elaborar o modelo de SR proposto para este trabalho.

Na etapa seguinte foram estudadas mudanças e novas exigências no Ensino Superior. A partir disso, foi possível verificar que a área da educação tem sofrido

muitas mudanças devidas às exigências do Ministério da Educação e das diferentes necessidades que o estudante possui.

Na terceira etapa foi proposto um modelo de SR com o objetivo de suprir a exigência do MEC de que os cursos de graduação devem ter relação com suas respectivas áreas profissionais, por meio de atividades complementares.

Na quarta etapa foram realizados experimentos com o objetivo de testar as possibilidades do desenvolvimento do modelo de SR proposto. Estes experimentos não contemplam a estrutura completa do modelo, mas servem de base para iniciar a construção do modelo e conhecer as ferramentas existentes para a construção do mesmo.

Devido as características, este estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa de caráter exploratório, conforme descrito por Koche (2011), pois a mesma busca inicialmente descrever em detalhes um determinado cenário no qual se identifica o problema tratado.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este texto é composto por 7 capítulos e estão organizados como segue: no Capítulo 2 é apresentada a contextualização do uso de SR nas mais diversas áreas da educação. Neste mesmo capítulo também é feito uma abordagem geral sobre as mudanças no Ensino Superior e algumas ferramentas digitais existentes para apoio ao ensino. No terceiro capítulo é apresentada uma série de trabalhos relacionados. Na próxima etapa, no quarto capítulo, é apresentado o modelo de SR proposto. No quinto capítulo é descrito um estudo de caso com o modelo de SR proposto e quatro experimentos com foco e abordagens complementares para testar o desenvolvimento deste estudo. No sexto capítulo está análise dos resultados. As considerações finais, contribuições, limitações e trabalhos futuros para continuidade desta pesquisa estão dispostas no Capítulo 7.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda conceitos utilizados no desenvolvimento do trabalho. Primeiramente, descreve como os SR funcionam e estão presentes na área da educação. Logo em seguida, é apresentada uma análise sobre as mudanças no ensino. Por fim, é apresentada uma abordagem de como as ferramentas digitais são utilizadas para apoio ao ensino.

2.1 SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

Os SR estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano, com o objetivo de filtrar conteúdos relevantes para os usuários Pinho et al (2019). Os autores Vaidhehi et al (2018) e Aguiar et al (2018) salientam que as técnicas de SR são amplamente utilizadas em várias áreas devido a sua eficiência na recomendação de itens relevantes para seus usuários.

Segundo Schafer (2000), a estrutura dos SR é dividida em quatro processos: identificação do usuário, coleta de informações, estratégias de recomendação e visualização das recomendações. Um SR pode ser composto por diversas técnicas, de acordo com Alyari e Navimipour (2019), a Filtragem Colaborativa (FC) é uma das mais utilizadas até mesmo na área educacional. Além dessa técnica, também foram encontradas as seguintes técnicas nos trabalhos relacionados: filtragem colaborativa; filtragem baseada em conteúdo; filtragem demográfica; filtragem baseada em conhecimento; filtragem baseada em utilidade; filtragem baseada em outros contextos; filtragem híbrida.

Embora os SR serem utilizados em uma variedade de áreas, na educação há peculiaridades intrínsecas, como aspectos psicopedagógicos que precisam ser levadas em consideração. Vários pesquisadores enfatizam que o processo de aprendizagem não é vivenciado por todos os indivíduos da mesma forma, havendo diferentes estilos de aprendizagem Aguiar et al (2018). Escolher e selecionar recursos educacionais pode ser um processo complicado face a grande disponibilidade destes recursos, e pode não trazer os resultados esperados. Os Sistemas de Recomendação Educacionais (SRE) surgiram para enfrentar este problema Moraes et. al (2019). Ainda, os SRE visam adaptar e personalizar o processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com D'Ambros (2020), existem diversas maneiras de entender e explicar os SR. Para Bobadilla et al. (2013), o processo de criação de uma recomendação surge da combinação dos seguintes elementos: o tipo de dado disponível para analisar as preferências de cada pessoa; o algoritmo de filtragem considerado; a abordagem escolhida, baseada ou não no uso direto dos dados; a técnica de recomendação, sendo um algoritmo baseado em vizinhança mais próxima, modelos nebulosos, decomposição de valores singulares, algoritmos inspirados em biologia, entre outros; a esparsidade encontrada dos dados; a velocidade de processamento; por fim, a qualidade dos resultados.

2.2 MUDANÇAS NO ENSINO SUPERIOR

A área de educação tem sofrido a necessidade de mudanças e isso ficou mais evidente com a transformação digital vivida e acelerada pelo distanciamento social provocado pela pandemia da Covid-19 (Borba et al. 2021). Alguns movimentos já podem ser notados, como o aumento de alunos que migraram do ensino presencial para o ensino a distância (ZERO HORA, 2017).

O MEC, por meio de suas diretrizes, propõe para as Instituições de Ensino Superior (IES) constantes mudanças para manter a formação do aluno de graduação conectada com as necessidades do mundo, inclusive com mercado de trabalho. Para alcançar esses e outros objetivos, tem se proposto que no currículo dos cursos de graduação sejam realizadas atividades complementares. Segundo a Resolução N°7 de 18 de dezembro de 2018, 10% da carga horária total dos currículos de graduação deve ser de horas complementares (MEC, 2018).

No Quadro 1 é possível observar a necessidade que essas horas devem ter com o mercado de trabalho. A seguir é apresentado um compilado dessas normas, em cada uma delas é possível verificar o desejo que o MEC tem que essas atividades complementares sejam realizadas com o objetivo de conectar o aluno com outras áreas.

Quadro 1 - Normas da Resolução N° 7 do MEC referente as diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira

Item	Artigo	Descrição
------	--------	-----------

1	Art. 4º	As atividades de extensão devem compor, no mínimo, 10% (dez por cento) do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação, as quais deverão fazer parte da matriz curricular dos cursos;
2	Art. 5º II	A formação cidadã dos estudantes, marcada e constituída pela vivência dos seus conhecimentos, que, de modo interprofissional e interdisciplinar, seja valorizada e integrada à matriz curricular;
3		A promoção de iniciativas que expressem o compromisso social das instituições de ensino superior com todas as áreas, em especial, as de comunicação, cultura, direitos humanos e justiça, educação, meio ambiente, saúde, tecnologia e produção, e trabalho, em consonância com as políticas ligadas às diretrizes para a educação ambiental, educação étnico-racial, direitos humanos e educação indígena;
4	Art. 8º	As atividades extensionistas, segundo sua caracterização nos projetos políticos pedagógicos dos cursos, se inserem nas seguintes modalidades: I - programas; II - projetos; III - cursos e oficinas; IV - eventos; V - prestação de serviços
5	Art. 12 I	I - A previsão institucional e o cumprimento de, no mínimo, 10% (dez por cento) do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação para as atividades de extensão tipificadas no Art. 8º desta Resolução, as quais deverão fazer parte da matriz curricular dos cursos;

Fonte: Elaborado pelo autor

Um exemplo de currículo que buscou atender as determinações do MEC é o da Graduação PRÓ, criado pela Unisinos em 2018.

2.2.1 GRADUAÇÃO PRÓ

A proposta da Graduação PRÓ é colocar o aluno e seu projeto de vida no centro do processo de aprendizagem, essa iniciativa ressignifica a jornada do estudante e o seu currículo durante a graduação. A ideia central do projeto está em colocar o aluno no centro do percurso e repensar os processos em torno do seu percurso durante a graduação.

A Graduação PRO possibilita que o aluno crie o seu próprio percurso formativo, o currículo fica articulado de modo dinâmico e horizontal e não mais vertical e linear. A grade curricular foi planejada sob quatro períodos distintos, cada um focado no desenvolvimento de competências próprias.

O currículo é dividido em quatro períodos distintos, mas que se complementam durante o percurso da graduação. O primeiro período é dedicado às competências do profissional do futuro conhecidas também como transversais. Elas são organizadas nas temáticas de comunicação, empreendedorismo e negócios criativos, humanidade e tecnocultura, pensamento computacional, pensamento projetual e criativo. No segundo período o aluno dá continuidade ao que foi estudado no primeiro, de forma a articular-se com competências específicas da área de atuação. No terceiro período o foco é a consolidação das competências do aluno. Nessa fase, as atividades são mais equilibradas entre as competências transversais e específicas do profissional do futuro. No quarto período o aluno personaliza o currículo, de acordo com o seu interesse de carreira. O estudante decide qual caminho seguir a partir da oferta de cinco diferentes trilhas: Internacionalização, Intercâmbio, Mestrado, Empreendedorismo, Inovação Social ou específica do curso.

Além da divisão de períodos, o estudante pode fazer um Projeto Aplicado para concluir o curso, mas não necessariamente precisa ser uma monografia. Articulado com a trilha escolhida, o aluno desenvolve um projeto de pesquisa visando entender uma demanda da sociedade. A produção final desse Projeto Aplicado é a realização em diferentes formatos, de acordo com a trilha escolhida.

A medida em que o aluno avança no curso, ele consolida cada vez mais as competências esperadas de um profissional da área, exigências do MEC. No Quadro 2 são listadas 17 diretrizes do MEC relacionados ao dever do curso de graduação de Direito de ter conexão com o mercado de trabalho por meio de atividades complementares.

Quadro 2 - Diretrizes curriculares do Curso de Graduação em Direito

Item	Artigo	Descrição
1	1º II	formas de realização de interdisciplinaridade, de mobilidade nacional e internacional, de incentivo a inovação e de outras estratégias de internacionalização, quando pertinente;

2	1º VI	modos de integração entre teoria e prática, especificando as metodologias ativas utilizadas
3	1º IX	incentivo, de modo discriminado, à pesquisa e à extensão, como fator necessário ao prolongamento da atividade de ensino e como instrumento para a iniciação científica;
4	X	concepção e composição das atividades de prática jurídica, suas diferentes formas e condições de realização, bem como a forma de implantação e a estrutura do Núcleo de Práticas Jurídicas (NPJ);
5	4º	O PPC deve prever ainda as formas de tratamento transversal dos conteúdos exigidos em diretrizes nacionais específicas, tais como as políticas de educação ambiental, de educação em direitos humanos, de educação para a terceira idade, de educação em políticas de gênero, de educação das relações étnico-raciais e histórias e culturas afro-brasileira, africana e indígena, entre outras
6	Parágrafo único	Os planos de ensino do curso devem demonstrar como contribuirão para a adequada formação do graduando em face do perfil almejado pelo curso
7	Art. 4º I	Interpretar e aplicar as normas (princípios e regras) do sistema jurídico nacional, observando a experiência estrangeira e comparada, quando couber, articulando o conhecimento teórico com a resolução de problemas;
8	Art. 4º VIII	Atuar em diferentes instâncias extrajudiciais, administrativas ou judiciais, com a devida utilização de processos, atos e procedimentos;
9	Art. 4º XII	Possuir o domínio de tecnologias e métodos para permanente compreensão e aplicação do Direito;

10	Art. 4º XVI	Apreender conceitos deontológico-profissionais e desenvolver perspectivas transversais sobre direitos humanos
11		Formação geral, que tem por objetivo oferecer ao graduando os elementos fundamentais do Direito, em diálogo com as demais expressões do conhecimento filosófico e humanístico, das ciências sociais e das novas tecnologias da informação, abrangendo estudos que, em atenção ao PPC, envolvam saberes de outras áreas formativas, tais como: Antropologia, Ciência Política, Economia, Ética, Filosofia, História, Psicologia e Sociologia;
12		Formação técnico-jurídica, que abrange, além do enfoque dogmático, o conhecimento e a aplicação, observadas as peculiaridades dos diversos ramos do Direito, de qualquer natureza, estudados sistematicamente e contextualizados segundo a sua evolução e aplicação às mudanças sociais, econômicas, políticas e culturais do Brasil e suas relações internacionais, incluindo-se, necessariamente, dentre outros condizentes com o PPC, conteúdos essenciais referentes às áreas de Teoria do Direito, Direito Constitucional, Direito Administrativo, Direito Tributário, Direito Penal, Direito Civil, Direito Empresarial, Direito do Trabalho, Direito Internacional, Direito Processual; Direito Previdenciário, Formas Consensuais de Solução de Conflitos; e
13		Formação prático-profissional, que objetiva a integração entre a prática e os conteúdos teóricos desenvolvidos nas demais perspectivas formativas, especialmente nas atividades relacionadas com a prática jurídica e o TC.

14		As atividades de caráter prático-profissional e a ênfase na resolução de problemas devem estar presentes, nos termos definidos no PPC, de modo transversal, em todas as três perspectivas formativas.
15		Tendo em vista a diversificação curricular, as IES poderão introduzir no PPC conteúdos e componentes curriculares visando desenvolver conhecimentos de importância regional, nacional e internacional, bem como definir ênfases em determinado(s) campo(s) do Direito e articular novas competências e saberes necessários aos novos desafios que se apresentem ao mundo do Direito, tais como: Direito Ambiental, Direito Eleitoral, Direito Esportivo, Direitos Humanos, Direito do Consumidor, Direito da Criança e do Adolescente, Direito Agrário, Direito Cibernético e Direito Portuário.
16		É obrigatória a existência, em todas as IES que oferecem o curso de Direito, de um Núcleo de Práticas Jurídicas, ambiente em que se desenvolvem e são coordenadas as atividades de prática jurídica do curso.
17		Os cursos deverão estimular a realização de atividades curriculares de extensão ou de aproximação profissional que articulem o aprimoramento e a inovação de vivências relativas ao campo de formação, podendo, também, dar oportunidade de ações junto à comunidade ou de caráter social, tais como clínicas e projetos.

Fonte: Elaborado pelo autor

É possível notar que em todos os itens há o dever de as Instituições de Ensino Superior propor que as atividades complementares instiguem o aluno a vivenciar o

mercado de trabalho. No item 15 do Quadro 2 é explícito e citado que o aluno possa ter oportunidade de se relacionar com áreas como Direito Ambiental, Direito Eleitoral, Direito Esportivo, Direitos Humanos, Direito do Consumidor, Direito da Criança e do Adolescente, Direito Agrário, Direito Cibernético e Direito Portuário.

2.3 FERRAMENTAS DIGITAIS PARA APOIO AO ENSINO

Com o passar dos anos as plataformas digitais passaram a ser cada vez mais utilizadas na área da educação. Vivemos em um mundo de constante transformação, as mutações tecnológicas seguem uma curva de crescimento exponencial. O desenvolvimento da tecnologia abriu oportunidades, mudanças estruturais no modo de comunicar e transmitir a informação acontecem ano após ano. Diversas áreas como a segurança, a saúde, a política ou a educação foram profundamente impactadas pelas inovações tecnológicas (Lopes, 2020).

Mediante a esse cenário de constante transformação tecnológica, várias plataformas digitais de apoio ao aluno surgiram. De acordo com Schlemmer et. al (2007 apud Oliveira et al 2016), existem várias opções de LMS (Learning Management Systems), entre elas é possível destacar o BlackBoard, Breeze, Moodle, além do Projeto Sakai (Santos, 2003; Itmazi et al., 2005; Romero, Ventura & García, 2008; Coutinho, 2009; Almrashdeh et al., 2011, apud Oliveira et. al 2016). Estas plataformas possibilitam uma aprendizagem síncrona ou assíncrona, dependendo do tipo de interação efetuada entre professor e aluno (Mehrotra et al., 2001; Oliveira, 2013; Siddiqui, 2004, apud apud Oliveira et. al 2016).

2.3.1 Unisinos Lab

Atenta as necessidades de transformação tecnológica, em 2018 a Unisinos lançou a plataforma Unisinos Lab. Este site foi criado com o objetivo de incentivar a autonomia e a personalização nas trajetórias formativas dos alunos de graduação, característica não encontrada nas plataformas de LMS citadas. Com base em um mapeamento de competências essenciais para a transformação social no século XXI, a plataforma permite ao estudante enriquecer seu currículo de forma ampla, transcendendo os limites da formação específica desenvolvida ao longo de seu curso.

A iniciativa parte da ideia de que a construção do conhecimento é única para cada pessoa. Por isso, permite que o graduando escolha com mais propriedade quais caminhos seguir no decorrer de sua formação. A plataforma reúne opções de atividades complementares, disponíveis em turnos alternativos aos das aulas e, em sua maioria, gratuitas. O propósito da Unisinos Lab também é de propiciar o desenvolvimento de habilidades transversais, que potencializem os saberes demandados no mercado de trabalho e no convívio social. Dado esses movimentos, surge uma renovação no modelo de ensino-aprendizagem, pois possibilita ao aluno obter uma formação da pessoa como um todo, que transcende o currículo a partir de novas relações na sociedade.

Com base no estudo de pesquisas e relatórios internacionais sobre educação no ensino superior, a Unisinos listou dez competências consideradas fundamentais para a constituição de um ambiente propício ao desenvolvimento de habilidades e conhecimentos com potencial para a transformação social. Todas essas competências podem ser desenvolvidas por meio da Unisinos Lab, e a combinação delas é particular de cada aluno. A cada semestre, conforme concluir as atividades escolhidas, o estudante amplia a esfera de competências composta em seu portfólio, que o diferencia de seus colegas. Um dos grandes diferenciais da Unisinos LAB é que as atividades são categorizadas de acordo com 10 competências essenciais para a transformação social no século XXI. Ao concluir um curso ou participar de um evento, por exemplo, o aluno recebe pontos referentes àquela competência, formando gráficos que mostram sua evolução. No Quadro 3 estão listadas as 10 competências presentes na Unisinos Lab.

Quadro 3 - Competências que o aluno pode desenvolver na plataforma Unisinos Lab por meio de atividades complementares.

Competência	Descrição
Atitude Empreendedora	Propor ações empreendedoras que estejam de acordo com uma perspectiva responsável, que valorizem a pessoa humana em diferentes contextos socioculturais e o meio ambiente, assumindo atitude de protagonismo e colaboração com as comunidades envolvidas.

Autonomia e autogestão do conhecimento	Propor ações empreendedoras que estejam de acordo com uma perspectiva responsável, que valorizem a pessoa humana em diferentes contextos socioculturais e o meio ambiente, assumindo atitude de protagonismo e colaboração com as comunidades envolvidas.
Colaboração	Propor ações empreendedoras que estejam de acordo com uma perspectiva responsável, que valorizem a pessoa humana em diferentes contextos socioculturais e o meio ambiente, assumindo atitude de protagonismo e colaboração com as comunidades envolvidas.
Comunicação	Propor ações empreendedoras que estejam de acordo com uma perspectiva responsável, que valorizem a pessoa humana em diferentes contextos socioculturais e o meio ambiente, assumindo atitude de protagonismo e colaboração com as comunidades envolvidas.
Formação cultural	Propor ações empreendedoras que estejam de acordo com uma perspectiva responsável, que valorizem a pessoa humana em diferentes contextos socioculturais e o meio ambiente, assumindo atitude de protagonismo e colaboração com as comunidades envolvidas.
Liderança	Propor ações empreendedoras que estejam de acordo com uma perspectiva responsável, que valorizem a pessoa humana em diferentes contextos socioculturais e o meio ambiente, assumindo atitude de protagonismo e colaboração com as comunidades envolvidas.
Pensamento Computacional	Propor ações empreendedoras que estejam de acordo com uma perspectiva responsável, que valorizem a pessoa humana em diferentes contextos socioculturais e o meio ambiente, assumindo atitude de protagonismo e colaboração com as comunidades envolvidas.
Pensamento Projetual	Desenvolver pensamento projetual, mobilizando competências de diferentes áreas de conhecimentos, em uma perspectiva

	sistêmica e transdisciplinar através de processos imaginativos, criativos e inventivos a fim de agregar valor à sociedade.
Responsabilidade Socioambiental	Desenvolver sensibilidade sobre assuntos relacionados à sociedade e ao ambiente dos quais fazemos parte, respeitando, valorizando e fortalecendo atitudes que tomam por princípio a formação humanística.
Senso Crítico-Reflexivo e Resolução de Problemas	Analisar os fenômenos socioculturais, em suas dimensões local e global, a fim de identificar problemas e propor soluções adequadas em cenários complexos.

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao mesmo tempo que um estudante de Direito pode aperfeiçoar conhecimentos de empreendedorismo e liderança, seu colega de curso tem a chance de aprimorar habilidades voltadas para experiência cultural e gestão de projetos. Ao final da graduação, os dois recebem o mesmo diploma, mas seus históricos complementares mostram as diferenças de perfil entre os profissionais.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta trabalhos relacionados ao tema pesquisado. A metodologia empregada foi a seguinte. Inicialmente foram analisados trabalhos de revisão sistemática envolvendo SR aplicados à educação. O objetivo desta etapa foi desenvolver uma visão geral e mapear as principais técnicas utilizadas e encontrar possíveis tendências nos objetivos definidos na aplicação dos SR na área da educação. Em seguida, com base neste primeiro levantamento, foi realizada uma revisão não sistemática para buscar trabalhos atuais, publicados entre 2010 e 2020, contendo análises e estudos de caso de SR na educação. A busca foi concentrada em repositórios do SBIE (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação) e em revistas a partir dos repositórios Science Direct e IEEE Xplore. Os trabalhos foram analisados com o objetivo de avaliar técnicas, objetivos, como foram realizadas as avaliações, se havia integrações com outros sistemas e quais dados foram utilizados

nos SRs. A partir desses critérios, foram selecionados seis artigos para realizar a análise exploratória.

3.1 VISÃO GERAL SOBRE O TEMA

O ponto de partida em busca de referenciais teóricos relacionados a SRs aplicados à educação está associado a quatro trabalhos de revisão sistemática sobre o tema.

Vaidhehi e Suchithra (2018), organizaram seu trabalho a partir de cinco dimensões: a) propósito do SR na educação; b) técnicas utilizadas; c) parâmetros de entrada na modelagem do sistema; d) tipos de estudantes envolvidos e, d) as estratégias de modelagens utilizadas. Em sua pesquisa, foi possível tomar conhecimento de que existem estudos de SR para recomendar planos de estudos, personalizar o currículo do aluno dependendo do seu conjunto de habilidades, recomendação de currículo baseada em requerimentos do mercado de trabalho, recomendação de fontes de conteúdo e inclusive, recomendação de faculdades e programas de cursos universitários com base em notas e interesse do aluno. A seguir, no Quadro 4 é possível ver a porcentagem das técnicas utilizadas nos trabalhos relacionados. Nota-se que as técnicas de SR baseadas em conteúdo e em colaboração, são as mais utilizadas. No Quadro 5 é possível ver os principais objetivos dos SR nos trabalhos relacionados, sendo que a maioria tem como foco alunos de cursos online. As pesquisas envolvendo alunos de universidade são de menor proporção.

Quadro 4 - Técnicas de SR encontradas na Revisão Sistemática de Vaidhehi e Suchitra (2018)

Técnicas	Porcentagem
Collaborative filtering	19,04%
Decision tree based classification Naive bayes, ANN, MLP, SVM, Bayesian network based recommendations, Linear regression models	19,04%
Rule based filtering Apriori based association rules	11,90%

Clustering based recommendation K-means clustering Artificial immune system based clustering	11,90%
Hybrid Approach to design RS	9,52%
Constraint based recommendation	7,14%
Content based filtering	4,76%
Agent systems	4,76%
MF, BMF based recommendation	2,38%
Knowledge based approach	2,38%
Fuzzy inference engine	4,76%
Genetic Algorithms	2,38%

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 5 - Objetivos dos SR encontrados na Revisão Sistemática de Vaidhehi e Suchitra (2018)

Técnicas	Porcentagem
Recomendar cursos online	35,71%
Recomendar recursos relacionados a disciplinas	16,66 %
Recomendar recursos de aprendizagem	14,28 %
Predições	7,14 %
Recomendar programas de graduação	4,76 %
Para recomendar as sequências do caminho de aprendizagem / curso	4,76 %
Para recomendar currículo personalizado	4,76 %
Para recomendar faculdades / universidades	4,76 %
Recomendar currículo para o mercado de trabalho	4,76 %
Recomendações para professores	2,38 %

No trabalho de Pinho et. al, (2019), o objetivo da revisão sistemática foi descobrir métodos, técnicas e indicadores produzidos em trabalhos produzidos no período de 2013 a 2018. Os autores constataram que as técnicas baseadas em

usuários (*user-based*), são as mais utilizadas (27.78%). Em 41% dos trabalhos o método de avaliação usual foi experimental. Também foi possível perceber que no período delimitado das pesquisas, o ano em que mais houve pesquisas relacionadas foi em 2017. Temas como redes neurais, aprendizado de máquina, aprendizado profundo, mineração de dados, inteligência artificial, foram os mais pesquisados entre os autores neste ano. Na Quadro 6, é possível verificar que o uso da técnica de Filtragem Baseada em Perfil é predominante, pois é comum que nas informações relacionadas ao usuário estejam informações sobre seu perfil, como por exemplo, características pessoais como idade, sexo, localização, histórico de interações, questão e avaliações de produtos e serviços.

Quadro 6 - Principais técnicas utilizadas na Revisão Sistemática de Pinho et. al (2019)

Técnicas	Porcentagem
Hybrid Filtration	9,26%
Collaborative Filtration	11,11%
Context-Based Filtering	16,67%
Profile Based Filtration	27,78%
Diagnostic Analysis	5,56%
Learning Styles	7,41%
Metadata Based Filtering	5,56%
Content-Based Filtering	16,67%

Fonte: Elaborado pelo autor

Pontes et. al, (2014), realizaram uma revisão sistemática analisando técnicas de SR exclusivamente de Objetos de Aprendizagem. A pesquisa foi delimitada em trabalhos publicados entre os anos de 2008 a 2013, exclusivamente publicados no Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE). O total de trabalhos encontrados foi de 26 publicações. Após a aplicação de critérios, 19 trabalhos foram considerados para análise. Em comparação com os demais anais publicados no congresso, 10% foram sobre SR em cada ano. A partir de 2011 ocorreu uma evolução substancial dos artigos publicados, chegando a 15,8% das publicações, 21,1% em 2012 e 36,8% em 2013. No Quadro 7 estão sintetizadas as técnicas utilizadas nos trabalhos selecionados desta revisão sistemática. Observa-se que parte das

recomendações utiliza a filtragem por conteúdo, podendo utilizar-se de outros sistemas para ampliar as avaliações para a recomendação. É notória a relevância dos sistemas de colaboração, sendo que sete dos 19 artigos pesquisados utilizam essa estrutura de filtragem.

Quadro 7 - Técnicas utilizadas na Revisão Sistemática de Pontes et. al (2014)

Item	Técnica utilizada
1	Filtragem por Modelagem de Estereótipos e por Perfil de Aprendizagem
2	Propõe uma etapa de pós processamento após os processos tradicionais de filtragem (Baseada em Conteúdo, Colaborativa ou Híbrida). Tal etapa consiste na comparação entre o conjunto de metadados que descreve o perfil do usuário com o conjunto de metadados que descreve o AO
3	Filtragem Híbrida: Filtragem Colaborativa e Filtragem Baseada em Conteúdo (a partir de informações do currículo Lattes dos usuários e de metadados sobre os documentos digitais)
4	Sistema de Recomendação Híbrido e Recomendação Sensível ao contexto
5	Recomendação Híbrida: a) recomendação não personalizada (tipo de recomendação que sugere itens levando em consideração a avaliação do item, desconsiderando o perfil do usuário); b) recomendação baseada no conteúdo e c) recomendação baseada na filtragem colaborativa
6	Sistema de Recomendação Híbrido, considerando Filtragem Colaborativa e Filtragem Baseada em Conteúdo e Filtragem Baseadas em Competências, considerando as competências a serem desenvolvidas pelo aluno.
7	Recomendação Baseada em Conteúdo e Recomendação Sensível ao Contexto
8	Filtragem Híbrida: Baseada em Conteúdo, Colaborativa e Sensível ao Contexto
9	Filtragem Baseada em Conteúdo (Ontologia de descrição das peças e Ontologias de contexto estático e dinâmico do usuário)
10	Filtragem Baseada em Conteúdo (Compara a utilização de Hashtags com a descrição dos OAS)
11	Filtragem Colaborativa (utilizando dados demográficos)

12	Filtragem Colaborativa e técnica de agrupamento de usuários com perfis similares
13	Filtragem por Conteúdo (considerando os perfis dos aprendizes) e informações do Contexto
14	Filtragem Baseada em Conteúdo (considerando o Estilo de Aprendizagem do aluno)
15	Filtragem baseada em similaridade de sessões
16	Filtragem baseada em contexto utilizando Algoritmo Genético

Fonte: Elaborado pelo autor

A revisão sistemática de Moraes et. al (2019) concentra suas análises especificamente sobre como abordagens híbridas estão sendo utilizadas no contexto educacional. De acordo com os autores, os SR híbridos se diferenciam dos demais, sendo que isso ocorre devido ao fato de que um sistema híbrido ser composto por diferentes técnicas e cada técnica cobre as deficiências da outra, tornando assim o sistema mais robusto. Entre as técnicas encontradas, o percentual corresponde a: Filtragem Colaborativa (57%); Baseada em Conteúdo (37%); Baseada em Ontologia (25%); Sensível ao Contexto (15%); Baseada em Conhecimento (13%); Baseada em Lógica Fuzzy (9%); Baseada em Grupos (4%); Baseada em Utilidade (3%); Baseada em Confiança (3%); Baseada em Demografia (1%); Baseada em Redes Sociais (1%). A técnica mais utilizada foi a de Filtragem Colaborativa pois está associada a outras técnicas ou métodos. Outros pontos importantes a serem ressaltados sobre os trabalhos analisados são: em, 25% dos trabalhos não foi realizada nenhuma experimentação; dos 75% restantes, em 11% foram realizadas uma experimentação com dados de alunos obtidos de maneira online; em 36% as experimentações foram realizadas em ambientes online com uma amostragem de alunos, buscando-se principalmente analisar a satisfação dos alunos com as recomendações; em, 28% das experimentações foram utilizados conjuntos de dados obtidos de fontes externas ou já coletados de Ambiente Virtuais de Aprendizagem (AVA) previamente utilizados. Os procedimentos mais encontrados para as experimentações foram: (i) Estudo de caso; (ii) Questionários; (iii) Provas de Conceito; (iv) Testes de Precisão; (v) uso de *Mean Absolute Error* (MAE); (vi) Testes de Performance; (vii) *Recall*; (viii) Métrica F1 Score; e, (iv) Testes de Esparsidade.

A partir da análise dos trabalhos previamente mencionados, foi possível verificar e dimensionar que poucos trabalhos realizam o método de avaliação por experimento e as técnicas de Filtragem Colaborativa são as mais utilizadas. Isso ocorre devido a sua versatilidade em ser aplicada com outras técnicas, criando assim os sistemas híbridos. Os trabalhos também indicam uma gama de diferentes objetivos em plataformas de cursos online. Também foram encontrados poucos trabalhos com o objetivo de recomendar faculdades ao aluno.

Na maioria dos experimentos os dados utilizados como base para recomendação foram dados sintéticos. Poucos trabalhos realizaram um experimento para comprovação dos resultados. Os resultados mostram que existe uma lacuna significativa na pesquisa pois nos trabalhos mencionados não foram encontrados frameworks que satisfaçam de forma plena as necessidades do contexto educacional. Além disso, os artigos também mostram que há uma carência de ferramentas para auxiliar os professores.

3.2 SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO APLICADOS A EDUCAÇÃO

A partir dos estudos descritos no item anterior, foi definido como objetivo realizar uma revisão não sistemática para buscar trabalhos atuais, publicados entre 2010 e 2020, contendo as palavras chaves “*recommender systems*”, “sistemas recomendação”, “*e-learning*”, “educação”, “aprendizagem” disponibilizados em periódicos ou anais de eventos online de relevância nacional e internacional, tais como: SBIE (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação), Science Direct e IEEE Xplore. Os trabalhos precisavam conter os termos da *string* no título, resumo ou palavras-chave.

Em cada um destes trabalhos buscou-se encontrar os seguintes atributos: a) quais foram os objetivos da pesquisa ou do SR proposto; b) quais técnicas foram utilizadas ou analisadas; c) qual a origem dados utilizados; d) quais tipos de integração com outros sistemas foram citados ou propostos; e) quais tipos de avaliações foram utilizadas ou analisadas. A seguir são descritos aspectos resumidos destes trabalhos.

Aguiar et. al (2018) propuseram uma seleção personalizada de Objetos de Aprendizagem a serem recomendados por meio de Filtragem Colaborativa com base nos Estilos de Aprendizagem dos estudantes e na Filtragem Colaborativa baseada em Tendências — combinadas por meio de um Algoritmo Genético. Uma avaliação

experimental (utilizando um conjunto de dados referentes a estudantes de Computação) indicou que a estratégia proposta proporcionou resultados melhores em comparação a outras abordagens de recomendação.

Anaya et al. (2013) tiveram como objetivo, por meio de um diagrama de influência, construir um sistema para analisar o rastreamento do aluno e as avaliações de colaboração no contexto da aprendizagem colaborativa em um ambiente de *e-learning* para identificar o contexto do aluno e propor recomendações a partir de indicadores de interações dos alunos nos fóruns dos espaços privados das equipes. A abordagem de SR proposta tem o contexto de aprendizagem colaborativa, fornecendo ao professor e aos alunos uma explicação amigável que pode ajudá-los a corrigir deficiências no processo de colaboração, aumentando assim sua confiança e melhorando seu aprendizado.

O trabalho de Florian et al. (2011), desenvolveu um protótipo de indicadores de aprendizagem analítica com os dados de navegação dos usuários do Moodle para posteriormente gerar recomendações a seus usuários, tanto a alunos quanto professores. A pesquisa enfoca o conceito de planos sociais e analisa as perspectivas sociais para acessar dados de rastreamento do Moodle, analisando a reutilização dos dados de rastreamento da plataforma para modelagem de alunos e grupos, e registro de atividades para construir modelos avançados de alunos baseados em atividades em um contexto social. As recomendações ficaram para trabalhos futuros, entre as possibilidades de recomendação estão: a) para professores: estratégias de aprendizagem, indicadores e lista de alunos que precisam de atenção especial porque correm o risco de desistir do curso; b) para alunos: sugerir conteúdos motivadores e atividades encorajadoras para ajudar ele a não desistir do curso.

No trabalho de Thai-Nghe et al. (2010), o principal foco foi criar um sistema para prever a performance dos estudantes em ambientes virtuais. Os autores propõem uma nova abordagem para os SR utilizando data mining (mineração de dados). Para validar essa abordagem, foram comparadas técnicas de SR com métodos tradicionais de regressão, como regressão lógica/linear utilizando dados educacionais para sistemas de tutores inteligentes. Os resultados mostraram que a abordagem realizada pode melhorar o resultado das predições. A partir do experimento foi possível constatar que a partir da perspectiva experimental, é possível afirmar que os SR em geral e a fatoração de matrizes obtiveram uma boa performance quando comparados com os demais métodos. Entre as contribuições do estudo estão: a) aplicação das

técnicas de SR como fatoração de matrizes no contexto educacional, principalmente na predição da performance dos estudantes; b) pesquisa do mapeamento de dados educacionais (dados de desempenho do aluno) para trabalhar com recomendações baseadas em item; c) comparação de SR com técnicas tradicionais como regressão linear ou regressão logística.

O objetivo do trabalho de Chen et al. (2020) foi criar um método de recomendação aprimorado. Chamando de AROLS - Recomendação Baseada em Estilos de Aprendizagem Online, este método é integrado ao modelo de Estilo de Aprendizagem Compreensivo para Aprendizagem Online. Entre suas tarefas está realizar recomendações considerando o estilo de aprendizagem como conhecimento prévio. Primeiro, ele gera grupos de alunos de diferentes estilos de aprendizagem. Em segundo lugar, os padrões de comportamento representados pela matriz de similaridade de recursos de aprendizagem e as regras de associação de cada cluster são extraídos usando o histórico de navegação dos alunos, criando assim um conjunto de recomendações personalizadas de tamanho variável de acordo com os resultados de mineração de dados das etapas anteriores.

Aguiar et. al (2019) apresentam um estudo experimental sobre a influência dos traços do modelo Big Five na construção de perfis de usuários de SRE. No experimento é analisado a aplicação da teoria dos Traços de Personalidade (TP) na busca por melhorias na construção do perfil dos estudantes (usuários) em SR, visando a uma acurácia maior na recomendação personalizada de recursos. Embora não tenha sido possível destacar precisamente os traços do modelo Big Five com maior influência, os resultados apontaram que os cinco traços não têm a mesma influência na recomendação, havendo indícios de que o uso do traço Abertura seja suficiente.

3.3 ANÁLISE COMPARATIVA

O estudo realizado está resumido no Quadro 8, que permite relacionar as seguintes dimensões avaliadas:

- A) Objetivos – esta coluna indica qual o objetivo da pesquisa estudada;
- B) Técnicas – esta coluna indica quais técnicas foram utilizadas em cada implementação;
- C) Dados – esta coluna indica que tipo de dados foram utilizados nos experimentos;

D) Integração – esta coluna indica se o sistema proposto possui integração com outros ambientes de apoio ao contexto de ensino e aprendizagem;

E) Avaliação – esta coluna indica o tipo de avaliação realizada no trabalho estudado.

Quadro 8 - Comparativo entre trabalhos

Pesquisa	Objetivos	Técnicas	Dados	Integração	Avaliação
Aguiar et. al (2018)	propor uma estratégia de recomendação de Objetos de Aprendizagem;	Filtragem Colaborativa baseada em Tendências e em Estilos de Aprendizagem combinadas por meio de um Algoritmo Genético;	Conjunto de dados referentes a estudantes de Computação de uma plataforma e-learning.	Não foi mencionado	Experimental
Anaya et. al (2013)	Identificar problemas do aluno em um ambiente colaborativo por meio de recomendações em que promovem sua experiência de aprendizagem.	Filtragem Colaborativa baseada em análises	dados de rastreamento e avaliação de pesquisas	Plataforma e-learning	Testes Funcionais
Glahn et. al (2011)	analisar a reutilização dos dados de rastreamento do Moodle para propor recomendações	Filtragem Colaborativa user-based	-	Moodle	Estudo de Caso

Thai- Nghe et. al (2010)	análise de técnicas de sistemas de recomendação para prever o desempenho do aluno	Filtragem Colaborativa e Fatorização de Matrizes	Knowledge Discovery and Data Mining Challenge	Não foi mencionado	Experimental
Chen et. al (2020)	Recomendação de recursos de aprendizagem	Filtragem colaborativa baseado em estilos de aprendizagem (user based)	Virtual Learning Environment (VLE).	Virtual Learning Environment (VLE).	Experimental
Aguiar et. al (2019)	Investigar o impacto da utilização de traço(s) do modelo Big Five na recomendação de recursos educacionais.	Filtragem Colaborativa baseada em Traços de Personalidade	Conjunto de dados Five Labs	Não foi mencionado	Estudo de Caso

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir das análises realizadas, é possível observar que existem diversas pesquisas sobre SR na área da educação. Em sua grande maioria, os estudos são focados em ajudar os estudantes a encontrarem cursos online semelhantes. Para isso as técnicas de Filtragem Colaborativa são as mais utilizadas, juntamente com outras técnicas, formando assim SR híbridos.

Poucas pesquisas foram encontradas com o objetivo de ajudar o aluno em seu percurso formativo durante o curso de graduação. Na revisão sistemática de Vaidhehi e Suchithra (2018) é possível encontrar um trabalho sobre a recomendação de currículo para o mercado de trabalho, dois trabalhos sobre recomendação de currículo personalizado e outros dois trabalhos sobre a recomendação da jornada de aprendizado do aluno.

A maioria dos trabalhos encontrados atua em recomendações específicas, tais como: recomendar um curso similar ao realizado, recomendar OA para apoio na aprendizagem de aulas, identificar problemas de aprendizagem do aluno em sistemas colaborativos. Embora tenham sido encontrados vários trabalhos sobre SR na área da educação, foi constatado que ainda assim existem poucos trabalhos na área em comparação a outros domínios. Essa constatação motiva o presente trabalho, pois observa-se uma lacuna na questão de recomendação de jornada de aprendizagem, bem como na avaliação de vantagens com integração de técnicas diversas.

4 GRADUATION MENTORING RECOMMENDER

Este capítulo descreve o modelo geral proposto. Para este trabalho, objetiva-se desenvolver um modelo de SR para os alunos de cursos de graduação levando em consideração o seu histórico de atividades cursadas, tanto de nível graduação como de extensão. Nas seções a seguir são detalhados os seus componentes e funcionamento.

4.1 VISÃO GERAL

O contexto geral do modelo proposto, denominado *Graduation Mentoring Recommender*, está representado na Figura 2. A sua abordagem tem como objetivo recomendar atividades complementares que podem expandir ou aprofundar a formação do aluno de graduação. O resultado da entrega do modelo proposto irá ajudar as IES a conectarem seus alunos com as áreas profissionais e as atividades complementares, exigências presente nas diretrizes do MEC, conforme detalhado no item 2.2.

Figura 1 - Contexto geral do modelo Graduation Mentoring Recommender

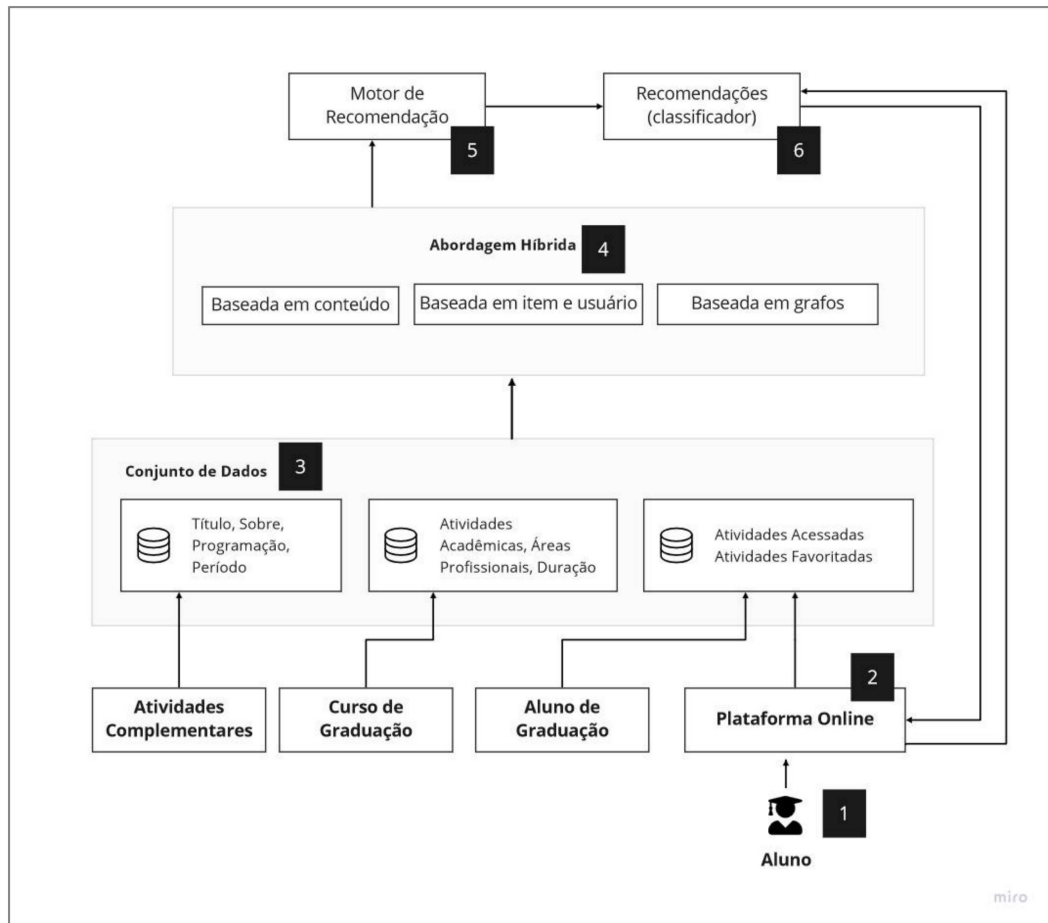


Fonte: Elaborado pelo autor

A sua estrutura é projetada para ser flexível, possibilitando ser aplicada por qualquer IES. É composta pelos seguintes componentes: Aluno de Graduação, Curso de Graduação, Atividades de Extensão, Plataforma Online e Sistema de Recomendação, são estes os componentes necessários para aplicar o modelo proposto. O componente Aluno de Graduação representa o aluno, a partir do qual serão geradas e destinadas as recomendações. O componente Curso de Graduação deriva as Áreas Profissionais, com isso determina as principais características de como serão as recomendações. O componente Atividades Complementares representa os itens a serem recomendados para os alunos. A Plataforma Online constitui o lugar onde o aluno acessa as atividades complementares e informa as preferências para suas recomendações. O componente Sistema de Recomendação contém o motor de recomendação e é o local onde as recomendações acontecem. É neste componente também que são detalhadas as técnicas de recomendação que serão utilizadas no modelo.

O contexto geral do trabalho proposto serve como ponto de partida para a identificação de necessidades e oportunidades. A Figura 2 descreve os elementos considerados para o modelo e seu relacionamento.

Figura 2 - Fluxo do modelo Graduation Mentoring Recommender



Fonte: Elaborado pelo autor

O aluno de graduação, que é representado pelo componente Aluno de Graduação, é para quem irá se destinar as recomendações geradas pelo modelo. Ele poderá escolher quais áreas profissionais deseja aprofundar do curso de graduação que está realizando. Além de escolher as áreas profissionais, também poderá sinalizar demais preferências que poderá ser fornecida pelos demais componentes: Curso de Graduação, Atividades Complementares da Plataforma Online. Além dos dados dos componentes listados, o componente Aluno de Graduação é responsável por representar as características do aluno, a partir dele se inicia e finaliza o modelo de recomendação.

A descrição detalhada de cada um destes componentes e seus dados é realizada a seguir.

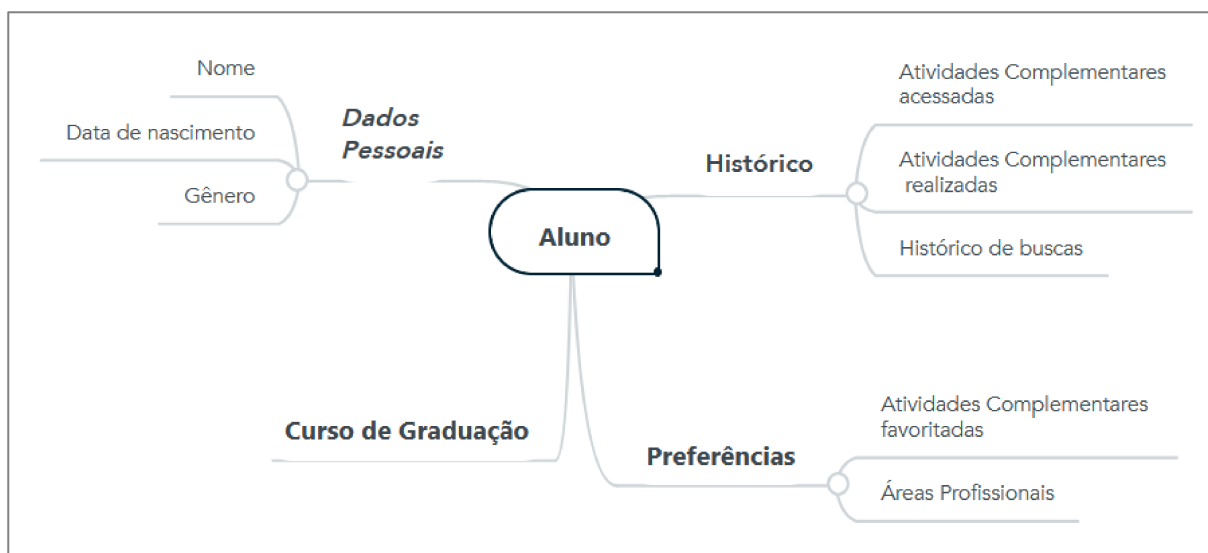
4.2 ALUNO DE GRADUAÇÃO

Na Figura 3 é possível ver uma representação visual deste componente, que contém quatro grupos de dados: Dados Pessoais, Histórico, Curso de Graduação e Preferências. O grupo de informações de Dados Pessoais como nome, data de nascimento e gênero indicam os atributos do aluno. O conjunto de campos Curso de Graduação descrevem as características do aluno no contexto da graduação. Por meio desses campos é possível saber de qual curso de graduação o aluno faz parte, em qual semestre estão e quais atividades acadêmicas já realizou.

Os dados de histórico concentram principalmente as informações geradas na Plataforma Online. Nesse grupo de informações estão atividades já realizadas, atividades visualizadas e o histórico das buscas do aluno.

No último grupo de dados estão as atividades marcadas como favoritas e as preferências profissionais que o aluno deseja aprofundar por meio das atividades complementares disponíveis.

Figura 3 - Mapa mental do componente Aluno de Graduação



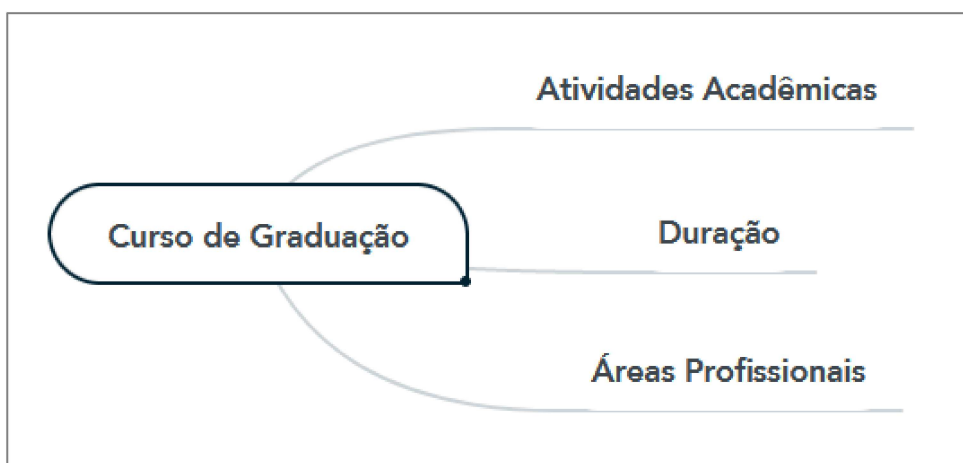
Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 CURSO DE GRADUAÇÃO

O Curso de Graduação tem como objetivo direcionar os caminhos da recomendação, pois é ele que fornece as áreas profissionais que serão apresentadas para o aluno. Além das áreas profissionais, o Curso de Graduação pode fornecer

outras características que poderão consolidar as recomendações. Por desempenhar um papel importante, os dados que o curso de graduação fornece são fundamentais para a recomendação dos cursos. Além de ter ligação direta com todos os demais componentes, é a partir dele que são direcionadas as recomendações. Entre as informações neste componente, estão as características das atividades acadêmicas, que podem conter elementos tais como observações, quantidade de créditos, quantidade de horas aula, correquisitos e pré-requisitos.

Figura 4 - Mapa mental do componente Curso de Graduação

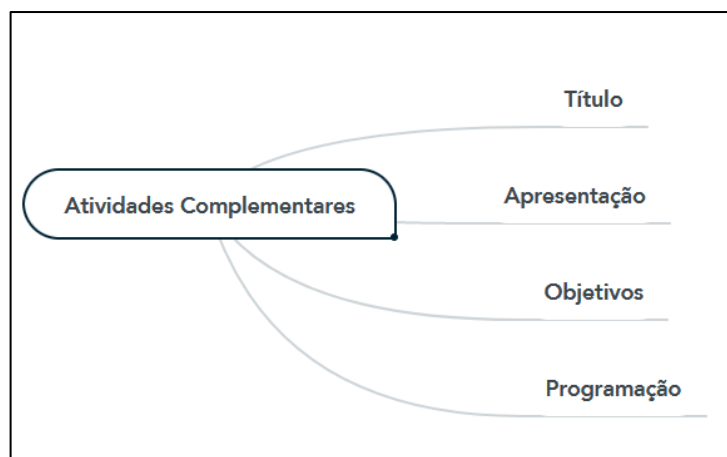


Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 ATIVIDADES COMPLEMENTARES

As Atividades Complementares são as ofertas que o aluno irá receber do SR. O componente Atividades Complementares engloba e determina de onde surgem as possibilidades de matrícula para o aluno. São essas as atividades que o Sistema de Recomendação deve filtrar e recomendar para o Aluno de Graduação, de acordo com suas áreas profissionais preferidas, conforme Figura 5.

Figura 5 - Mapa mental do componente Atividades de Complementares



Fonte: Elaborado pelo autor

Entre os dados que este componente disponibiliza estão o título, a programação e o período. Outras informações também podem constar no cadastro das Atividades de Complementares e poderão contribuir para o modelo de recomendação. Foi escolhido a recomendação de Atividades Complementares para os alunos devido a sua diversidade de opções, abrangem diferentes áreas, na grande maioria são de rápida duração e são uma das exigências do (MEC, 2018). Acredita-se que as Atividades Complementares são o elemento mais versátil para a personalização do aluno, pois não possuem restrição de públicos e podem ser realizadas em paralelo as Atividades de Graduação ou até mesmo nas férias dos alunos.

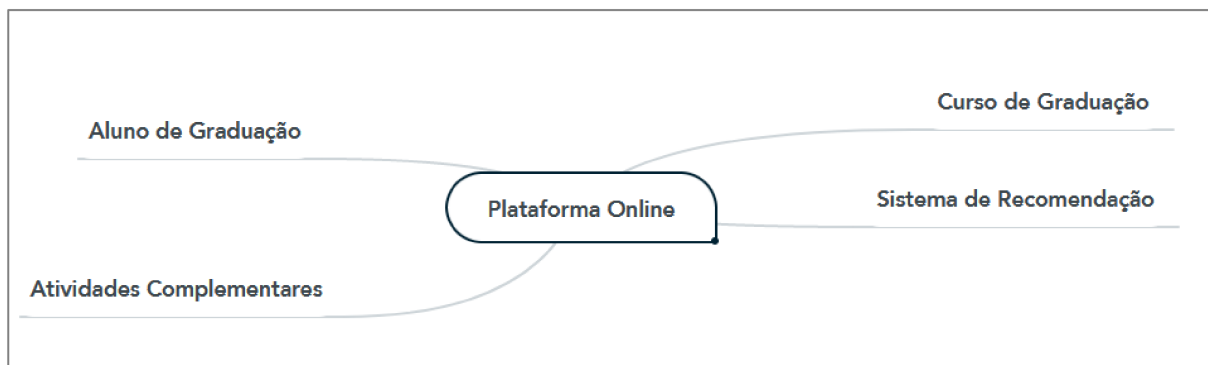
4.5 PLATAFORMA ONLINE

O componente Plataforma Online é o ambiente em que o aluno irá encontrar as Atividades Complementares, indicar suas preferências e gerar mais informações específicas sobre o seu perfil, como itens favoritos e logs de acessos. Nessa plataforma o aluno também pode ter uma visão geral de toda a sua jornada acadêmica de graduação.

Esta plataforma deve reunir as atividades complementares criadas pela IES, isso é, neste ambiente o aluno deve conseguir encontrar atividades como cursos de extensão, cursos de idiomas, eventos, monitorias, bancas etc. É importante que este componente esteja, de alguma forma, conectado com o ERP da IES, pois precisará

agregar os dados dos alunos, das atividades complementares e o curso de graduação que o aluno está realizando.

Figura 6 - Mapa mental do componente Plataforma Online



Fonte: Elaborado pelo autor

4.6 SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

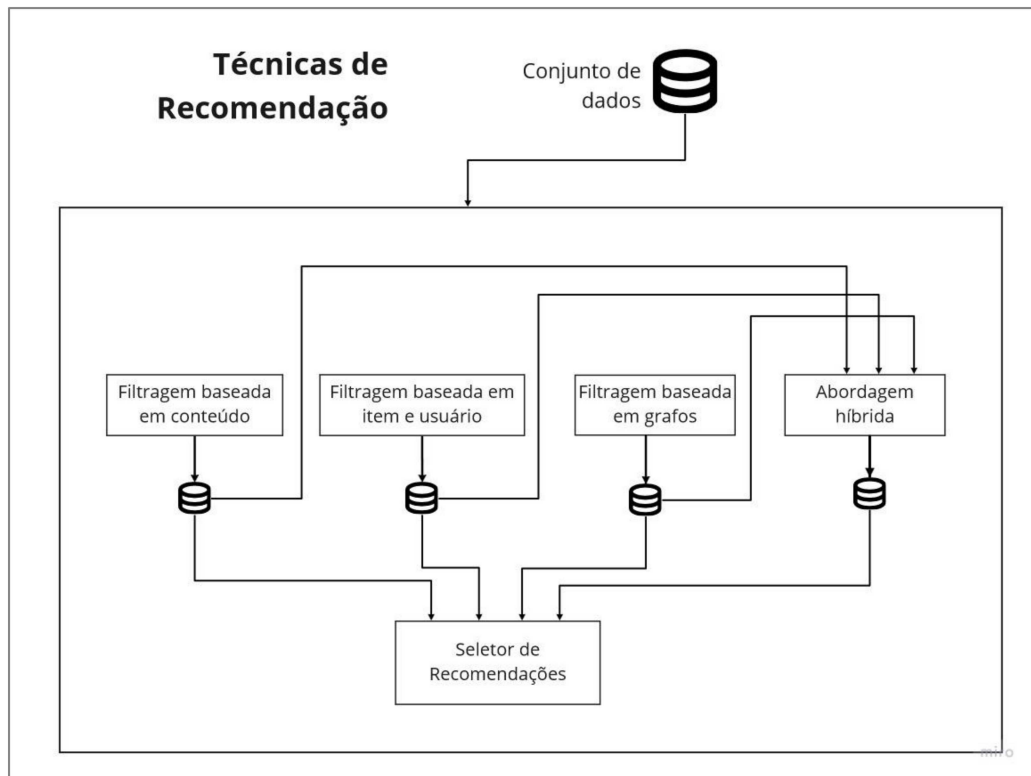
No componente Sistema de Recomendação encontra-se o motor das recomendações. Ele é abastecido com os dados originados dos demais componentes. É este componente que irá gerar as recomendações personalizadas das atividades complementares que podem apoiar a ampliação e aprofundamento do currículo do aluno.

Um SR pode ser composto por diversas técnicas, entre as principais estão: filtragem colaborativa (FC), filtragem baseada em conteúdo (FB); filtragem demográfica (FD); filtragem baseada em conhecimento (FBC); filtragem baseada em utilidade (FBU); filtragem baseada em outros contextos; filtragem híbrida (FH) (PONTES, 2020), de acordo com Alyari e Navimipour (2019), a Filtragem Colaborativa (FC) é uma das mais utilizadas (apud Aguiar et al., 2018).

A partir desta finalidade, para este trabalho o motor de recomendação irá utilizar uma abordagem desenvolvendo quatro abordagens de sistemas de recomendação, conforme ilustrado na figura 7. Na figura observa-se a representação de abordagens de recomendação baseadas em conteúdo (BC), baseadas em filtragem colaborativa (FC), baseadas em grafos (BG) e também uma abordagem híbrida com a combinação das demais abordagens. No caso de uma abordagem híbrida os resultados são

gerados a partir da combinação das recomendações com aspectos diversos, tais como a pontuação numérica de cada método combinado (BURKE, 2007).

Figura 7 - Técnicas a serem utilizadas no Graduation Mentoring Recommender



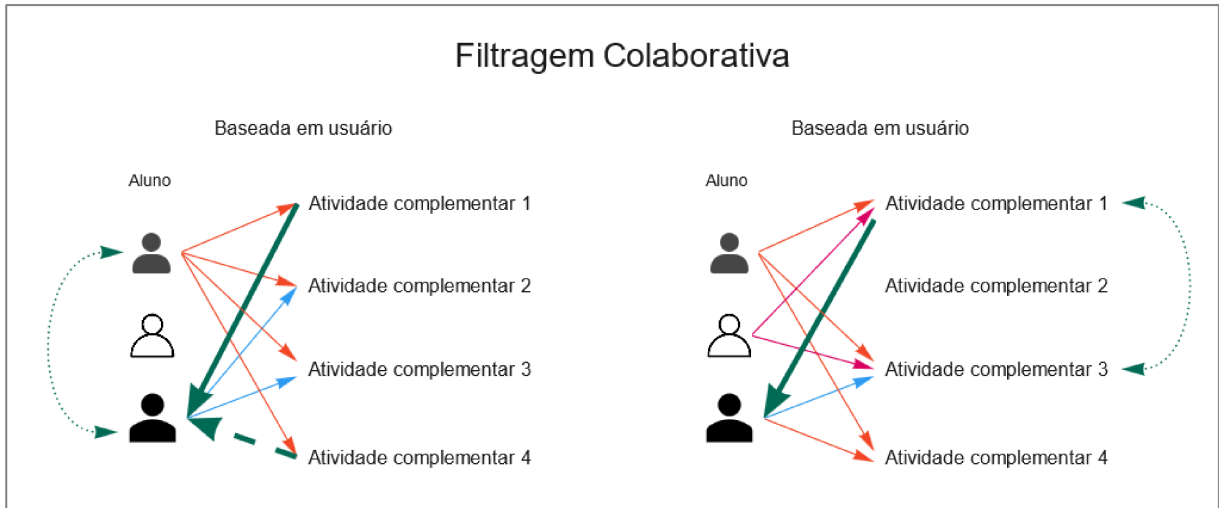
Fonte: Elaborado pelo autor

Na técnica FC, os algoritmos utilizam as avaliações dos usuários para fornecer recomendações aos demais usuários (MORAES et al., 2007) (PONTES et al., 2014). De acordo com JANNACH et al, (2010), a FC possui duas premissas. A primeira é que se usuários tiveram gostos similares no passado, então eles terão gostos similares no futuro. A segunda é que as preferências dos usuários permanecem estáveis e consistentes no decorrer do tempo (D'Ambros, 2020).

Deste modo, no modelo proposto, esta técnica buscará semelhanças entre os alunos e atividades para tentar prever o interesse dos alunos nas demais atividades com base nas atividades acessadas, conforme ilustrado na Figura 8. Ao criar esses grupos, de usuários e itens, assume-se que a avaliação a uma atividade será bastante similar às avaliações realizadas pelos membros do seu grupo, o mesmo acontece com os grupos das atividades. A correta criação destes grupos terá influência direta sobre a previsão de classificação das atividades. Para a criação destes grupos, são utilizados cálculo de similaridade. Conforme mencionado no Quadro 4, essa é uma

técnica amplamente utilizada, sendo a mais encontrada na Revisão Sistemática de Vaidhehi (2018).

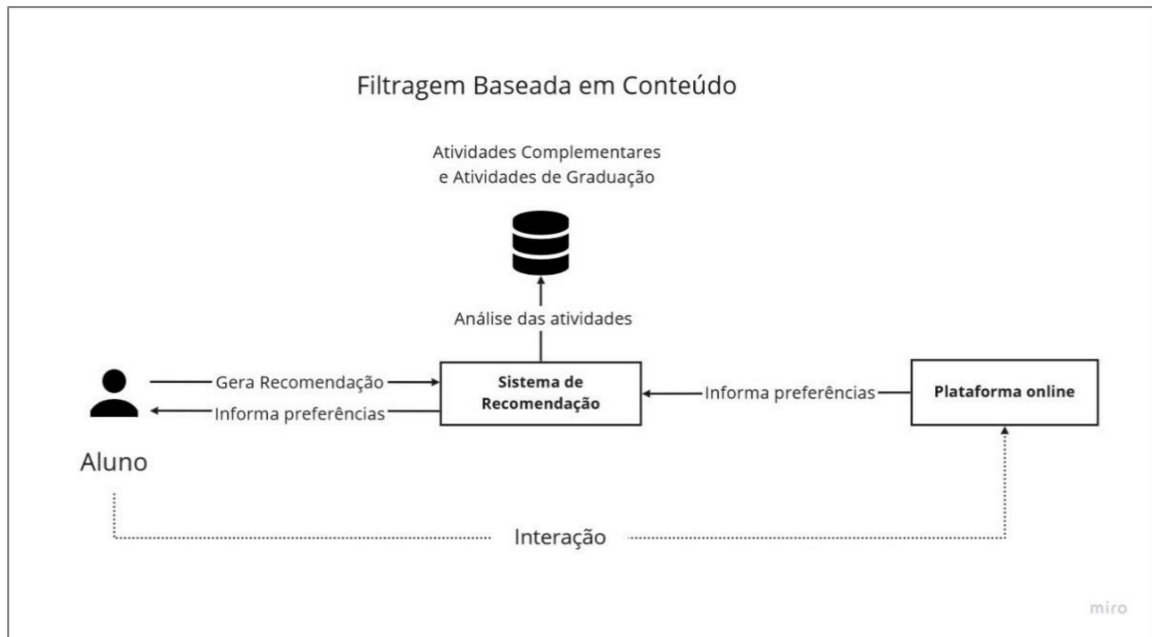
Figura 8 - Ilustração das relações da Técnica de Filtragem Colaborativa



Fonte: Elaborado pelo autor

Na técnica baseada em conteúdo, busca-se identificar itens que possam ser de interesse do usuário tomando como base para a decisão outros itens que o usuário já tenha consumido e avaliado (PAZZANI; BILLSUS, 2007). No cenário desta pesquisa, essa técnica irá identificar atividades que sejam semelhantes às que o aluno já realizou por meio das palavras-chaves descritas nos textos das atividades (título, sobre e programação). A importância de uma palavra pode ser definida de diferentes formas, sendo a mais comum a TF-IDF (abreviação do inglês *term frequency–inverse document frequency*, que significa frequência do termo–inverso da frequência nos documentos), um modelo estatístico (Aizawa, 1993). O TF-IDF faz uma medição de frequência nas palavras, as palavras que aparecem mais recebem um valor maior.

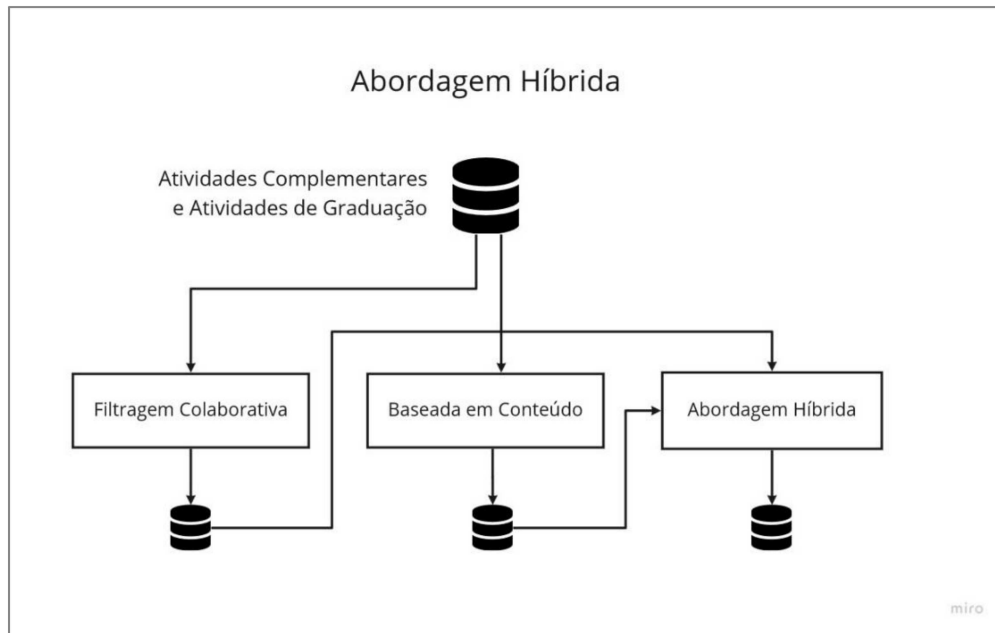
Figura 9 - Explicação da Técnica de Filtragem Baseada em Conteúdo



Fonte: Elaborado pelo autor

A técnica de filtro híbrido agrega mais de uma técnica de filtragem, geralmente usam uma combinação de filtro colaborativo com filtragem baseada em conteúdo (Figura 10), seu objetivo é aumentar o número de recomendações apresentados pela técnica colaborativa (MORAES 2019). Caso o número de recomendações geradas seja inferior à meta previamente estipulada, é executada a técnica baseada em conteúdo. O método híbrido considera primeiro a execução das recomendações de FC, logo após na técnica BC. Quando um item é recomendado por ambas as técnicas (FC e BC), o valor da predição da recomendação será a média do valor previsto por ambas as técnicas. Conforme mencionado na seção de Trabalhos Relacionados, no Quadro 6, a abordagem híbrida é abordagem mais encontradas na Revisão Sistemática de Pinho et. al (2019)

Figura 10 - Explicação da Abordagem Híbrida



Fonte: Elaborado pelo autor

No próximo capítulo estão descritos experimentos considerando como estudo de caso a Universidade do Vale do Rio dos Sinos e as técnicas de Filtragem Colaborativa, Filtragem Baseada em Conteúdo, abordagem híbrida, e a técnica de Filtragem Baseada em Grafos. Embora o presente trabalho não incorpore experimentos considerando todas as técnicas de Sistemas de Recomendação presentes na literatura, o objetivo não é que o modelo apresentado se limite a somente às técnicas apresentadas, bem como estima-se que o modelo possa ser implementado em qualquer IES.

5 ESTUDO DE CASO E EXPERIMENTOS

Neste capítulo são descritos o contexto de estudo de caso utilizado, que é composto por quatro experimentos. Para realizar estes estudos, foram utilizados dois contextos como elementos do estudo de caso. O primeiro foi dado pela ferramenta Unisinos Lab como fonte de dados de interação e o segundo contexto foi dado pelo curso de Direito da Unisinos, como exemplo de curso de graduação. Os experimentos permitiram o uso de diferentes técnicas de recomendação, com base nos dados reais destes dois contextos selecionados.

A estrutura do capítulo segue da seguinte maneira. No item 5.1 é apresentada uma descrição sobre a plataforma Unisinos Lab, indicando quais atividades os alunos encontram, quem pode acessar e de que maneira as atividades são organizadas na plataforma. No item 5.2 são apresentados detalhes da estrutura do curso de graduação em Direito. É descrito como o curso funciona, quais seus objetivos e características e como é a jornada típica de um aluno durante o seu percurso. No item 5.3 são detalhados os dados a serem utilizados para o estudo de caso. Dos itens 5.4 até ao item 5.7 apresenta-se a descrição de como foram realizados os experimentos e quais foram os resultados obtidos, respectivamente. No capítulo seguinte é apresentada uma análise geral sobre os experimentos.

5.1 PLATAFORMA DE CURSOS ONLINE: UNISINOS LAB

A Unisinos Lab é uma plataforma de livre acesso (Unisinos Lab, 2021), sendo que usuários que não estudam na Universidade também podem utilizá-la. Ao criar uma conta, os alunos necessariamente se encaixam em um determinado tipo de público, conforme explicado no Quadro 9. Na coluna “público” está o nome do público, na coluna “descrição” está para quem é o público. Abaixo estão os 10 perfis que um usuário pode conter na Lab. Um usuário pode estar associado a mais de um perfil.

Quadro 9: Públicos da Unisinos Lab

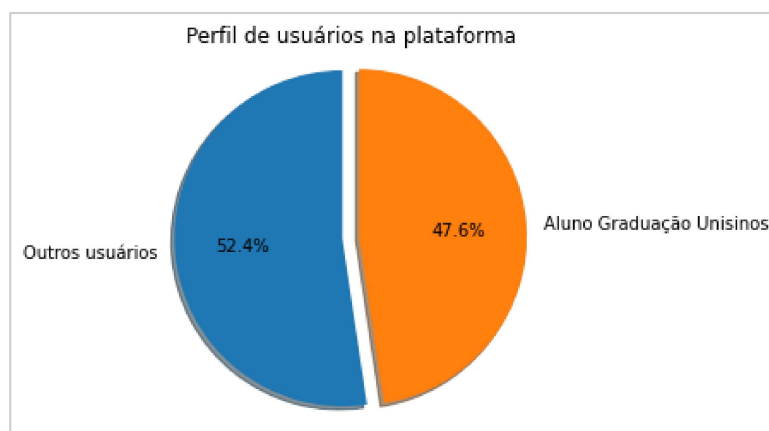
	Nome do Perfil	Descrição
1	Aluno Ativo Graduação	Engloba os alunos regularmente matriculados em um curso de graduação (EAD, presencial e híbrido).
2	Aluno Ativo Lato Senso	Engloba os alunos regularmente matriculados em um curso de lato (pós-graduação: especialização, Mbas, Mbes, LLms, Pós Mbas e Residências Médicas).
3	Aluno Ativo Estrito Senso	Engloba os alunos de Mestrado e Doutorado, tanto acadêmicos ou profissionais.
4	Professor	Professores da Unisinos.
5	Tutor	Tutores da Unisinos

6	Funcionário	Funcionários da Unisinos
7	Aluno Egresso	Alunos que tenham se formado ou em um curso de Graduação, Lato ou Estrito
8	Outras IES	Outras Instituições
9	Conecta	Alunos do Ensino Médio, com até 20 anos.
10	Público Geral	Que não se enquadra em todos os demais.

Fonte: Elaborado pelo autor

A plataforma Unisinos Lab é aberta para alunos além da Unisinos, por isso pode ter alunos tanto do Ensino Médio quanto de outras IES. Conforme o Gráfico 1, quase a metade dos alunos são de algum curso de graduação da Unisinos. A outra metade pode ser tanto de alunos de outros níveis da universidade, como alunos Estrito Senso ou Lato Senso quanto alunos que não pertencem a universidade.

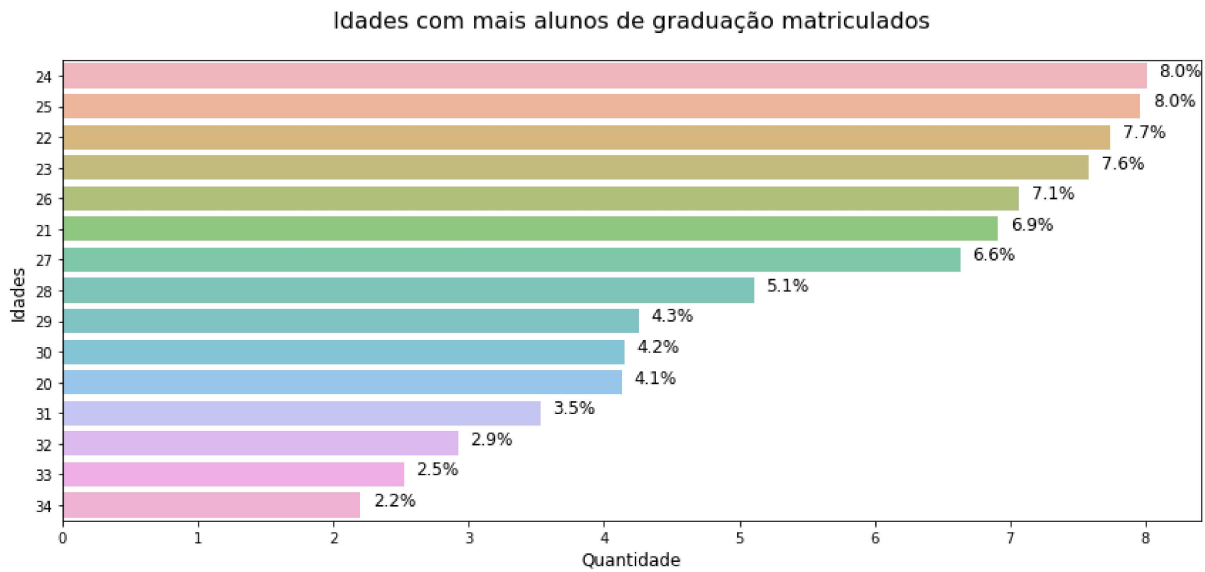
Gráfico 1 - Proporção de alunos de graduação na plataforma Unisinos Lab



Fonte: Elaborado pelo autor

Entre os alunos de graduação, a grande maioria possui entre 24 e 30 anos, conforme o Gráfico 2.

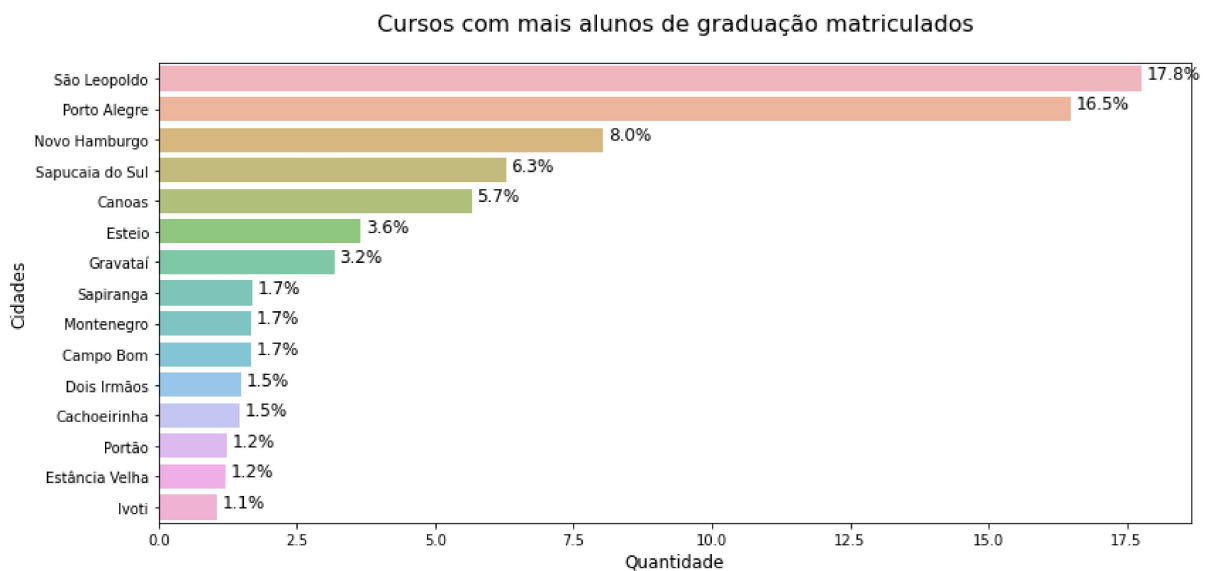
Gráfico 2 - Idades predominantes dos alunos de graduação da Unisinos



Fonte: Elaborado pelo autor

Por ter campi situados no Vale dos Sinos e na capital do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, os alunos de graduação são residentes de cidades a menos de 100km dos campi, Gráfico 3.

Gráfico 3 - Cidades predominantes dos alunos de graduação da Unisinos



Fonte: Relatório de matrículas

Ao acessar a plataforma, os alunos terão acesso aos diversos tipos de atividades. É importante ressaltar que os usuários não precisam necessariamente

terem criado uma conta no site, eles podem acessar ao portfólio de atividades sem ter criado uma conta. No Quadro 10 estão detalhados os tipos de atividades complementares existentes na plataforma.

Quadro 10 - Tipos de atividades da Unisinos Lab

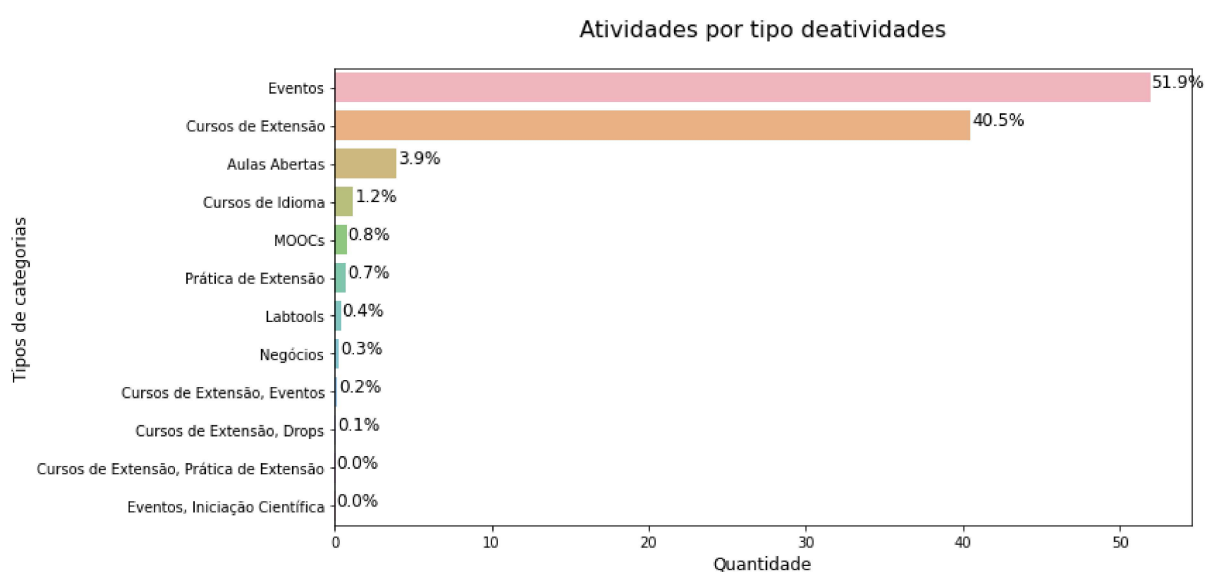
Tipo de atividades	Descrição	Pontuação
Cursos de Extensão	Cursos de curta duração que objetivam complementar a formação acadêmica do aluno de modo dinâmico e com foco específico.	5
Cursos de Idiomas	Cursos em cinco idiomas: Alemão, Francês, Italiano, Japonês e Espanhol.	15
Negócios	Programa de desenvolvimento de negócios que objetiva apoiar o aluno a transformar sua ideia em um negócio. O programa prevê duas etapas: pré-incubação e incubação. As atividades acontecem em um espaço de co-working junto ao parque tecnológico Tecnosinos.	5
Eventos	Eventos que permitem a participação presencial e a distância voltados para diferentes áreas do conhecimento.	5
Iniciação Científica	A prática de iniciação científica constitui um espaço, dentro das pesquisas científicas, destinado a alunos de graduação e a estudantes de Ensino Médio. Como colaboradores, os estudantes-pesquisadores realizam diversas atividades nos projetos de pesquisa, como observação de resultados, escrita acadêmica e elaboração de relatórios.	15
Monitorias	A monitoria de Atividade Acadêmica é um serviço de apoio pedagógico oferecido por alunos aos alunos interessados em seguir estudando após a aula em	15

	diálogo com colegas, bem como em solucionar dificuldades em relação a algum ponto dos assuntos trabalhados em aula.	
MOOCs	Cursos Massivos Online (do inglês, Open Online Courses - MOOCs) são cursos a distância que objetivam oferecer uma formação autônoma em temáticas específicas relacionadas a diferentes áreas de modo a incentivar a colaboração e a interação entre os participantes.	5

Fonte: Elaborado pelo autor

Como é possível ver no Quadro 10, cada atividade está obrigatoriamente associada a um tipo de atividade, e cada tipo de atividade está vinculado a um conjunto de pontos em determinadas competências. Esses são os pontos que o aluno ganha ao concluir uma atividade. É a partir desses pontos que é possível mensurar em gráficos o desenvolvimento de competências do aluno. No Gráfico 4 é possível ver a proporção de tipo de atividade com mais atividades. O portfólio de atividades disponíveis é majoritariamente composto por eventos e cursos de extensão.

Gráfico 4 - Quantidade de atividades por tipo na Unisinos Lab



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do banco de dados da plataforma

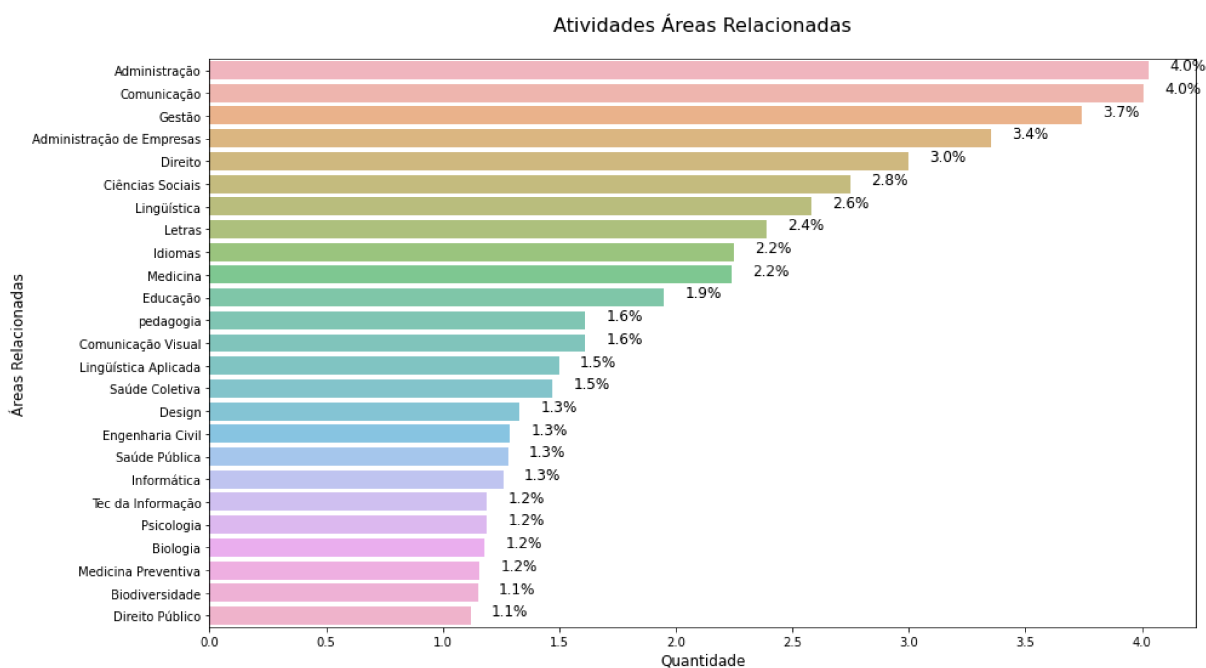
Ao mesmo tempo em que um estudante de Direito pode aperfeiçoar conhecimentos de empreendedorismo e liderança, seu colega de curso tem a chance de aprimorar habilidades voltadas para inteligência cultural e gestão de projetos. Ao final da graduação, os dois receberão o mesmo diploma, mas seus históricos mostrarão as diferenças de perfil entre os profissionais.

Diferente das categorias, onde cada atividade está ligada à somente uma categoria, no caso das competências, cada atividade pode ser associada a mais de uma competência. A lista de competências existentes está detalhada no Quadro 3, que apresentada no capítulo 2.3.

Além de acessar todas as oportunidades de atividades complementares da Universidade, o aluno pode marcar como favorito as atividades que mais têm interesse, acessar seus comprovantes de matrículas, e ver seu histórico de atividades já realizadas.

As atividades também estão categorizadas por áreas relacionadas, essas áreas correspondem a áreas específicas do conhecimento, como Administração, Comunicação, Educação etc. No Gráfico 5, é possível ver as 25 áreas com mais atividades relacionadas. A área do Direito é a quinta área com mais atividades relacionadas.

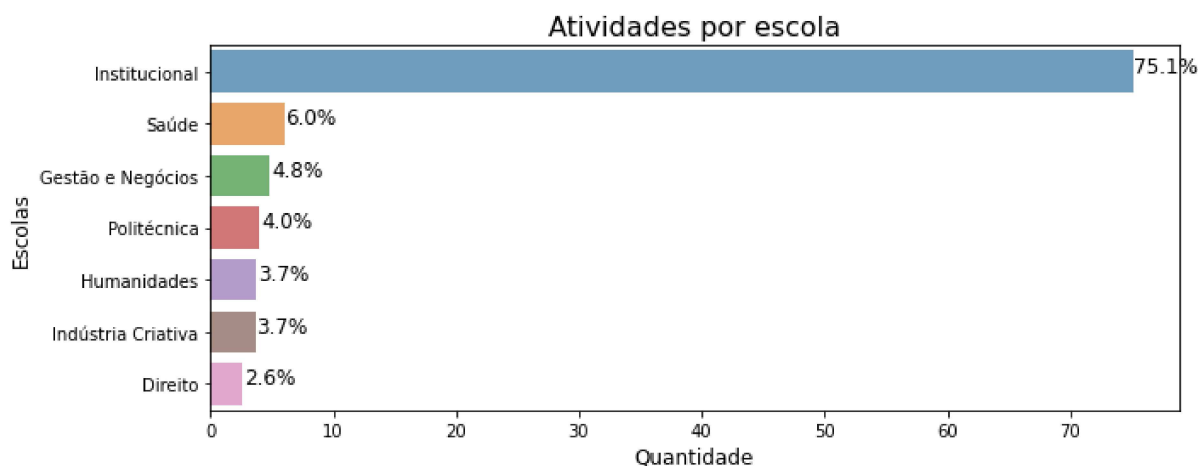
Gráfico 5 - Relação de atividades por áreas relacionadas



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos relatórios de cadastro de atividades

Outro dado importante a ressaltar, é a falta de cadastro indicando qual escola a atividade pertence, sendo que a maioria absoluta das atividades não possui uma escola cadastrada, conforme Gráfico 6.

Gráfico 6 - Proporção de atividades por escola

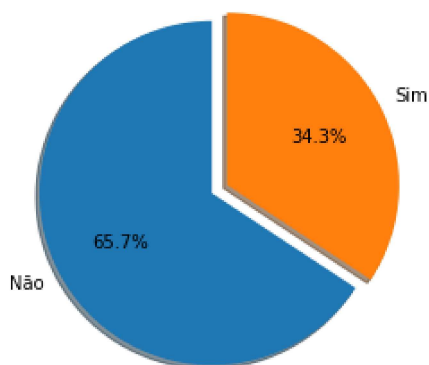


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos relatórios de cadastro de atividades

Conforme o Gráfico 7 mostra, nem todas as atividades complementares cadastradas no ERP da universidade são direcionadas para a plataforma, somente 34% das atividades estavam presente na plataforma. São vários os motivos para que isso aconteça, o principal deles é que em muitos casos, as atividades complementares não possuem um fluxo definido de divulgação e de matrícula, requisitos que a plataforma Lab exige que as cada oferta possua.

Gráfico 7 - Proporção de atividades complementares cadastradas na Unisinos Lab

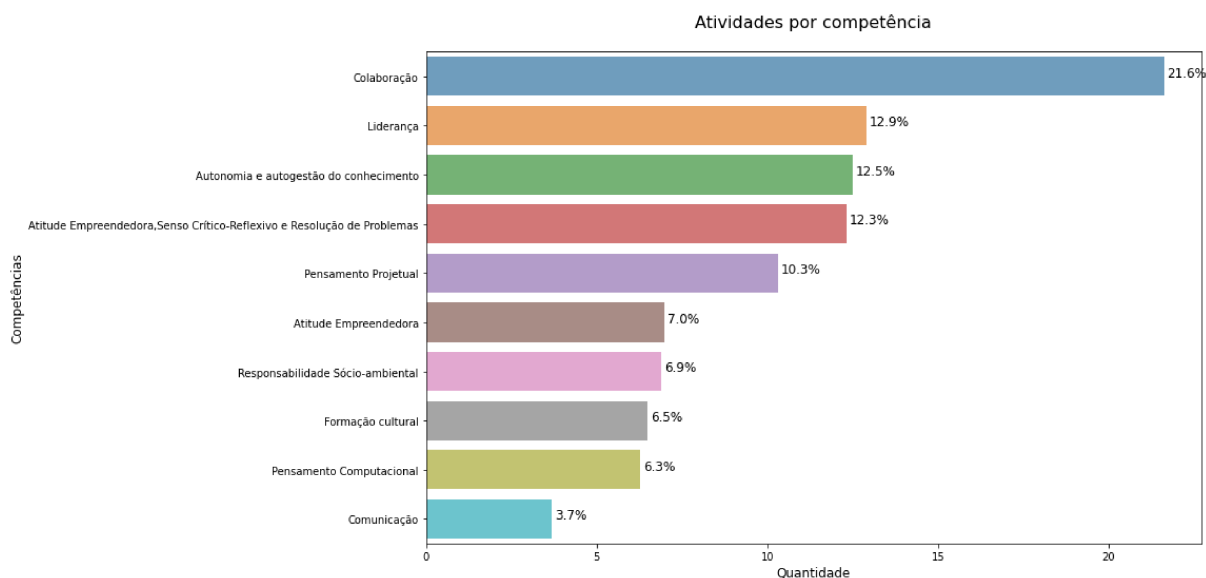
Atividades Complementares que estão na Unisinos Lab



Fonte: Relatório interno da universidade

Outra informação cadastrada para cada atividade, estão as competências. Conforme Gráfico 8, é possível ver que a competência de Colaboração é que mais possui atividades cadastradas, e Comunicação é a última, com apenas 3,7%.

Gráfico 8 - Proporção de atividades por competência



Fonte: banco de dados da plataforma Unisinos Lab

5.2 CURSO DE GRADUAÇÃO: DIREITO – GRADUAÇÃO PRO

Para o estudo de caso, foi selecionado o Curso de Direito. A justificativa da escolha se embasa no fato de ser um Curso com uma grande quantidade de alunos matriculados no currículo da Graduação PRO. De acordo com o Projeto Político Pedagógico (PPP), o Curso de Direito da Unisinos tem como objetivo a personalização do percurso formativo do aluno através de práticas curriculares cada vez mais próximas dos desafios das profissões das carreiras jurídicas, de modo a integrar ensino, pesquisa e extensão. No Quadro 11 é possível conferir as informações técnicas sobre o curso de Direito.

Quadro 11 - Dados gerais sobre o Curso de Direito

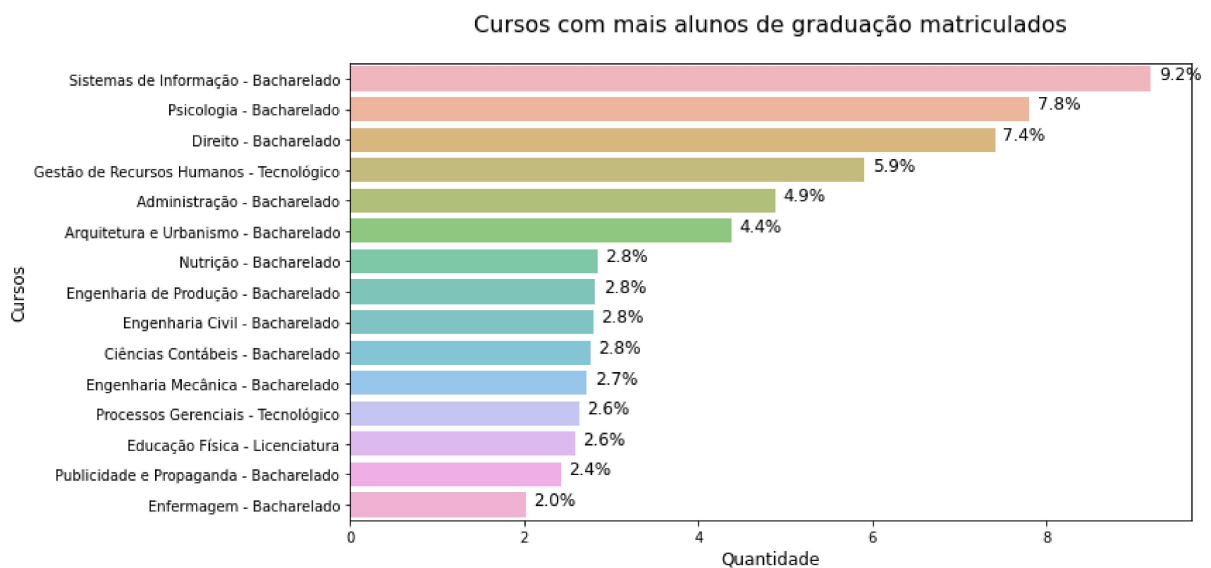
Nome do curso	Direito
Tipo de curso	Bacharelado
Escola a que pertence	Escola de Direito
Grau Conferido	Bacharel em Direito

Certificações Progressiva	Colaboração para o Desenvolvimento de Projetos Interdisciplinares; Propedêuticas; Constitucionalismo; Direito Civil; Direito Penal e Processual Penal; Direito Processual Civil; Direito do Trabalho e Processual do Trabalho; Direito Internacional e Direitos Humanos.
Modalidade do Curso	Presencial, com possibilidade de atividades a distância
Duração do curso	5 (cinco) anos
Carga Horária	3.915 horas A carga horária total está distribuída da seguinte forma: <ul style="list-style-type: none"> • Atividades Acadêmicas obrigatórias: 3.590 horas (4.308 horas-aula) • Atividades complementares: 325 horas

Fonte: Elaborado pelo autor

O curso de Direito está entre os três cursos com mais alunos matriculados, conforme Gráfico 9.

Gráfico 9 - 15 cursos com mais alunos matriculados em cursos de graduação



Fonte: Relatório de matrículas

Ao longo do Curso, o aluno pode percorrer caminhos diversos em interlocução com seus colegas de curso, de sua escola e de toda a universidade. O aluno tem cinco Trilhas de Formação à sua escolha: *Empreendedorismo*, *Inovação Social*, *Internacionalização*, *Mestrado* e *Específica do Curso*. A escolha do aluno por uma Trilha acontece no último ano do curso, ao matricular-se no Projeto Aplicado. As Trilhas de Formação se constituem de espaços que proporcionam uma experiência de interprofissionalidade, de modo relacionado à carreira e a possibilidades de percursos futuros.

Cada Trilha é composta por duas Atividades Acadêmicas, de 60 horas-aula cada, e pelo Projeto Aplicado, estruturado em duas Atividades Acadêmicas, também de 60 horas-aula cada. O Projeto Aplicado se configura como um Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, considerado um componente curricular obrigatório. Ele deve possibilitar o diálogo da Trilha escolhida pelo aluno com temas relacionados às Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Direito.

Trata-se de um modelo de formação que prevê o apoio personalizado ao desenvolvimento de competências por meio da ampliação dos espaços curriculares de escuta de cada estudante, a fim de oferecer espaços formais para a construção de propósito pessoal.

A Trilha Empreendedorismo tem por objetivo propiciar uma experiência empreendedora para alunos da Universidade que buscam desenvolver novos negócios, a partir de uma atitude reflexiva e colaborativa, em diálogo com diferentes áreas e segmentos de seu contexto profissional.

Entendida como a proposição de soluções inovadoras e que gerem impacto social, a Inovação Social se configura em uma Trilha que objetiva constituir espaços de aprendizagem coletiva, ocupados por alunos de diferentes cursos, projetando soluções para o bem-estar das populações no entorno da Universidade.

A Trilha Inovação Social está intrinsecamente ligada à proposta de construção de um “Espaço Colaborativo” na universidade, em articulação com a Extensão Universitária, entendida como ações de interação entre a universidade e a sociedade.

A proposta da Trilha propõe desenvolver experiências interculturais e elaborações transculturais para que os alunos se constituam como atores da sociedade globalizada. Para tanto, competências relacionadas ao cosmopolitismo, ao respeito às diferenças e à leitura e interpretação de novas geografias humanas, forjadas em processos migratórios, são desenvolvidas nessa Trilha.

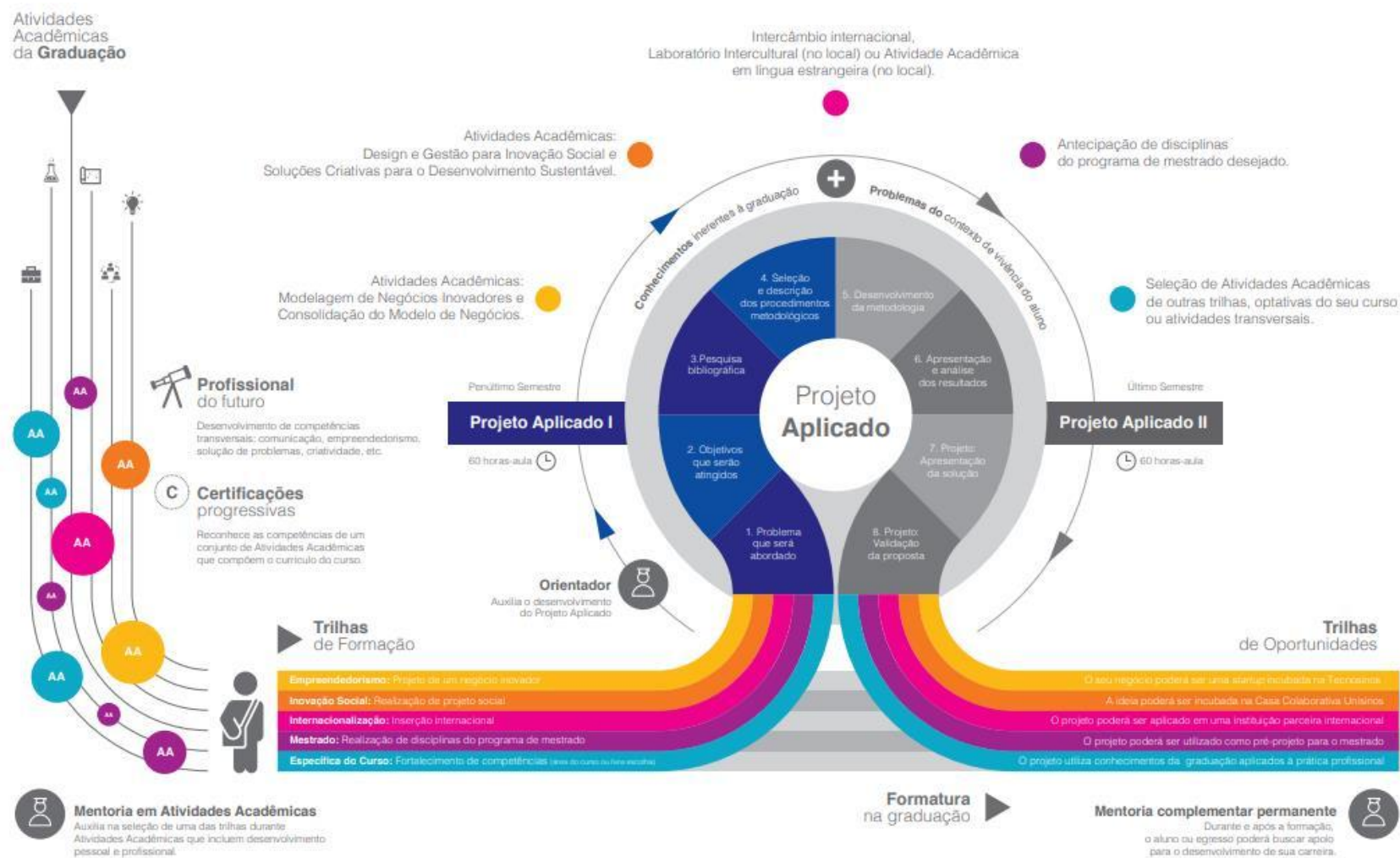
Essa Trilha Mestrado objetiva o desenvolvimento de competências de pesquisa científica e de inovação tecnológica em nível de pós-graduação. Objetiva também oferecer condições para uma melhor adaptação ao Mestrado e uma maior rapidez para desenvolvê-lo.

Ao optar por percorrer a Trilha Específica do Curso, o aluno poderá percorrer diferentes caminhos para concluir o último ano de Graduação. Trata-se de uma Trilha de temática livre, conectada à área de formação em Direito. O aluno que optar pela Trilha Específica do Curso percorrerá uma caminhada que culminará com escolhas, as quais podem ter como foco a especialização dentro de uma área de atribuição profissional ou a diversificação de saberes que complementarão sua formação profissional, especialmente buscando assim atender aos interesses particulares do estudante nesta etapa final do percurso formativo.

A partir deste detalhamento, é possível verificar que o currículo visa inserir o egresso do curso de Direito da Unisinos no mercado de trabalho e para isso as atividades complementares merecem atenção especial, pois é a partir delas que o aluno terá a possibilidade de experienciar essa inserção em momentos e perspectivas distintas ao longo do Curso. Isso proporciona um maior protagonismo do aluno no processo de customização da sua formação de acordo com os seus interesses individuais.

Para concluir, o objetivo do Curso de Direito é formar um profissional com as competências necessárias para exercer as prerrogativas e as obrigações de sua profissão, capaz de atuar com plenitude tanto nas áreas de conhecimento técnico específico (Direito Constitucional, Direito Administrativo, Direito Internacional Público e Privado, Direito Civil, Direito Processual Civil, Direito Empresarial, Direito Ambiental, Direito do Trabalho, Direito Processual do Trabalho, Direito Penal, Direito Processual Penal), em conexão com as constantes mudanças tecnológicas, culturais, comportamentais, sociais, conceituais e processuais experimentadas pela profissão e pelas inúmeras carreiras jurídicas que o curso permite escolher. A Figura 11 permite observar de forma ampla a jornada do aluno previamente detalhada.

Figura 11 - Jornada do aluno de graduação em Direito da Unisinos (PPP)

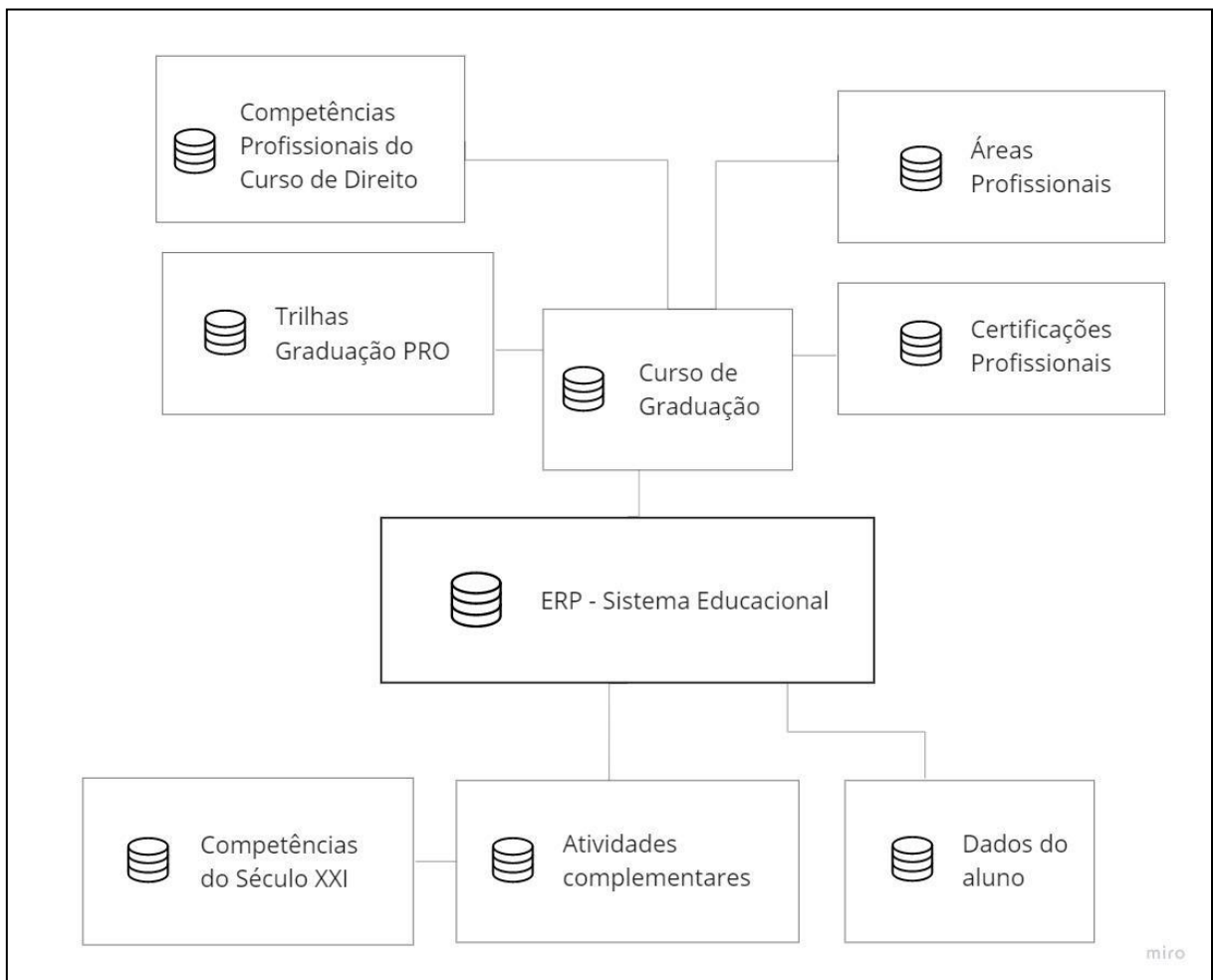


Fonte: Projeto Político-Pedagógico do Curso de Direito

5.3 CONJUNTO DE DADOS

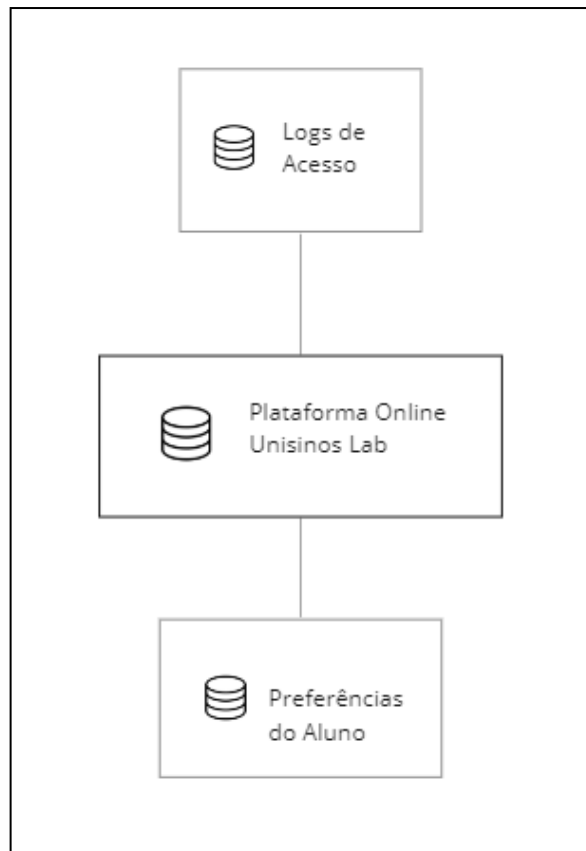
Para este estudo de caso, foram obtidos conjuntos de dados volumosos e representativos do contexto proposto na experimentação. No total são 10 conjuntos disponíveis para realizar as recomendações, sendo estes originados de dois grandes conjuntos, que estão interligados: o Sistema Educacional (ERP), e a Plataforma Online Unisinos Lab. A relação de ambos os sistemas pode ser visualizada nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 - Conjunto de dados provindos do Sistema Educacional (ERP)



Fonte: Elaborado pelo autor

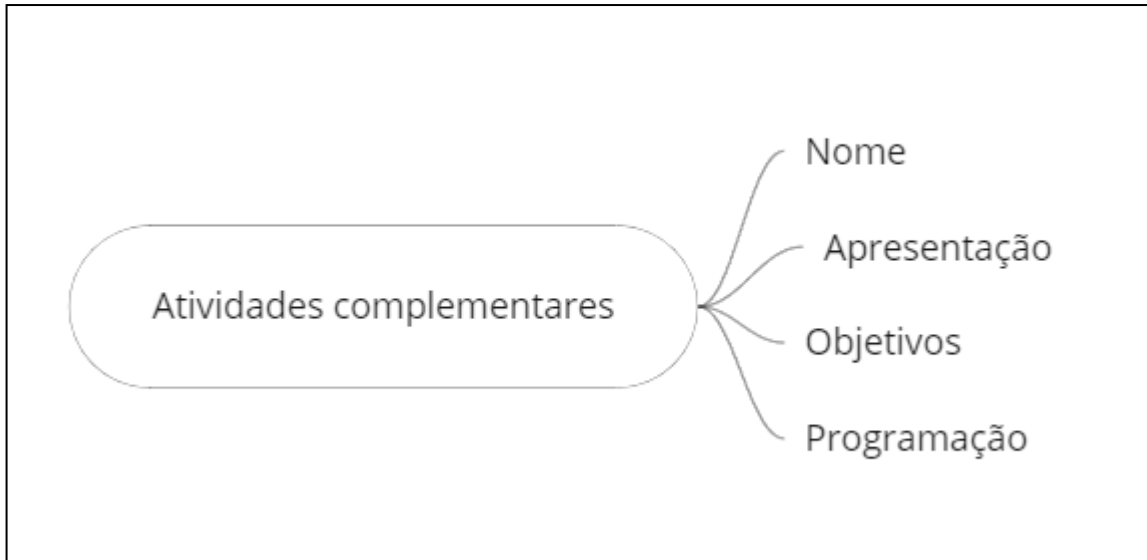
Figura 13 - Conjunto de dados Plataforma Online Unisinos Lab



Fonte: Elaborado pelo autor

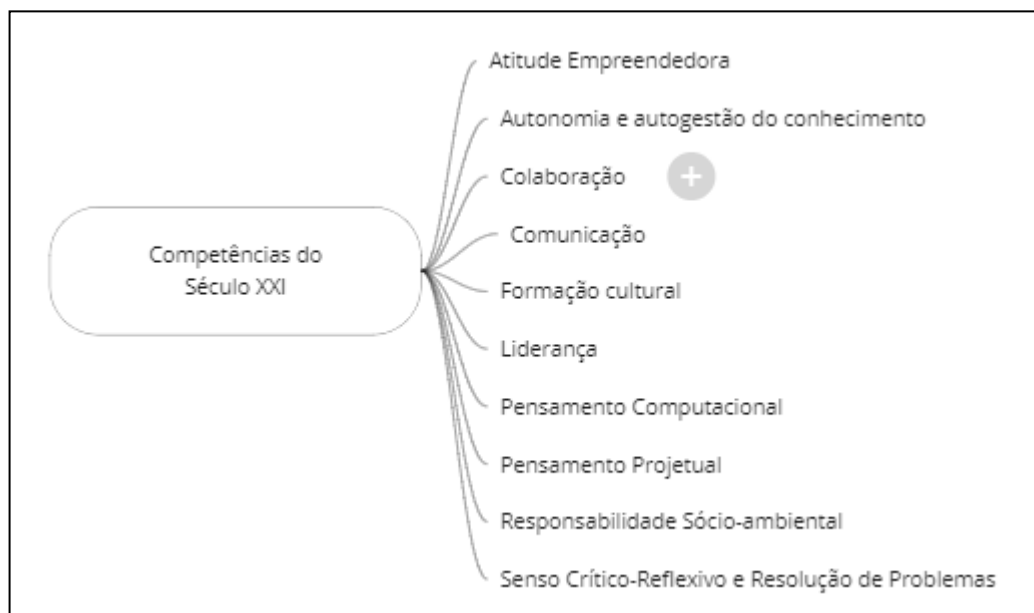
Como pode ser visualizado na Figura 12, o Sistema Educacional é composto por um conjunto de dados formado pelos demais conjunto de dados: Atividades Complementares (Figura 14), que engloba as Competências do Século XXI (Figura 15), Dados do Aluno (Figura 16) e Curso de Graduação (Figura 17), que por sua vez é composto pelos demais conjuntos de dados: Áreas Profissionais do Curso de Direito (Figura 18), Certificações Profissionais do Curso de Direito (Figura 19), Trilhas Graduação PRO (Figura 20) e Competências do Curso de Direito (Figura 21).

Figura 14 - Mapa mental do conjunto de dados Atividades Complementares



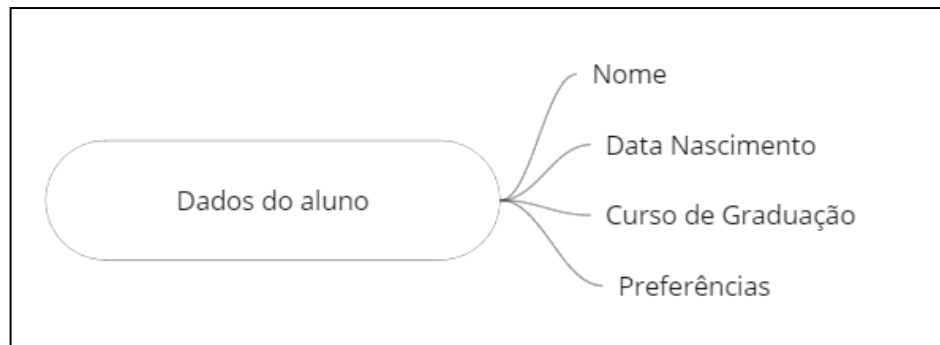
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15 - Mapa mental do conjunto de dados Competências do Século XXI



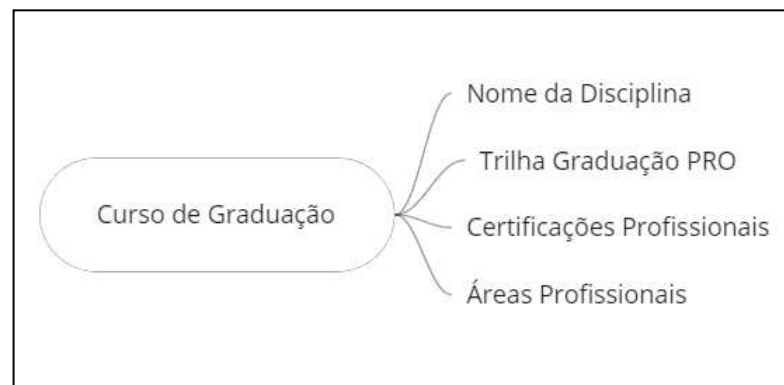
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 16 - Mapa mental do conjunto de Dados do Aluno



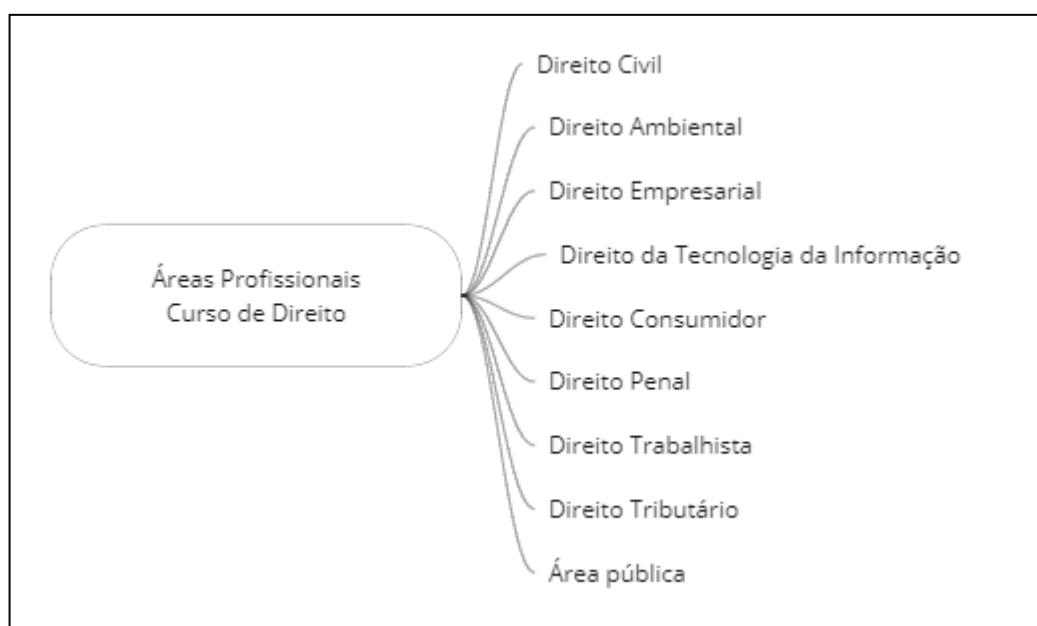
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 - Mapa mental do conjunto de dados Curso de Graduação



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18 - Mapa mental do conjunto de dados das Áreas Profissionais Curso de Direito



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19 - Mapa mental do conjunto de dados das Certificações Profissionais do Curso de Direito



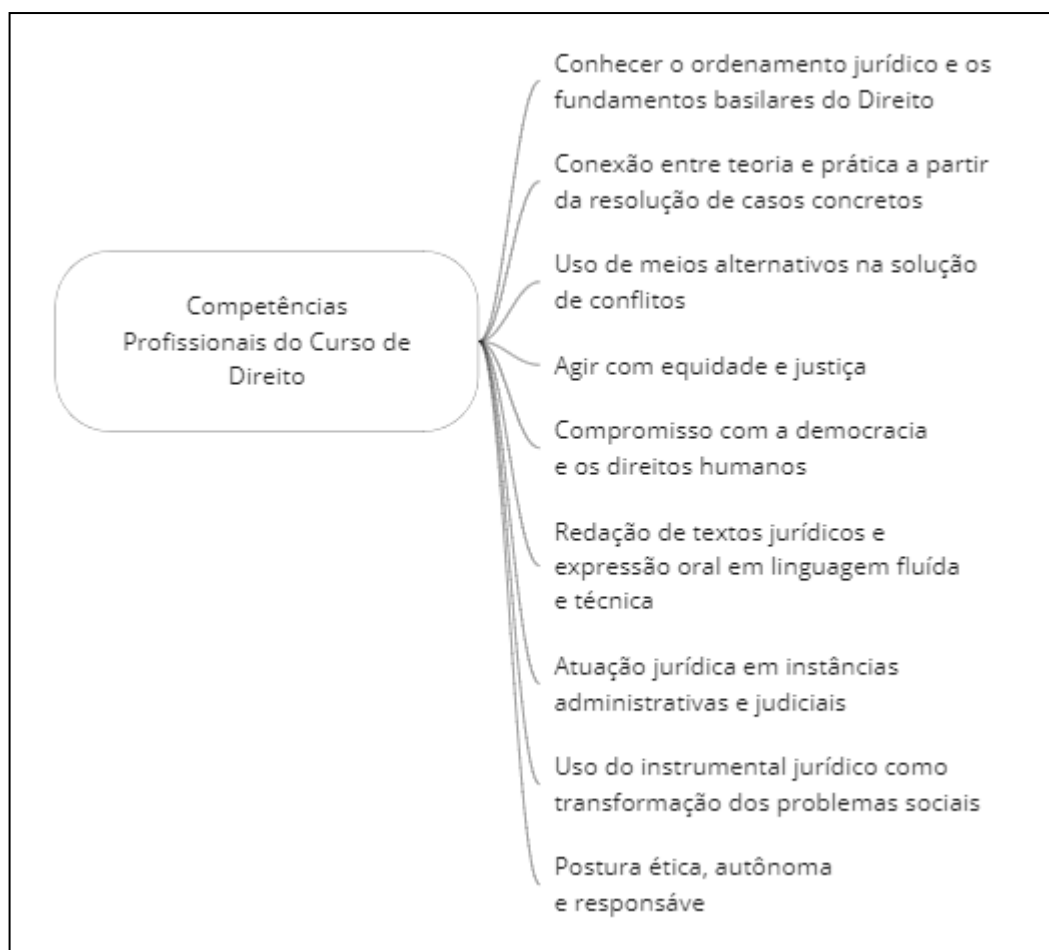
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 - Mapa mental do conjunto de dados Trilhas Graduação PRO



Fonte: Elaborado pelo autor

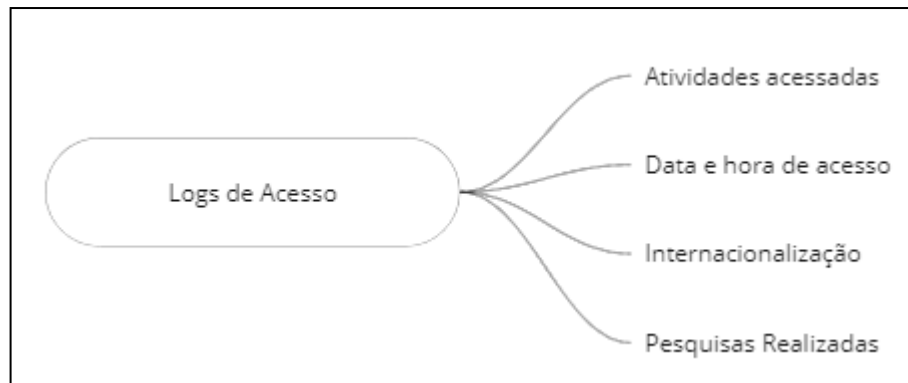
Figura 21 - Competências Profissionais do Curso de Direito



Fonte: Elaborado pelo autor

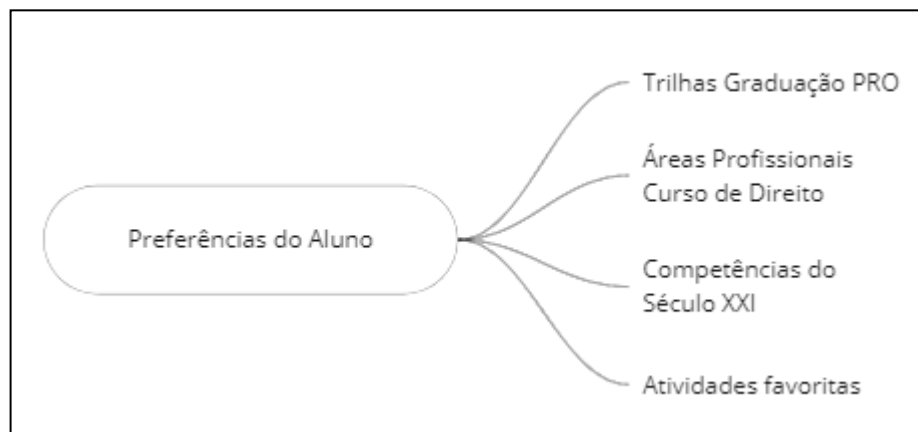
A Plataforma Online Unisinos Lab é formada pelos seguintes conjuntos de dados: Logs de Acesso (Figura 22) e Preferências do Aluno (Figura 23). A estrutura macro de todo o conjunto de dados pode ser visualizado a seguir na Figura 24.

Figura 22 - Mapa mental do conjunto de dados logs de acesso



Fonte: Elaborado pelo autor

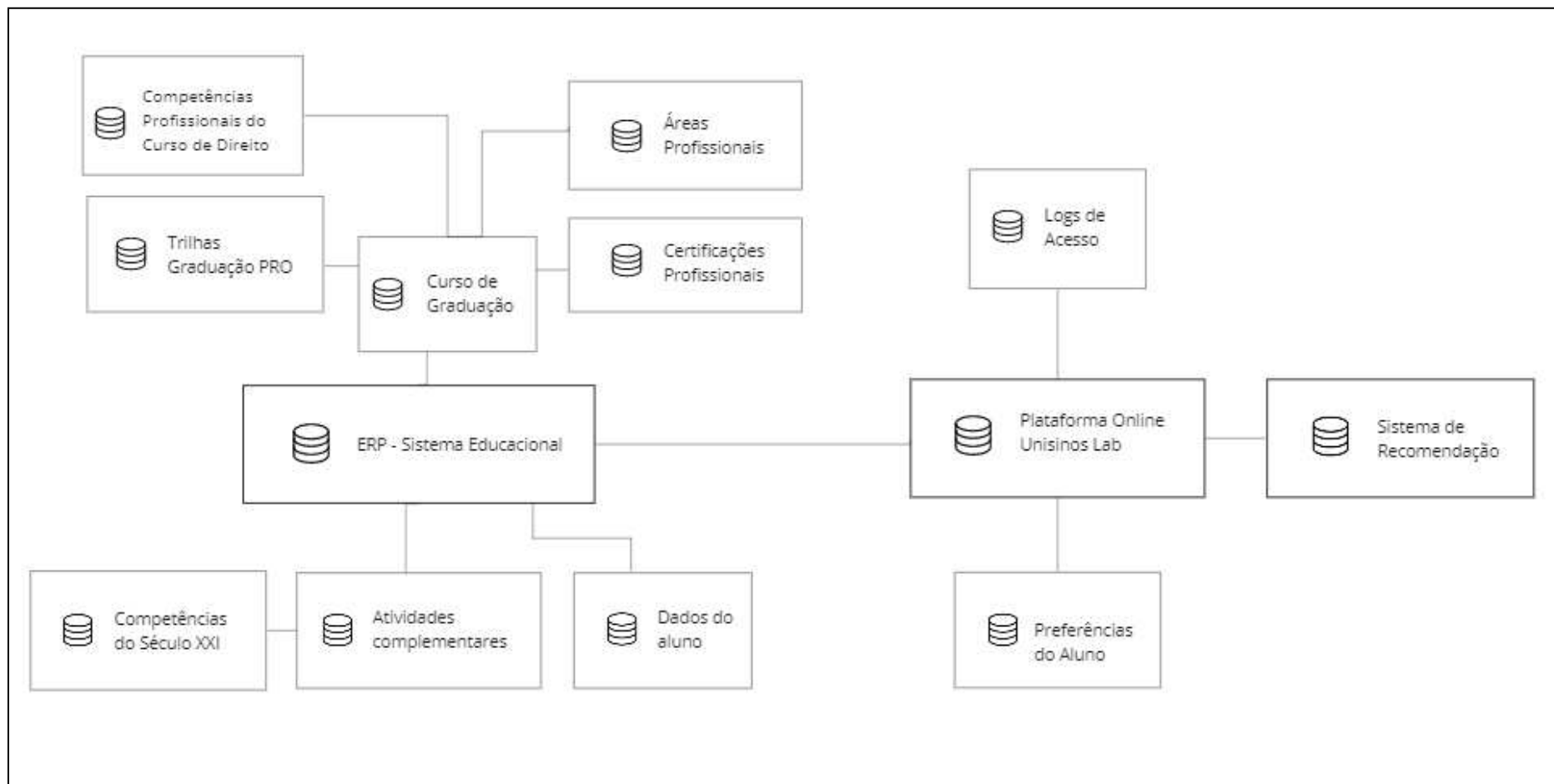
Figura 23 - Mapa mental do conjunto de dados Preferências do Aluno



Fonte: Elaborado pelo autor

Uma visão geral de todos os dados está representada na Figura 24.

Figura 24 - Representação visual do conjunto de dados para o Estudo de Caso



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4 EXPERIMENTO DE FILTRAGEM COLABORATIVA

Neste primeiro experimento buscou-se criar um modelo de recomendação de atividades utilizando exclusivamente as técnicas de FC. O estudo propõe, por meio dessas técnicas, apresentar ao aluno atividades relevantes com base em seu histórico de acessos, compondo basicamente as atividades que ele acessou previamente. Este componente pode ser utilizado, por exemplo, para recomendar atividades a alunos que possuem interesses parecidos.

5.4.1 Conjunto de dados de acesso e de usuários

Dois conjuntos de dados foram utilizados. O primeiro conjunto corresponde a lista de usuários (alunos). Nesta base de dados consta somente o ID do aluno, composto por 3.807 registros. O segundo conjunto de dados consiste no registro de 24.861 acessos, que correspondem as atividades acessadas por cada aluno. Ambos os conjuntos correspondem a um período aproximado de sete meses (de 11/05/2021 a 06/01/2022), nos quais foram extraídos diretamente do banco de dados da plataforma Unisinos Lab, da tabela de logs. Na Tabela 2 é possível ver uma parte do *dataset* de registros de atividades acessadas, na Tabela 3 é possível ver os cinco primeiros registros do dataset de usuários.

Tabela 2 - Primeiros registros do dataset de atividades acessadas

(24861, 2)

	user_id	atividades_acessadas
0	3892	EX920246 EX124080
1	3892	EX920246 EX124080
2	884	EX123503 EX121124 EX920571 EX920581 EX920586 E...
3	3897	EX920668
4	884	EX123503 EX121124 EX920571 EX920581 EX920586 E...

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3 - Primeiros registros do dataset de usuários

```

1 print(usuarios.shape)
2 usuarios.head()

```

(3807, 1)

	user_id
0	3892
1	884
2	3897
3	3242
4	3956

Fonte: elaborado pelo autor

5.4.2 Abordagem para filtragem colaborativa

A técnica de filtragem colaborativa foi escolhida para a realização deste trabalho pois o conjunto de dados disponível para realizar o experimento atende aos seus requisitos e também porque possui um modelo conceitual de operação de fácil entendimento. Por meio dela é possível analisar itens a serem recomendados sem preocupar-se com o conteúdo destes. (Herlocker et al, 2000).

O ponto de partida para o desenvolvimento considera o processo no qual o aluno acessa a plataforma, realiza o seu login e observa uma lista de cursos recomendados especialmente para ele de acordo com as atividades acessadas. Este é o resumo do processo de acordo com o objetivo, conforme a figura 25, que exemplifica as recomendações para um caso específico.

Figura 25 - Exemplo de recomendações de atividades na Unisinos Lab



Fonte: Elaborado pelo autor

O experimento a seguir baseou-se no framework de Tjokri (2018). Os resultados das recomendações foram medidos por meio das métricas de *Precision* e *Recall*. A linguagem de programação utilizada no experimento foi Python e as bibliotecas utilizadas foram: *Pandas* e *Numpy*, para a manipulação dos dados; *Turicreate* para realizar a seleção e avaliação do modelo e *Skelearn* para dividir os dados em treinamento e conjunto de teste.

Antes de criar e executar a predição dos modelos, os dados foram divididos em dois conjuntos, de treinamento e teste. A proporção utilizada para treinamento e teste foi de 80:20, respectivamente. A parte de treinamento foi usada para desenvolver os modelos preditivos, enquanto a de teste foi utilizada para avaliar o desempenho dos modelos. Para dividir os dados, foi utilizado a função *train_test_split* da ferramenta Scikit-Learn, esta é uma biblioteca desenvolvida especificamente para aplicação prática de Machine Learning, (Pedregosa et al, 2011).

Para gerar a lista de atividades recomendadas, foi utilizado outra ferramenta de Machine Learning, Turicreate. Esta biblioteca é composta por um conjunto de ferramentas para a criação de modelos de Machine Learning, geralmente utilizada para tarefas como classificação de imagens, detecção de objetos, transferências de estilo, recomendações etc. Por meio desta ferramenta, foi possível obter os itens mais semelhantes para cada item comparando o com os demais itens.

Para gerar a lista de atividades similares para cada usuário, foram testados nove modelos de predição, todos utilizando os mesmos dados. Os modelos criados foram Popularidade, Cosseno e Pearson. Cada um deles foi testado utilizando o dado de *target*, que nesse caso é o número de sessões do usuário em cada atividade, de três diferentes formas: a) considerando a contagem total de sessões; b) considerando a sessões com valor *dummy*; c) considerando sessões com valor normalizado. As sessões com valor dummy consideram apenas os valores 0 ou 1. Utilizam valores 1 quando o usuário acessou a atividade e 0 quando não acessou. A lista dos modelos está no Quadro 12 e os resultados das predições encontra-se na sessão a seguir, 5.4.4.

Quadro 12 - Lista de modelos do experimento de Filtragem Colaborativa

Modelo	Descrição
Modelo 1	Popularidade com contagem de sessões

Modelo 2	Popularidade com dummy de sessões;
Modelo 3	Popularidade com sessões normalizadas;
Modelo 4	Cosseno com contagem de sessões
Modelo 5	Cosseno com dummy de sessões;
Modelo 6	Cosseno com sessões normalizadas;
Modelo 7	Pearson com contagem de sessões
Modelo 8	Pearson com dummy de sessões;
Modelo 9	Pearson com sessões normalizadas;

Fonte: Elaborado pelo autor

Para gerar a lista de atividades a recomendar, foi necessário calcular a semelhança entre a atividade já acessada com todas as outras atividades. É dessa forma que cada item (atividade) relacionado terá seus itens vizinhos.

De acordo com a documentação da biblioteca Turicreate (Turi, 2022), o modelo Popularidade, que é criado a partir da função *recommender.popularity_recommender*, classifica um item de acordo com sua popularidade geral. Ao gerar as recomendações, os itens são pontuados pelo número de vezes que são vistos no conjunto de treinamento. As pontuações dos itens são as mesmas para todos os usuários, com isso, as recomendações não são feitas sob medida para indivíduos. Enquanto isso, os modelos de Cosseno e Pearson são criados a partir da função *ItemSimilarityRecommender*. Neste caso o modelo classifica um item de acordo com sua semelhança com outros itens observados para o usuário em questão.

Nos modelos de Cosseno e Pearson, a similaridade entre os itens é obtida por meio de um peso de correlação entre as distâncias, na qual o cálculo pode ser feito por várias medidas (D'Ambros, 2020). Neste experimento para os modelos Cosseno e Pearson, foram utilizadas as distâncias de Cosseno e Pearson, respectivamente.

A distância de Pearson utiliza-se do coeficiente de correlação, que sempre fica na faixa de valores entre -1 e 1. Esse valor, dentro de um sistema de recomendação, indica o quanto o usuário ativo concorda com cada um dos outros usuários nas avaliações que os dois realizam em comum. (Fazio, 2013). Na medida de Cosseno, a similaridade é expressa como a proximidade entre os vetores das avaliações, estes vetores podem ser relacionados a um item ou a um usuário (Júnior, 2017).

5.4.4 Resultados

Nesta sessão, na primeira parte, estão descritos os resultados para recomendação dos nove modelos onde três usuários recebem dez atividades a serem recomendadas cada um. Os três usuários são os mesmos em todos os nove modelos.

Os três quadros a seguir (13, 14 e 15) correspondem aos resultados de recomendação utilizando o modelo Popularidade, que conforme explicado na sessão anterior, este modelo classifica um item de acordo com sua popularidade geral, neste caso, o modelo irá classificar a popularidade de cada atividade de acordo com os acessos recebidos.

Em todos os modelos, Popularidade, Cosseno e Pearson, os modelos com total de sessões, são realizados a partir de uma contagem regular das visualizações que cada usuário tem em cada atividade. Nos modelos com sessões *dummy*, é categorizado em 0 ou 1 as atividades acessadas pelo usuário, onde 0 corresponde a não ter acessado e 1 que o usuário acessou a atividade. Os modelos com sessões normalizadas correspondem a frequência que cada atividade foi acessada entre todos os usuários. A coluna pontuação varia de 0 e 10.

Quadro 13 - Precision e Recall do modelo Popularidade com total de sessões

usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.
3892	EX920863	8.6	1	884	EX920863	8.6	1	3897	EX920863	8.6	1
3892	UN11119	7.719298245614035	2	884	UN11119	7.719298245614035	2	3897	UN11119	7.719298245614035	2
3892	EX920727	7.0	3	884	EX920727	7.0	3	3897	EX920727	7.0	3
3892	EX920499	5.117647058823529	4	884	EX920499	5.117647058823529	4	3897	EX920499	5.117647058823529	4
3892	EX920932	5.0	5	884	EX920932	5.0	5	3897	EX920932	5.0	5
3892	EX920737	5.0	6	884	EX920737	5.0	6	3897	EX920737	5.0	6
3892	EX920709	5.0	7	884	EX920709	5.0	7	3897	EX920709	5.0	7
3892	UN10008	4.5394736842105265	8	884	UN10008	4.0	8	3897	UN10008	4.5394736842105265	8
3892	EX920563	4.0	9	884	AE120014	4.0	9	3897	EX920563	4.0	9
3892	AE120014	4.0	10	884	EX920874	4.0	10	3897	AE120014	4.0	10

Fonte: Elaborado por autor

Quadro 14 - Precision e Recall do modelo Popularidade com sessões dummy

usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.
3892	EX124512	1.0	1	884	EX124512	1.0	1	3897	EX124512	1.0	1
3892	EX920845	1.0	2	884	EX920845	1.0	2	3897	EX920845	1.0	2
3892	EX124987	1.0	3	884	EX124987	1.0	3	3897	EX124987	1.0	3
3892	EX125026	1.0	4	884	EX125026	1.0	4	3897	EX125026	1.0	4
3892	EX920950	1.0	5	884	EX920950	1.0	5	3897	EX920950	1.0	5
3892	EX920398	1.0	6	884	EX920398	1.0	6	3897	EX920398	1.0	6
3892	EX920740	1.0	7	884	EX920740	1.0	7	3897	EX920740	1.0	7
3892	EX920722	1.0	8	884	EX920722	1.0	8	3897	EX920722	1.0	8
3892	EX920919	1.0	9	884	EX920919	1.0	9	3897	EX920919	1.0	9
3892	EX920850	1.0	10	884	EX920850	1.0	10	3897	EX920850	1.0	10

Fonte: Elaborado por autor

Quadro 15 - Precision e Recall do modelo Popularidade com sessões normalizadas

usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.
3892	EX920985	1.0	1	884	EX920985	1.0	1	3897	EX920985	1.0	1
3892	EX920665	1.0	2	884	EX920665	1.0	2	3897	EX920665	1.0	2
3892	EX920815	0.75	3	884	EX920815	0.75	3	3897	EX920815	0.75	3
3892	EX920912	0.6666666666666666	4	884	EX920912	0.6666666666666666	4	3897	EX920912	0.6666666666666666	4
3892	EX920887	0.6666666666666666	5	884	EX920887	0.6666666666666666	5	3897	EX920887	0.6666666666666666	5
3892	EX125065	0.6666666666666666	6	884	EX125065	0.6666666666666666	6	3897	EX125065	0.6666666666666666	6
3892	EX920817	0.5714285714285714	7	884	EX920817	0.5714285714285714	7	3897	EX920817	0.5714285714285714	7
3892	EX920511	0.5	8	884	EX920511	0.5	8	3897	EX920511	0.5	8
3892	EX920819	0.5	9	884	EX920819	0.5	9	3897	EX920819	0.5	9
3892	EX920967	0.5	10	884	EX920967	0.5	10	3897	EX920967	0.5	10

Fonte: Elaborado por autor

Os três quadros a seguir (16, 17 e 18), correspondem as recomendações utilizando o modelo de Cosseno.

Quadro 16 - Precision e Recall do modelo Cosseno com total de sessões

usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.
3892	EX920508	0.3741702735424042	1	884	EX124140	0.09168688689961153	1	3897	EX920795	0.011542073488235473	1
3892	EX120018	0.3306991457939148	2	884	EX125040	0.09095232977586634	2	3897	UN10006	0.010970981121063232	2
3892	EX124511	0.3196873068809509	3	884	EX920795	0.08972082593861748	3	3897	EX920180	0.01045415997505188	3
3892	EX920675	0.31610938906669617	4	884	EX920180	0.0777817947023055	4	3897	UN10001	0.01027874231338501	4
3892	EX124935	0.29755938053131104	5	884	EX124511	0.07673932699596181	5	3897	UN10007	0.00945277214050293	5
3892	EX124421	0.2701195776462555	6	884	EX125002	0.07612864585483775	6	3897	EX920827	0.00892391562461853	6
3892	EX123707	0.256320059299469	7	884	EX920235	0.07500784887987025	7	3897	EX920081	0.008679379224777222	7
3892	EX920535	0.24441346526145935	8	884	EX920982	0.07466923489290125	8	3897	EX125002	0.00862668991088672	8
3892	EX920725	0.24253562092781067	9	884	EX920827	0.07345918872777153	9	3897	EX920982	0.008476181030273438	9
3892	EX920693	0.24253562092781067	10	884	EX920758	0.07183892236036413	10	3897	EX920083	0.00840338110923767	10

Fonte: Elaborado por autor

Quadro 17 - Precision e Recall do modelo Cosseno com sessões *dummy*

usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.
3892	EX920508	0.30909624695777893	1	884	EX920928	0.07341979060854231	1	3897	EX920865	0.14433759450912476	1
3892	EX920725	0.26962438225746155	2	884	EX124328	0.05868954828807286	2	3897	EX124512	0.0	2
3892	EX920386	0.26962438225746155	3	884	EX920170	0.05828506435666766	3	3897	EX920845	0.0	3
3892	EX920259	0.26962438225746155	4	884	EX920091	0.055314585140773226	4	3897	EX124987	0.0	4
3892	EX920298	0.26962438225746155	5	884	EX920508	0.05189434630530221	5	3897	EX125026	0.0	5
3892	EX920212	0.26962438225746155	6	884	EX124949	0.051756206580570764	6	3897	EX920950	0.0	6
3892	EX920220	0.26962438225746155	7	884	EX124140	0.04245240688323974	7	3897	EX920398	0.0	7
3892	EX920693	0.26962438225746155	8	884	UN10007	0.041236640725817	8	3897	EX920740	0.0	8
3892	EX123487	0.26962438225746155	9	884	EX920675	0.04087222133363996	9	3897	EX920722	0.0	9
3892	EX920928	0.26962438225746155	10	884	EX124996	0.040168392658233645	10	3897	EX920919	0.0	10

Fonte: Elaborado por autor

Quadro 18 - Precision e Recall do modelo Cosseno com sessões normalizadas

usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.
3892	UN10008	0.0	1	884	EX920246	0.006477699560277602	1	3897	EX920967	0.0037712955474853514	1
3892	EX920170	0.0	2	884	EX920908	0.00627060848123887	2	3897	EX920795	0.003721846342086792	2
3892	EX120292	0.0	3	884	EX123707	0.00627060848123887	3	3897	UN10008	0.003720368146896362	3
3892	UN10001	0.0	4	884	EX920872	0.005671979749903959	4	3897	EX920908	0.003502330780029297	4
3892	EX920823	0.0	5	884	EX124511	0.0050205044886645145	5	3897	EX123707	0.003502330780029297	5
3892	EX920081	0.0	6	884	EX920902	0.004227643503862268	6	3897	EX920872	0.0034584569931030273	6
3892	EX124987	0.0	7	884	EX123279	0.003727232708650477	7	3897	EX920180	0.0033867204189300536	7
3892	EX920082	0.0	8	884	EX920235	0.0036047399044036865	8	3897	EX920758	0.0033863532543182374	8
3892	EX920833	0.0	9	884	EX920543	0.0035511115018059224	9	3897	EX920081	0.0033273899555206297	9
3892	EX920083	0.0	10	884	EX920091	0.0035150401732500862	10	3897	EX920246	0.003196065425872803	10

Fonte: Elaborado por autor

Os três quadros a seguir (19, 20 e 21), correspondem as recomendações utilizando o modelo de Pearson.

Quadro 19 - Precision e Recall do modelo Pearson com total de sessões

usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.
3892	EX920863	8.6	1	884	EX920863	8.6	1	3897	EX920863	8.6	1
3892	UN11119	7.71795189589785	2	884	UN11119	7.7170273507219616	2	3897	UN11119	7.70199285120295	2
3892	EX920727	7.0	3	884	EX920727	7.0	3	3897	EX920727	7.0	3
3892	EX920499	5.117647058823529	4	884	EX920499	5.117369699127534	4	3897	EX920499	5.117053619482937	4
3892	EX920932	5.0	5	884	EX920932	5.0	5	3897	EX920932	5.0	5
3892	EX920737	5.0	6	884	EX920737	5.0	6	3897	EX920737	5.0	6
3892	EX920709	5.0	7	884	EX920709	5.0	7	3897	EX920709	5.0	7
3892	UN10008	4.539240034003006	8	884	EX920874	4.001298208447063	8	3897	UN10008	4.483919755596863	8
3892	EX920563	4.0	9	884	EX920563	4.0	9	3897	EX920563	4.0	9
3892	AE120014	4.0	10	884	AE120014	4.0	10	3897	AE120014	4.0	10

Fonte: Elaborado por autor

Quadro 20 - Precision e Recall do modelo Pearson com sessões dummy

usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.
3892	EX124512	0.0	1	884	EX124512	0.0	1	3897	EX124512	0.0	1
3892	EX920845	0.0	2	884	EX920845	0.0	2	3897	EX920845	0.0	2
3892	EX124987	0.0	3	884	EX124987	0.0	3	3897	EX124987	0.0	3
3892	EX125026	0.0	4	884	EX125026	0.0	4	3897	EX125026	0.0	4
3892	EX920950	0.0	5	884	EX920950	0.0	5	3897	EX920950	0.0	5
3892	EX920398	0.0	6	884	EX920398	0.0	6	3897	EX920398	0.0	6
3892	EX920740	0.0	7	884	EX920740	0.0	7	3897	EX920740	0.0	7
3892	EX920722	0.0	8	884	EX920722	0.0	8	3897	EX920722	0.0	8
3892	EX920919	0.0	9	884	EX920919	0.0	9	3897	EX920919	0.0	9
3892	EX920850	0.0	10	884	EX920850	0.0	10	3897	EX920850	0.0	10

Fonte: Elaborado por autor

Quadro 21 - Precision e Recall do modelo Pearson com sessões normalizadas

usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.	usuario	atividade	pontuação	clas.
3892	EX920985	1.0	1	884	EX920985	1.0	1	3897	EX920985	1.0	1
3892	EX920665	1.0	2	884	EX920665	1.0	2	3897	EX920665	1.0	2
3892	EX920815	0.75	3	884	EX920815	0.7498606583651375	3	3897	EX920815	0.75	3
3892	EX920912	0.6666666666666666	4	884	EX920887	0.6666666666666666	4	3897	EX920912	0.6666666666666666	4
3892	EX920887	0.6666666666666666	5	884	EX125065	0.6666666666666666	5	3897	EX920887	0.6666666666666666	5
3892	EX125065	0.6666666666666666	6	884	EX920912	0.6665856534359501	6	3897	EX125065	0.6666666666666666	6
3892	EX920817	0.5714285714285714	7	884	EX920817	0.5712062408443258	7	3897	EX920817	0.5714285714285714	7
3892	EX920667	0.5	8	884	EX920642	0.5	8	3897	EX920511	0.5	8
3892	EX920511	0.5	9	884	EX920882	0.5	9	3897	EX920819	0.5	9
3892	EX920819	0.5	10	884	EX920511	0.5	10	3897	EX920967	0.5	10

Fonte: Elaborado por autor

Os nove modelos também foram testados a partir das métricas de *Precision* e *Recall*. No Quadro 22 está um resumo dos resultados das métricas obtidas. A análise dos resultados detalha algumas questões sobre a esparcidade dos dados que acreditamos ter gerado influência nos valores obtidos

Fonte: Elaborado por autor

Quadro 22 - Resumo dos Resultados dos modelos de recomendação para o experimento de Filtragem Colaborativa

Target	Popularidade	Cosseno	Pearson
Sessões contagem total	(Modelo 1) Precision: 0.003322259136212624 Recall: 0.003322259136212624	(Modelo 4) Precision: 0.058471760797342204 Recall: 0.034143199915625186	(Modelo 7) Precion: 0.00332225913621262 Recall 0.003322259136212624
Sessões dummy	(Modelo 2) Precision: 0.0 Recall: 0.0	(Modelo 5) Precision: 0.10700132100396298 Recall: 0.06574879994337599	(Modelo 8) Precision: 0.0 Recall 0.0
Sessões normalizadas	(Modelo 3) Precision: 0.0006811989100817431 Recall: 0.0006811989100817431	(Modelo 6) P: 0.023841961852861044 R: 0.017239828623757194	(Modelo 9) Precision: 0.0006811989100817431 Recall: 0.0006811989100817431

Fonte: Elaborado pelo autor

Este experimento apresentou uma proposta de recomendação de atividades por meio das técnicas de Filtragem Colaborativa utilizando nove modelos preditivos. A partir dos resultados (Quadro 22), é possível constatar que, para o conjunto de dados utilizado, o melhor modelo para gerar as recomendações foi o modelo de *Cosseno* utilizando a contagem regular de sessões pelos usuários. Esse modelo foi o que melhor performou, tendo uma pontuação de 0.1070. Sua pontuação foi quase 1000 pontos maior que os modelos com sessões normalizadas, que obtiveram os resultados com menor classificação, com 0006 pontos.

A partir dos resultados, podemos ver que os algoritmos de Filtragem Colaborativa de *Cosseno* e *Pearson* funcionam melhor do que o modelo de *Popularidade*. O modelo de popularidade não oferece personalizações, fornece apenas a mesma lista de itens recomendados para todos os usuários.

5.5 EXPERIMENTO BASEADO EM CONTEÚDO

Neste experimento foi utilizada a técnica baseada em conteúdo. Os dados utilizados foram exclusivamente de atividades, sendo 510 registros de atividades únicas. As bibliotecas utilizadas foram SentenceTransformers, Sklearn, Pandas e Numpy. O experimento baseou-se no framework de Paialunga (2022).

O objetivo deste experimento foi considerar exclusivamente os textos descritivos das atividades para verificar se era possível identificar semelhanças entre elas a partir do seu conteúdo. Caso o resultado seja positivo, este componente pode ser utilizado, por exemplo, para recomendar atividades semelhantes às que o aluno visualizou na plataforma, ou até mesmo identificar atividades semelhantes às que ele está cursando na graduação, sem precisar olhar para as características do aluno.

5.5.1 Dados utilizados

A estrutura dos dados é composta pelas colunas: a) *atividadeId*: corresponde ao código da *atividade*; b) *atividade*: corresponde ao título da atividade, c) *textoApresentacao*: corresponde ao texto de apresentação sobre a atividade, esse texto geralmente contém um resumo sobre o que é a atividade; e d) *categorias*, que corresponde as áreas relacionadas das atividades. Na Tabela 4 é possível ver os cinco primeiros registros do *dataset*.

Tabela 4 - Amostra do dataset de atividades

	atividadeId	título	texto_apresentacao	categorias
0	EX920246	Transformando Ideias em Negócios	O curso de extensão Transformando Ideias em Ne...	Gestão,Recursos Humanos,Comércio Exterior,Admi...
1	EX124080	COMPLIANCE Implementação Gestão e Desenvolvim...	O curso de extensão: "Compliance. Implementaçã...	Direito,Direitos Especiais
2	EX123503	Prova de Proficiência em Língua Alemã - Mobili...	A atividade visa oferecer aos alunos da Unisin...	Língua Estrangeira - Alemão,Línguas Estrangeir...
3	EX920668	Competências para o século XXI Gestão e prota...	O curso tem como foco o desenvolvimento de com...	Gestão,Administração de Empresas,Administração
4	EX121124	Gestão de Clubes de Futebol	O Grêmio Foot-Ball Porto Alegrense e a Univers...	Gestão,Administração de Setores Especificos,Ad...

Fonte: Elaborado por autor

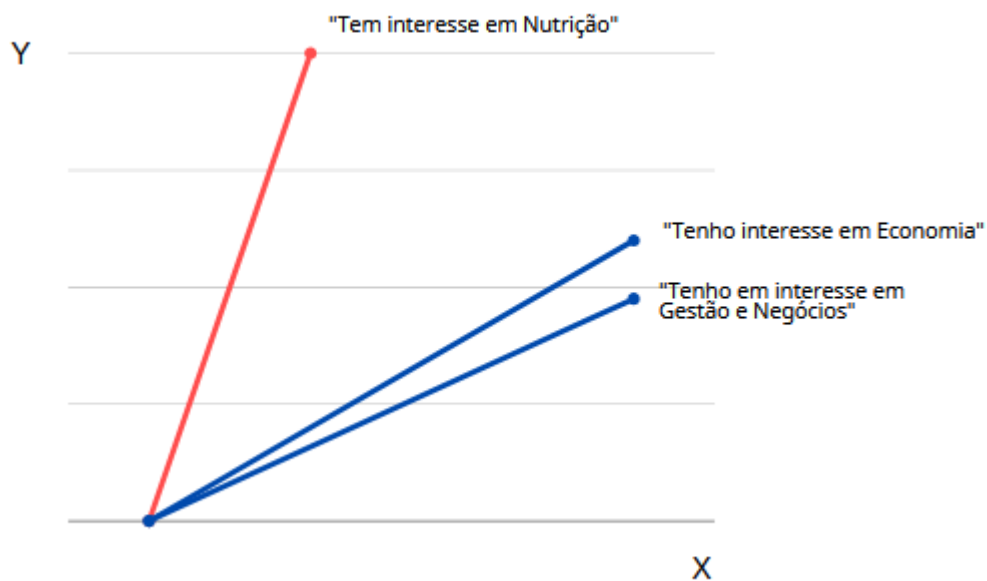
5.5.1 Abordagem

O primeiro passo foi converter os textos em números, convertendo cada *string* de texto em um vetor. Para realizar esse procedimento de forma que cada vetor represente um significado, foi utilizado a abordagem BERT, capaz de converter de

forma inteligente frases em representações específicas. A partir dessa etapa, foi possível realizar a tarefa de classificação.

A partir da vetorização dos textos foi possível testar a vetorização para encontrar a similaridade entre vetores – com isso, encontrar as atividades semelhantes de cada atividade entre si. A busca foi para encontrar os cinco vetores mais semelhantes, na Gráfico 10 há um exemplo.

Gráfico 10 - Exemplo da busca de similaridade entre textos



Fonte: Adaptado de Paialunga (2022)

Dada a suposição de que x e y representem duas áreas de interesse, se uma atividade fala sobre matemática, física e química e outro fala mais ou menos sobre as mesmas coisas, esperamos que os dois vetores sejam próximos, como os azuis. Por outro lado, se a outra atividade é sobre Geologia, a expectativa é que este vetor esteja distante, como o vermelho e o azul Paialunga (2022).

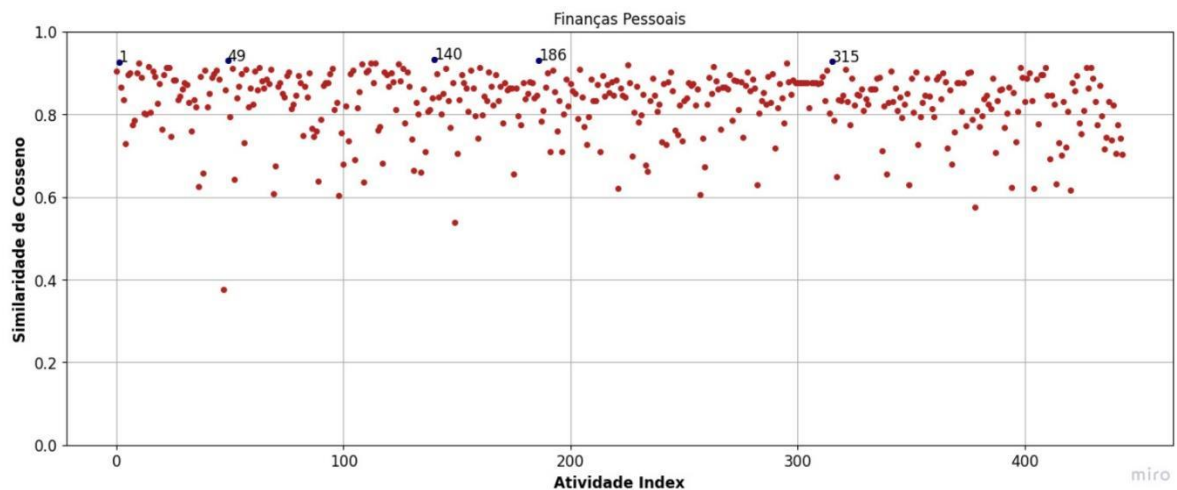
Segue um resumo das etapas realizadas:

1. Utilização do modelo BERT para converter os textos em vetores
2. Obtenção da similaridade do cosseno (o cosseno do ângulo entre os dois vetores) de cada atividade com as demais atividades
3. Seleção das atividades com vetores com a maior similaridade de cosseno.

5.5.4 Resultados

A seguir serão exibidos seis resultados de recomendações, sendo que cada resultado será de uma atividade de uma das escolas da Universidade. Cada escola representa uma área de estudos. Em cada estudo é apresentado um gráfico geral com a distribuição da similaridade entre as atividades. Um exemplo é o gráfico 11. Cada estudo apresenta também uma análise detalhada com alto índice de similares, indicando seu nome e suas categorias para fomentar uma análise qualitativa. Um exemplo é o quadro 23.

Gráfico 11 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola de Gestão e Negócios: Finanças Pessoais



Fonte: Elaborado por autor

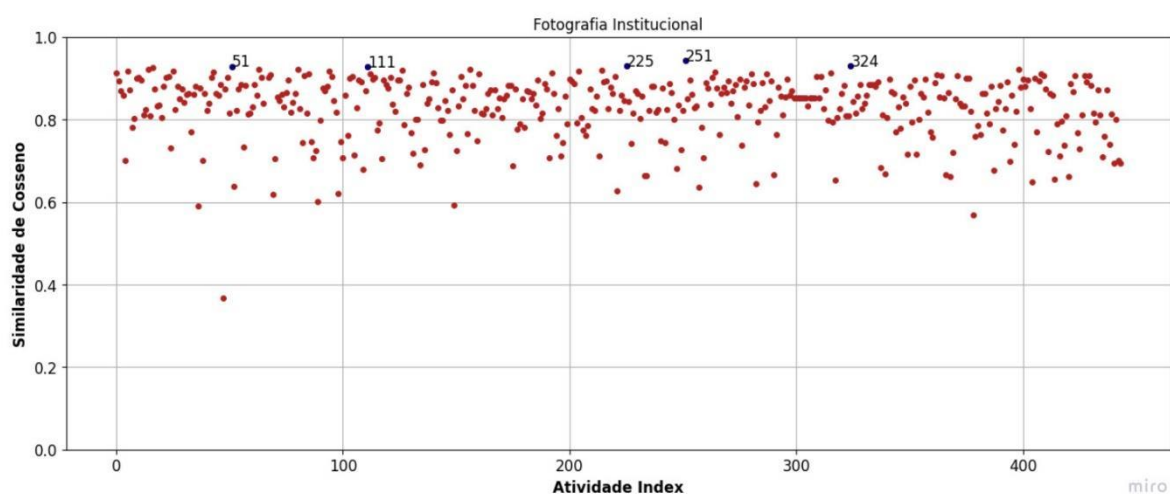
Quadro 23 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola de Gestão e Negócios: Finanças Pessoais

Index	Atividade	Categorias
140	Reestruturação de Empresas	Gestão, Administração de Empresas, Administração
186	Mídia e Políticas Públicas	Ciência Política, Jornalismo, Ciências Sociais, Política, Comunicação, Políticas Públicas
49	Comunicação Empática no Ambiente Corporativo	Gestão, Recursos Humanos, Administração, Administração de Empresas

315	Diversidade e Educação das Relações Étnicas e Culturais Indígenas	Antropologia das Populações Afro-Brasileiras, Antropologia
1	COMPLIANCE Implementação Gestão e Desenvolvimento	Direito, Direitos Especiais

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 12 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola da Indústria Criativa: Fotografia Institucional



Fonte: Elaborado por autor

Quadro 24 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola da Indústria Criativa: Fotografia Institucional

Index	Atividade	Categorias
251	Falando por Imagens Fotografia e Linguagem Visual	Comunicação Visual, Fotografia, Comunicação
324	Módulo 4. Avaliação das noções de língua e conteúdo para a integração curricular	Linguística Aplicada, Linguística, Comunicação
225	Equipes Autogerenciáveis	Gestão, Administração de RH, Administração, Administração de Empresas
51	Inovação Orientada pelo Design	Inovação, Educação, Administração de Empresas, Pedagogia
111	Responsabilidade Social Empresarial	Responsabilidade Social Empresarial

Fonte: Elaborado por autor

Gráfico 13 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola de Direito: Teoria e Prática da Nova lei de Licitações para Agentes Públicos



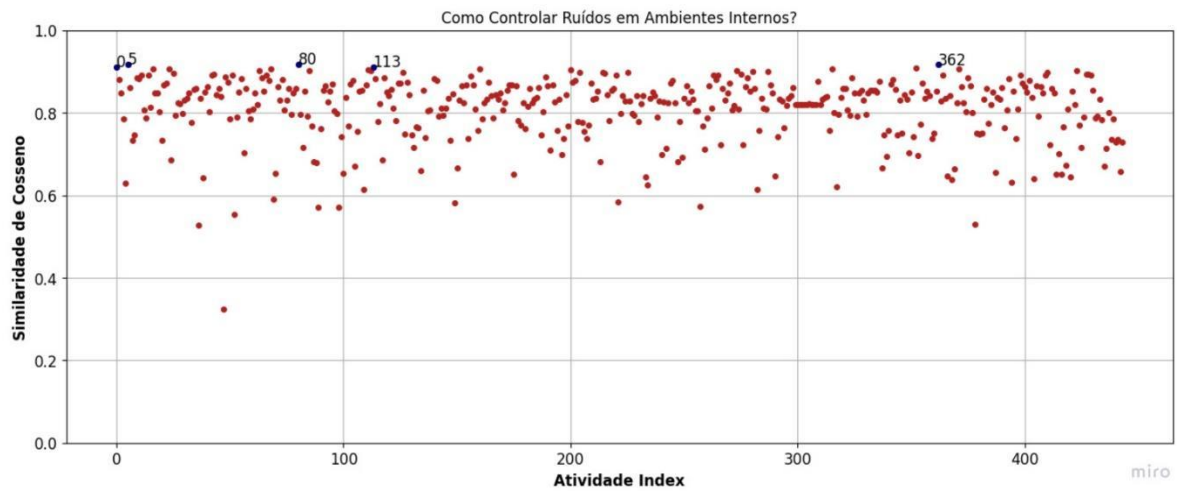
Fonte: Elaborado por autor

Quadro 25 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola de Direito: Teoria e Prática da Nova lei de Licitações para Agentes Públicos

Index	Atividade	Categorias
56	IRPF - Obrigoriedade alterações para 2021 e declaração dos benefícios emergenciais	Economia, Contabilidade, Finanças, Ciências Contábeis
238	Lançamento da revista edição zero Pô Fisio	Fisioterapia, Medicina Preventiva, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
337	Aula Magna do Curso de Direito - 2021 2 - 25 anos de Crítica Hermenêutica do Direito e de Teoria dos Sistemas Sociais na Unisinos	Direito, Direito - Disciplinas Básicas, Teoria do Direito
340	Etapa 2 Reprise com a gravação do vídeo e debate com o mediador	Filosofia, Filosofia Brasileira
326	11º Encontro - Saúde Mental na vida acadêmica remota	Cooperativismo, Orientação e Aconselhamento, Educação

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 14 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola Politécnica: Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos?

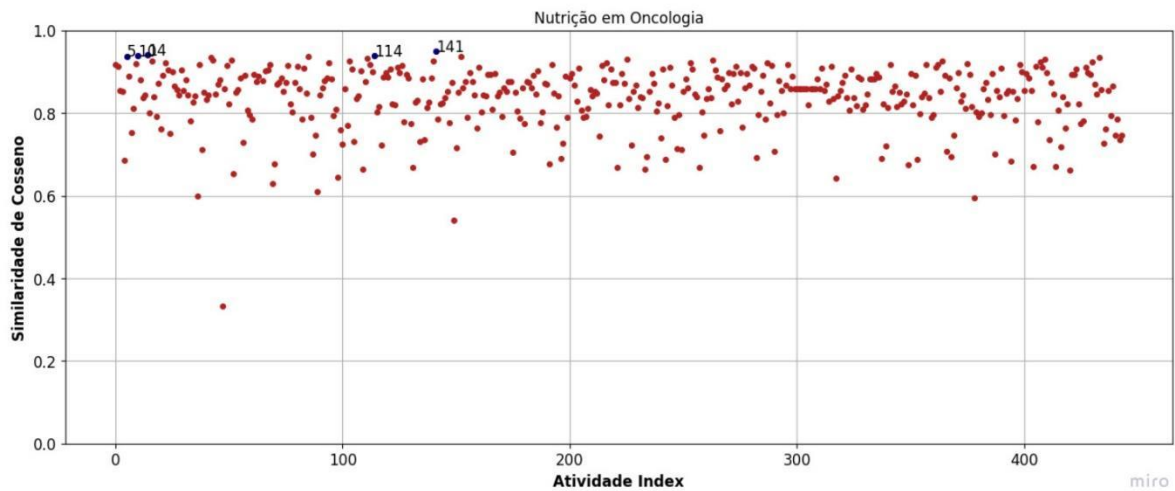


Fonte: Elaborado por autor

Quadro 26 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola Politécnica: Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos?

Index	Atividade	Categorias
5	Sistema de Gestão Ambiental	Gestão Ambiental, Educação, Psicologia Social
80	Criatividade em Processos Cocriativos	Comunicação Visual, Com. Social, Comunicação
362	Segurança Contra Incêndio Aspectos Práticos Aplicados ao Projeto de Edificações	Engenharia Civil, Construção Civil
113	Programa Lab Empreendedor	Gestão, Economia, Contabilidade, Finanças, Administração, Administração de Empresas
0	Transformando Ideias em Negócios	Gestão, Recursos Humanos, Comércio Exterior, Administração, Administração de Empresas

Gráfico 15 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola de Saúde: Nutrição em Oncologia

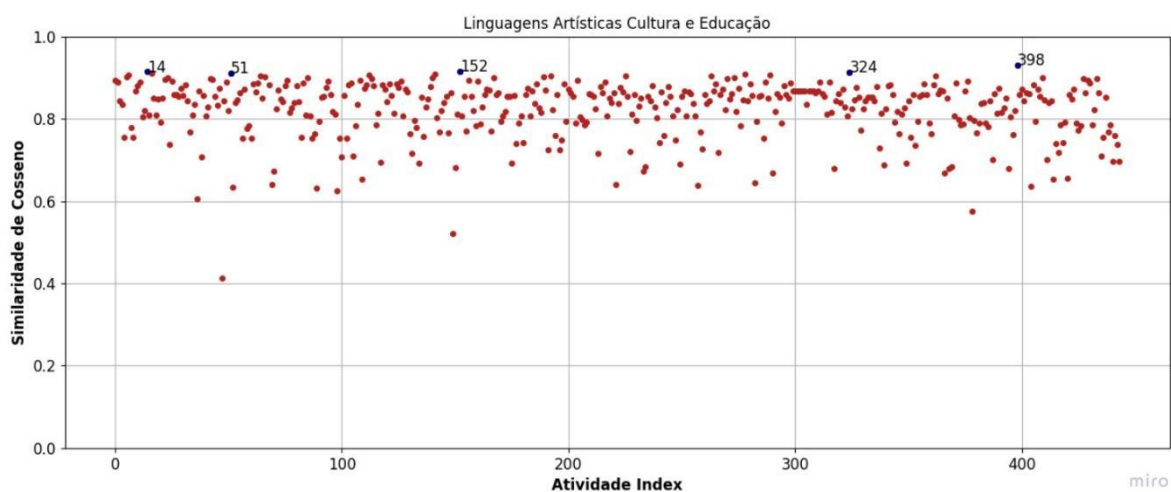


Fonte: Elaborado por autor

Quadro 27 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola Saúde: Nutrição em Oncologia

Index	Atividade	Categorias
141	Fazendo Negócios em Inglês	Gestão, Comércio Exterior, Comunicação, Administração, Administração de Empresas
14	Liderança e Gestão de Equipes	Gestão, Recursos Humanos, Administração de RH, Administração, Administração de Empresas
10	Elaboração de Currículo	Psicologia, Psicologia do Trabalho e Organizacional, Recursos Humanos, Administração de RH
114	Elaboração de Currículo Modalidade EAD	Elaboração de Currículo Modalidade EAD
5	Sistema de Gestão Ambiental	Gestão Ambiental, Educação, Psicologia Social

Gráfico 16 - Cálculo de similaridade baseado no conteúdo da atividade da Escola de Humanidades: Linguagens Artísticas Cultura e Educação



Fonte: Elaborado por autor

Quadro 28 - Atividades similares baseado no conteúdo da atividade da Escola de Humanidades: Linguagens Artísticas Cultura e Educação

Index	Atividade	Categorias
398	Desenvolvimento Pessoal Autoconhecimento	Gestão, Administração de Empresas, Administração
152	Apresentações - Deixando sua marca através do Storytelling	Comunicação Visual, Com. Social, Comunicação
14	Liderança e Gestão de Equipes	Gestão, Recursos Humanos, Administração de RH, Administração, Administração de Empresas
324	Módulo 4. Avaliação das noções de língua e conteúdo para a integração curricular	Linguística Aplicada, Linguística, Comunicação
51	Inovação Orientada pelo Design	Inovação, Educação, Administração de Empresas,

Fonte: Elaborado pelo autor

Este experimento apresentou uma proposta de recomendação de atividades por meio da técnica BC, onde foi possível utilizar os conteúdos de cadastro das atividades, como o texto de apresentação e as áreas relacionadas das atividades para encontrar atividades similares.

A partir dos resultados podemos ver que essa técnica proporciona recomendações majoritariamente da mesma área da atividade alvo, porém alguns itens pertencem de diferentes áreas, como pode ser visto no Quadro 28, onde a área

da atividade alvo é da Escola de Humanidades, mas obteve resultados das áreas de Gestão e Negócios e da Comunicação.

5.6 EXPERIMENTO DE FILTRAGEM HÍBRIDA

Neste experimento foi utilizada a técnica de Filtragem Colaborativa, em conjunto com Filtragem Baseada em Conteúdo, tornando o experimento com uma abordagem híbrida. A linguagem utilizada no experimento também foi Python, as bibliotecas utilizadas foram: *Pandas*, *Numpy*, *TensorFlow*, *Matplotlib*, *Sklearn*, *Random* e *NLTK*. O experimento a seguir baseou-se no framework de Kalinin (2017).

5.6.1 Dados

Dois conjuntos de dados foram utilizados, no primeiro (*ratings*) constam o número de acessos dos alunos nas atividades, composto por três colunas 'alunoId', que corresponde ao código de identificação do aluno, 'atividadeId', que corresponde ao código da atividade e 'rating', que corresponde ao total de acesso dos alunos nas atividades. A ideia neste caso é utilizar o número de visualização como avaliação da atividade. Para balancear os valores, nos casos em que o aluno acessou mais que cinco vezes uma mesma atividade, o valor total foi substituído por cinco, assim a escala de visualizações ficou de um a cinco (1.0, 2.0, 3.0, 4.0 e 5.0). Na Tabela 5, é apresentado os cinco primeiros registros deste conjunto de dados.

Tabela 5 - Estrutura do dataset user_ratings

	alunoId	atividadeId	rating
0	852	EX124328	1
1	852	EX124788	1
2	852	EX124940	3
3	852	EX124941	1
4	852	EX124959	1

Fonte: Elaborado pelo autor

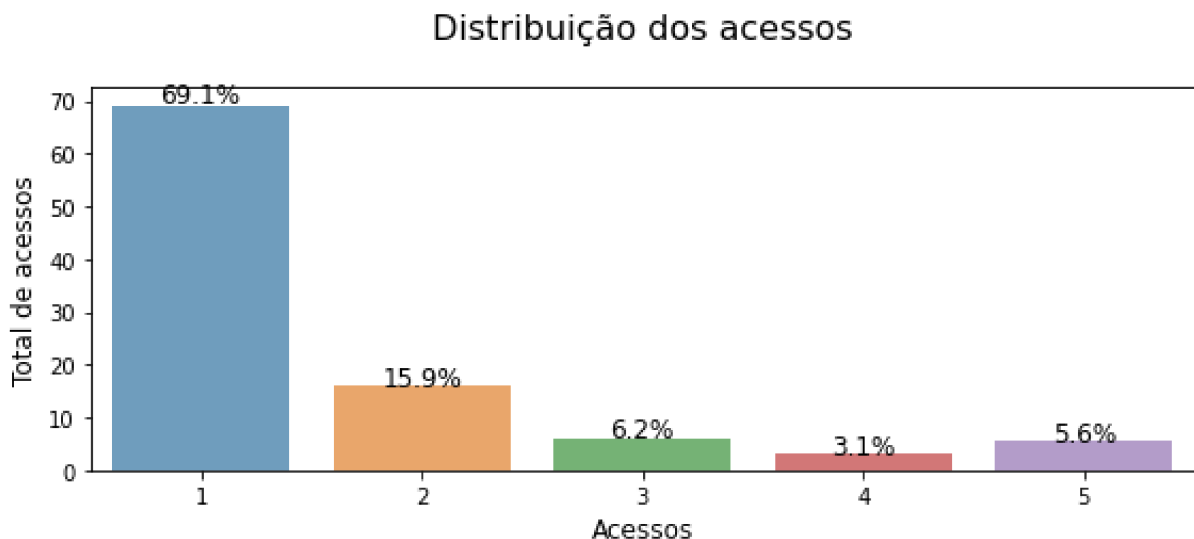
O segundo *dataset*, (atividades), consiste no registro de 487 atividades, composto por quatro colunas: 'atividadeId', 'atividade', 'areas_relacionadas' e 'apresentacao'. A coluna 'areas_relacionadas' corresponde as áreas que o curso pode pertencer, como: Ciências Sociais, Gestão e Negócios e ou Medicina. A coluna 'apresentacao', representa o texto de apresentação que cada atividade possui em seu cadastro. Estes conteúdos são informados por diferentes setores da universidade, habilitados para cadastrar as atividades. Na Tabela 6 é possível ver os primeiros registros dos conjuntos de dados atividades e no Gráfico 17 é possível ver a distribuição das visualizações dos usuários nas atividades.

Tabela 6 - Primeiros registros do dataset de atividades (experimento híbrido)

atividadeId	atividade	areas_relacionadas	apresentacao	
0	EX124328	A Arte de Negociar	Gestão, Comunicação, Administração, Administração...	O curso de extensão A Arte de Negociar propor...
1	EX124788	Excel DASHBOARDS + Excel VBA	Inovação, Sistemas de Computação, Tec da Informa...	O curso de extensão Excel DASHBOARDS + Excel V...
2	EX124940	Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos?	Engenharia Civil, Construção Civil	A capacitação tecnológica Como Controlar Ruído...
3	EX124941	Psicologia do Consumo Como o Cérebro Compra	Gestão, Administração de Empresas, Administração	A psicologia do consumidor é um campo extremam...
4	EX124959	Mapeamento do Fluxo de Valor para Serviços (Le...	Engenharia de Produção, Engenharia do Produto	O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma das ferra...

Fonte: Elaborado pelo autor

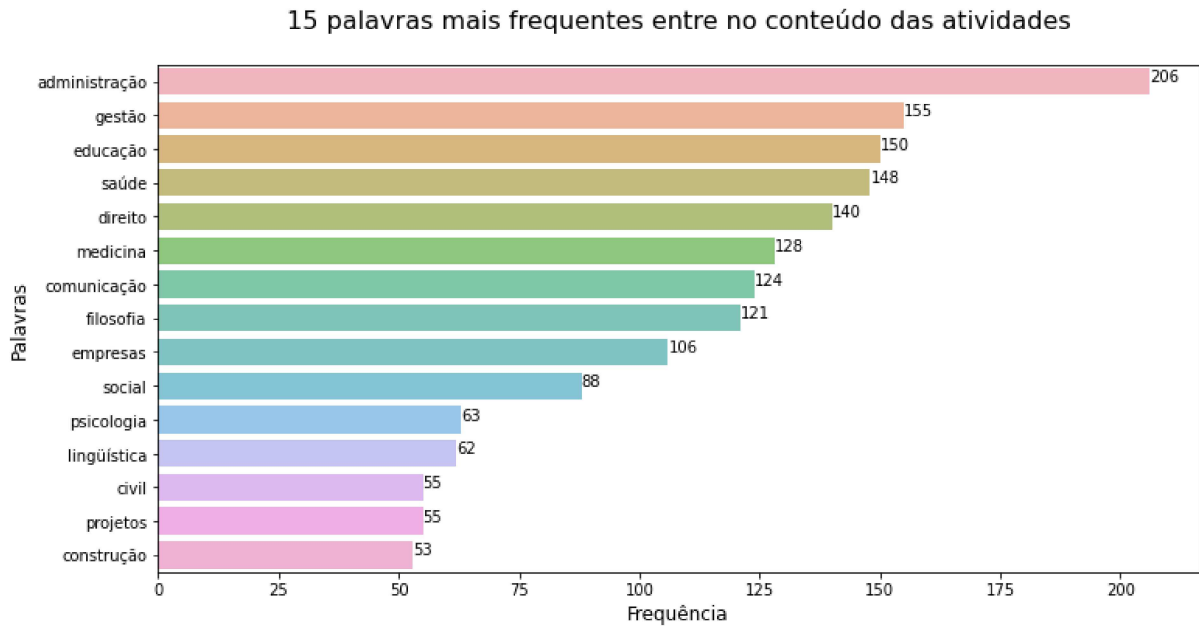
Gráfico 17 - Distribuição dos valores de acesso



Fonte: Elaborado pelo autor

Como parte da exploração dos dados, foi feito um levantamento das 15 palavras mais frequente encontradas no conteúdo das atividades, elas podem ser visualizadas no Gráfico 18 e no Quadro 29.

Gráfico 18 - 15 palavras mais frequentes entre no conteúdo das atividades



Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 29 - 15 palavras mais frequentes nos títulos dos cursos.

Ordem	Palavra	Frequência
1	administração	206
2	gestão	155
3	educação	150
4	saúde	148
5	direito	140
6	medicina	128
7	comunicação	124
8	filosofia	121
9	empresas	106
10	social	88
11	psicologia	63
12	lingüística	62

13	civil	55
14	projetos	55
15	construção	53

Fonte: Elaborado pelo autor

5.6.2 Abordagem

Para gerar a lista de recomendações, primeiro foi realizada a recomendação de atividades baseada no conteúdo das atividades em que o aluno acessou. A similaridade foi calculada com base nas palavras das áreas relacionadas e no texto de apresentação. Para realizar essa etapa, foi utilizado o recurso de *Word Embedding*.

Por meio deste recurso foi possível analisar quais atividades são semelhantes ao que o aluno já realizou, pois *Embeddings* de palavras são um tipo de representação de palavras que permite que palavras com significado semelhante tenham uma representação aproximada. Esta é uma classe de técnicas em que palavras individuais são representadas como vetores de valor real em um espaço vetorial predefinido. Cada palavra é mapeada para um vetor e os valores do vetor são aprendidos de uma forma que se assemelha a uma rede neural (Bian et al, 2014).

Posteriormente, as recomendações de filtragem colaborativa foram feitas com o TensorFlow, que é uma biblioteca de código aberto para matemática computacional e aprendizado de máquina e o Keras, que é uma API de Deep Learning que pertence ao TensorFlow, que facilita a definição e a escrita de redes neurais (Ortuzar, 2020).

A seleção das atividades foi realizada da seguinte forma. Para cada usuário foram selecionadas as 20 atividades em que o usuário mais acessou. A partir dessas 20 atividades foram selecionadas 5 atividades com conteúdo semelhante para cada uma das 20 mais visualizadas. Deste conjunto foram selecionadas dez atividades de forma aleatória, sendo que essas são as atividades recomendadas baseadas em conteúdo.

Depois foram selecionadas 10 atividades para recomendar com base nas preferências de usuários semelhantes. Essas duas listas de recomendações são unidas e selecionadas 10 delas aleatoriamente para recomendar. Algumas atividades de recomendações baseadas em conteúdo podem se repetir entre si e com recomendações de filtragem colaborativa, mas isso só dará a elas uma chance maior de aparecer em atividades recomendadas.

5.6.4 Resultados

A seguir é mostrado o resultado de recomendação para três usuários (os mesmos do experimento de Filtragem Colaborativa).

Quadro 30 - Atividade(s) acessada(s) pelo aluno 3982

Aluno	Atividades acessadas	Categorias
3892	COMPLIANCE: Implementação Gestão e Desenvolvimento	Direito, Direitos Especiais
	Transformando Ideias em Negócios	Gestão, Recursos Humanos, Comércio Exterior, Administração, Administração de Empresas

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 31 - Atividade(s) recomendadas para o usuário 3892

Aluno	Atividades recomendadas	Categorias
3892	Introdução à Língua Brasileira de Sinais	Educação, Letras, Pedagogia, Fundamentos da Educação
	Sistema de Gestão Ambiental	Gestão Ambiental, Educação, Psicologia Social
	Mesa Redonda Saúde Mental e Bem-Estar no Trabalho	Gestão, Administração de Empresas, Administração
	Práticas de Linguagem nas Aulas de Língua Portuguesa Reflexões e Proposições	Linguística Aplicada, Comunicação, Idiomas, Língua Portuguesa, Linguística, Letras
	Módulo 4. Avaliação das noções de língua e conteúdo para a integração curricular	Linguística Aplicada, Linguística, Comunicação
	Emergências pediátricas como o POCUS pode ajudar	Medicina, Clínica Médica, Saúde Coletiva
	Diversidade e Ecologia de Aves Antárticas com Enfoque em Pinguins	Biologia Geral, Biologia, Saúde Pública, Biodiversidade
	Módulo 2 elaboração de Itens de prova	Medicina, Saúde Pública
	Café com construção - Edição Alvenaria Estrutural	Engenharia Civil, Construção Civil
	Práticas pedagógicas na Educação Infantil em tempos de educação remota 3ª edição	Educação, Práticas, Educação, Ensino-Aprendizagem, Educação Física, Pedagogia

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 32 - Atividade(s) acessada(s) pelo aluno 884

Aluno	Atividades acessadas	Categorias
884	Sistema de Gestão Ambiental	Gestão Ambiental, Educação, Psicologia Social
	Gestão de Clubes de Futebol	Gestão, Administração de Setores Específicos, Administração, Administração de Empresas
	Prova de Proficiência em Língua Alemã - Mobilidade	Língua Estrangeira - Alemão, Línguas Estrangeiras Modernas, Idiomas, Linguística, Letras

	Líder Cocriativo	Gestão, Recursos Humanos, Administração, Administração de Empresas
	Segurança Psicológica Home Office e Segurança do Trabalho em Tempos de Pandemia	Saúde Coletiva, Psicologia, Psicologia Social
	Durabilidade de Estruturas de Concreto Armado nos Níveis Intermediário e Superior da Norma de Desempenho	Engenharia Civil, Construção Civil
	Esquadrias de PVC desempenho durabilidade segurança e especificação técnica	Engenharia Civil, Construção Civil
	Tendências na Área de Compras e Cadeias de Suprimentos	Gestão, Administração de Empresas, Administração
	Liderança e Inteligência Emocional	Gestão, Recursos Humanos, Administração, Administração de Empresas
	Lab Empreendedor Programa de desenvolvimento de ideias e de projetos com a finalidade de estimular sua transformação em negócios reais	Gestão, Administração de Empresas, Administração

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 33 - Atividades recomendada(s) para o aluno 884

Usuário:	Atividades recomendadas	Categorias
884	Módulo 4. Avaliação das noções de língua e conteúdo para a integração curricular	Linguística Aplicada, Linguística, Comunicação
	Arquitetura Hospitalar - Atualização de Normas Ambientais de Isolamentos e Sistemas Flexíveis	Engenharia Civil, Projeto de Arquitetura e Urbanismo
	A Evolução de Gerenciamento de Projetos - PMBOK 7ª Edição	Gestão, Administração de Empresas, Administração
	Zonas Úmidas do Rio dos Sinos	Engenharia Ambiental, Ecologia, Gestão Ambiental, Conservação da Natureza
	Gestão de Risco na Cadeia de Suprimentos	Gestão, Administração de Empresas, Administração
	Administração de Medicamentos Injetáveis	Medicina, Saúde Pública, Saúde Coletiva
	Emergências pediátricas como o POCUS pode ajudar	Medicina, Clínica Médica, Saúde Coletiva
	Educação tecnologias 4.0 e a estetização ilimitada da vida	Ética, Antropologia Urbana, Ciências Sociais, Tec da Informação, Humanismo, Informática, Administração, Antropologia
	A dieta pobre em proteína durante a gestação e os problemas renais que pode causar na prole	Medicina, Clínica Médica, Saúde Coletiva
	Módulo 2: elaboração de Itens de prova	Medicina, Saúde Pública

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 34 - Atividades acessada(s) pelo aluno 3897

Aluno	Atividades acessadas	Categorias
-------	----------------------	------------

3897	Competências para o século XXI Gestão e protagonismo de Líderes Educadores na Rede Jesuíta de Educação Básica	Gestão, Administração de Empresas, Administração
------	--	---

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 35 - Atividades recomendadas para o usuário 3897

Aluno	Atividades recomendadas	Categorias
3897	Tendências na Área de Compras e Cadeias de Suprimentos	Gestão, Administração de Empresas, Administração
	Mesa Redonda Saúde Mental e Bem-Estar no Trabalho	Gestão, Administração de Empresas, Administração
	Práticas de Linguagem nas Aulas de Língua Portuguesa Reflexões e Proposições	Linguística Aplicada, Comunicação, Idiomas, Língua Portuguesa, Linguística, Letras
	Microfabricação para dispositivos da saúde	Engenharia Civil, Engenharia do Produto
	Design Thinking na Gestão de Resultados	Gestão, Administração de Empresas, Administração
	Projeto de Iluminação em DIALux evo	Engenharia Civil, Construção Civil
	Módulo 4. Avaliação das noções de língua e conteúdo para a integração curricular	Linguística Aplicada, Linguística, Comunicação
	Emergências pediátricas: como o POCUS pode ajudar	Medicina, Clínica Médica, Saúde Coletiva
	Diversidade e Ecologia de Aves Antárticas com Enfoque em Pinguins	Biologia Geral, Biologia, Saúde Pública, Biodiversidade
	Inovação Social - A sua importância para organizações e pessoas do futuro	Gestão, Administração de Empresas, Administração

Fonte: Elaborado pelo autor

Este experimento apresentou resultados ao utilizar as técnicas de FC e BC. A partir dos resultados, é possível notar que a lista de atividades recomendadas se origina de diferentes áreas, isso contribui para que o sistema proporcione novidades e surpreenda o usuário, característica inata das técnicas de FC. A união de técnicas propõe resultados que podem se tornar superiores em comparação quando somente uma das técnicas é utilizada.

5.7 EXPERIMENTO DE GRAFOS

Neste experimento foi utilizada a técnica baseada em grafos em conjunto com a técnica baseada em conteúdo. As bibliotecas utilizadas foram Pandas, SentenceTransformers, Sklearn, Pandas e Numpy. O experimento baseou-se no framework de Yann Claudel (2020).

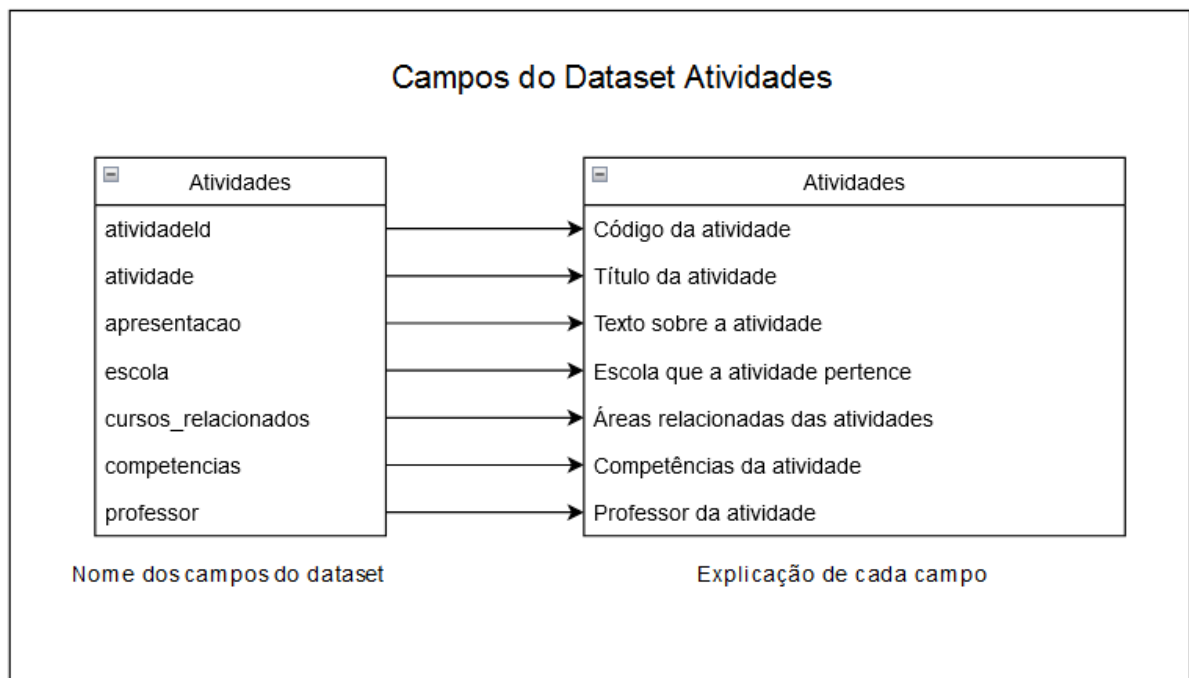
O objetivo desse experimento foi avaliar exclusivamente as atividades e verificar se a técnica de grafos, com os dados disponíveis, poderia apresentar

relações entre as atividades nas quais seria possível afirmar de forma qualitativa que eram semelhantes.

5.7.1 Dados

Os dados utilizados foram exclusivamente de atividades, sendo 487 registros de atividades únicas. Na Figura 26, é possível observar a estrutura dos dados e na Tabela 7 é possível identificar os cinco primeiros registros do *dataset* utilizado.

Figura 26 - Estrutura dos dados de atividades



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 7 - Primeiros registros do dataset de atividades

	atividadeId	atividade	apresentacao	cursos_relacionados	competencias
0	EX124328	A Arte de Negociar	O curso de extensão A Arte de Negociar proporc...	[Comunicação, Gestão, Administração, Administr...	[Atitude Empreendedora, Colaboração, Formação ...
1	EX124788	Excel DASHBOARDS + Excel VBA	O curso de extensão Excel DASHBOARDS + Excel V...	[Inovação, Sistemas de Computação, Informática...	[Comunicação]
2	EX124940	Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos?	A capacitação tecnológica Como Controlar Ruído...	[Construção Civil, Engenharia Civil]	[Atitude Empreendedora, Formação cultural, Pen...
3	EX124941	Psicologia do Consumo Como o Cérebro Compra	A psicologia do consumidor é um campo extremam...	[Administração de Empresas, Gestão, Administra...	[Atitude Empreendedora, Autonomia e autogestão...
4	EX124959	Mapeamento do Fluxo de Valor para Serviços (Le...	O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma das ferra...	[Engenharia do Produto, Engenharia de Produção]	[Colaboração, Pensamento Projetual, Responsabi...

Fonte: Elaborado pelo autor.

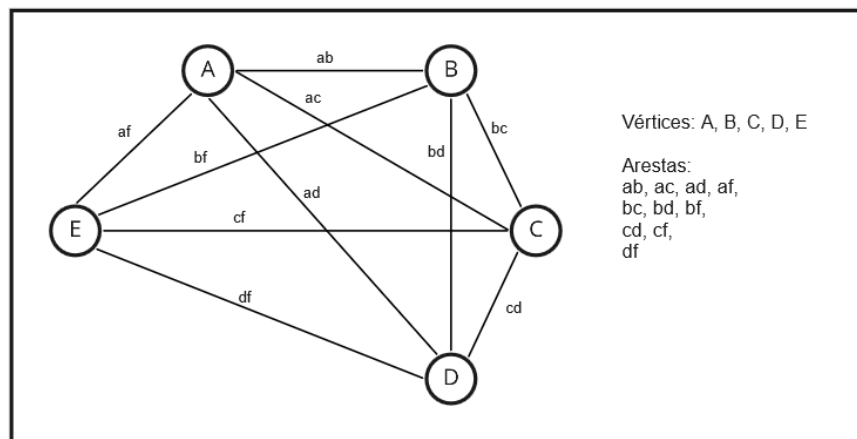
5.7.2 Abordagem

De acordo com DGL (2018) e Zadeh (2016) um grafo $G = (V, E)$ é uma estrutura usada para representar entidades e suas relações. Ele consiste em dois conjuntos – o conjunto de vértices V (também chamados de nodos) e o conjunto de arestas E (também chamados de arcos). Uma aresta $(u, v) \in E$ conectando um par de nós u e v indica que existe uma relação entre eles.

Se dois vértices A e B são pontos finais de uma aresta, pode se afirmar então que eles são adjacentes (vizinhos). Se o vértice A é um dos pontos finais de uma aresta E, pode se afirmar que E incide em A. O nível de um vértice é o número de arestas incidentes sobre ele.

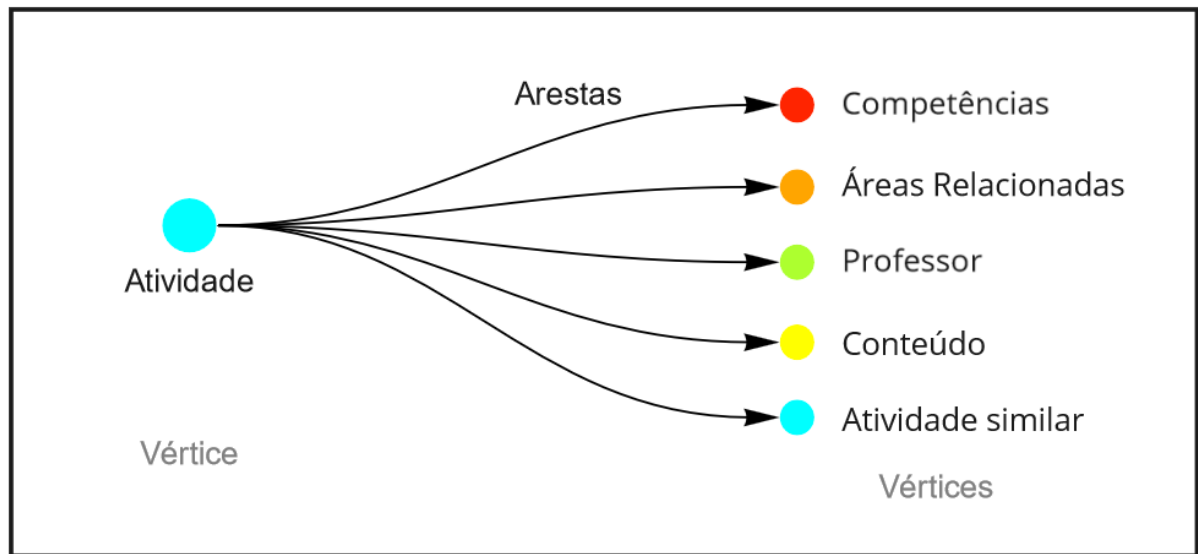
Na figura 27, é apresentado um grafo que possui como vértices A, B, C, D, E e F. As arestas são representadas pelas linhas rotuladas com a combinação das letras em minúsculo dos vértices que elas conectam. Pode-se afirmar que o grafo é de tamanho 5, pois possui 5 vértices.

Figura 27 - Grafo de vértices (A,B,C e D) e arestas (ab, bc, bd e cd)



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 28 – Relação de vértices e arestas para o experimento de grafos



Fonte: Elaborado pelo autor

As recomendações foram geradas a partir da pontuação do cálculo da medida dos grafos realizada com a medida Adamic Adar (AA) entre os vértices e as arestas das relações entre os atributos de cada atividade. É por meio dessa medida que são medidas a proximidade dos vértices baseados nos seus vizinhos semelhantes. O Quadro 36 descreve como este cálculo é equacionado com os dados dos grafos.

Quadro 36 - Medida adamicAdar

Medida de Adamic Adar

É uma medida utilizada para computar a proximidade de arestas (nodos) baseado nos seus vizinhos.

- X e Y são duas arestas (2 atividades)
- N (uma aresta) é a função que retorna o conjunto de arestas adjacentes a uma aresta

$$adamicAdar(x, y) = \sum_{u \in N(x) \cap N(y)} \frac{1}{\log(N(u))}$$

Para cada aresta (**u**) em comum entre **x** e **y**, é adicionado a medida de $1/\log(N(u))$

A quantidade $\frac{1}{\log(N(u))}$ determina a importância de **u** na medida.

- Se X e Y compartilham uma aresta (u) que tem muitas arestas adjacentes, então essa aresta não é tão relevante:
 - $\rightarrow N(u)$ is high $\rightarrow 1/\log(N(u))$ não possui um valor alto.
- Se X e Y compartilham uma aresta (u) que **não possuem** muitas arestas adjacentes, então essa aresta **realmente é relevante**.
 - $\rightarrow N(u)$ is not high \rightarrow possui um valor alto

Fonte: Adaptado de Yann Claudel (2020)

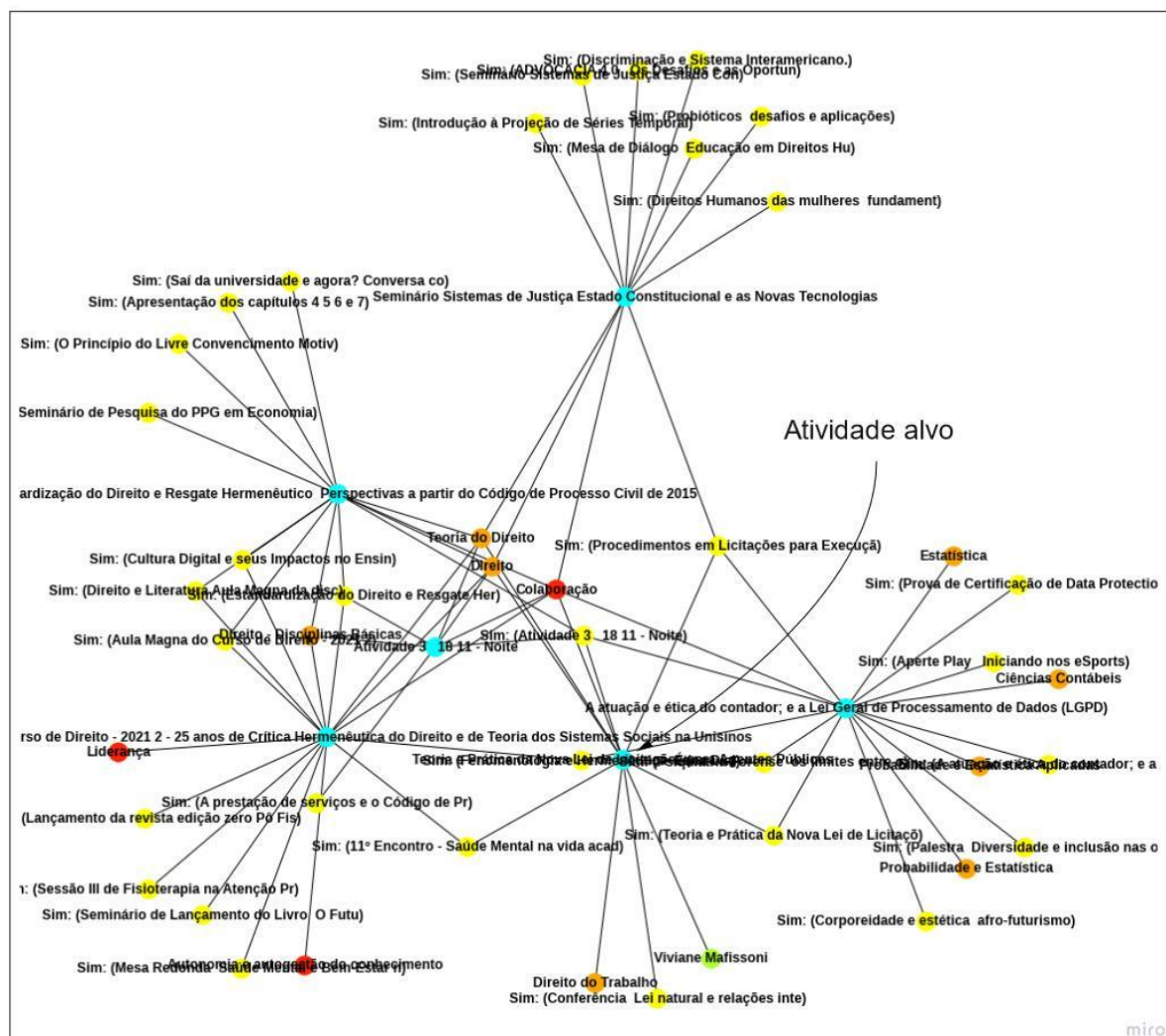
As medidas entre todas as atividades não foram pré-calculadas, para determinar a lista de atividades recomendadas foi explorada a vizinhança da atividade alvo. Além das características já inerentes de cada atividade, presentes no *dataset*, foi criada uma nova aresta, chamada de conteúdo. Esta passa a existir a partir da semelhança entre os conteúdos de cada atividade. Para levar em conta a similaridade do conteúdo entre as atividades, foi utilizada a matriz TF-IDF dos textos de cada atividade. Os cinco conteúdos mais semelhantes, de acordo com a métrica de TF-IDF, é criada uma aresta.

5.7.4 Resultados

A seguir serão mostrados seis dos resultados obtidos com a experimentação. Cada resultado será de uma atividade de uma das escolas da Universidade. Deve ser usada a legenda de cores da Figura 28 para identificar os elementos do grafo. Em cada grafo é destacada a atividade alvo que deve ser o ponto inicial da análise. A

partir de cada atividade alvo, estão conectadas as atividades com maior similaridade através dos vértices em cor azul. Também pode ser observadas as relações de similaridade por assunto expressa em cor amarela. No quadro que acompanha cada um dos grafos, estão destacados os elementos de maior pontuação com similaridade.

Figura 29 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola de Direito - Teoria e Prática da Nova Lei de Licitações para Agentes Públicos



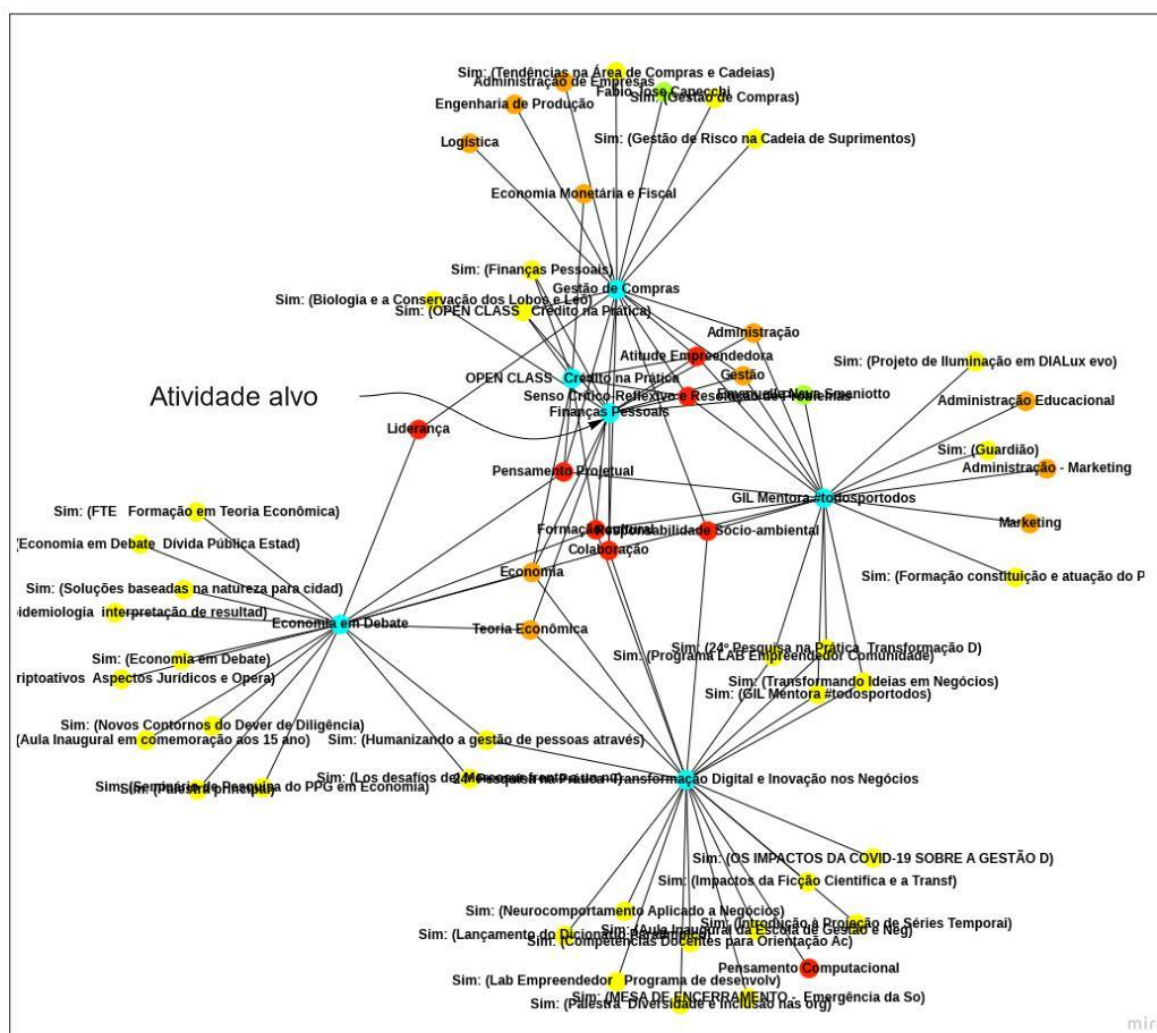
Fonte: Extraído do resultado do experimento.

Quadro 37 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola de Direito - Teoria e Prática da Nova Lei de Licitações para Agentes Públicos

	Vértices	Total
	Atividades com maiores pontuações	5

	1. 2.403914: A atuação e ética do contador; e a Lei Geral de Processamento [...] 1.310112: Atividade 3 18 11 - Noite 3. 1.310112: Seminário Sistemas de Justiça Estado Constitucional e as Novas [...] 4. 1.310112: Estandarização do Direito e Resgate Hermenêutico Perspectivas [...] 5. 1.310112 - Aula Magna do Curso de Direito - 2021 2 - 25 anos de Crítica	
●	Arestas de conteúdo:	32
●	Arestas de competências	3
●	Arestas pelas áreas relacionadas)	6
●	Arestas pelos professores	1

Figura 30 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola de Gestão e Negócios – Finaças Pessoais



Quadro 38 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade de Escola Gestão e Negócios – Finanças Pessoais






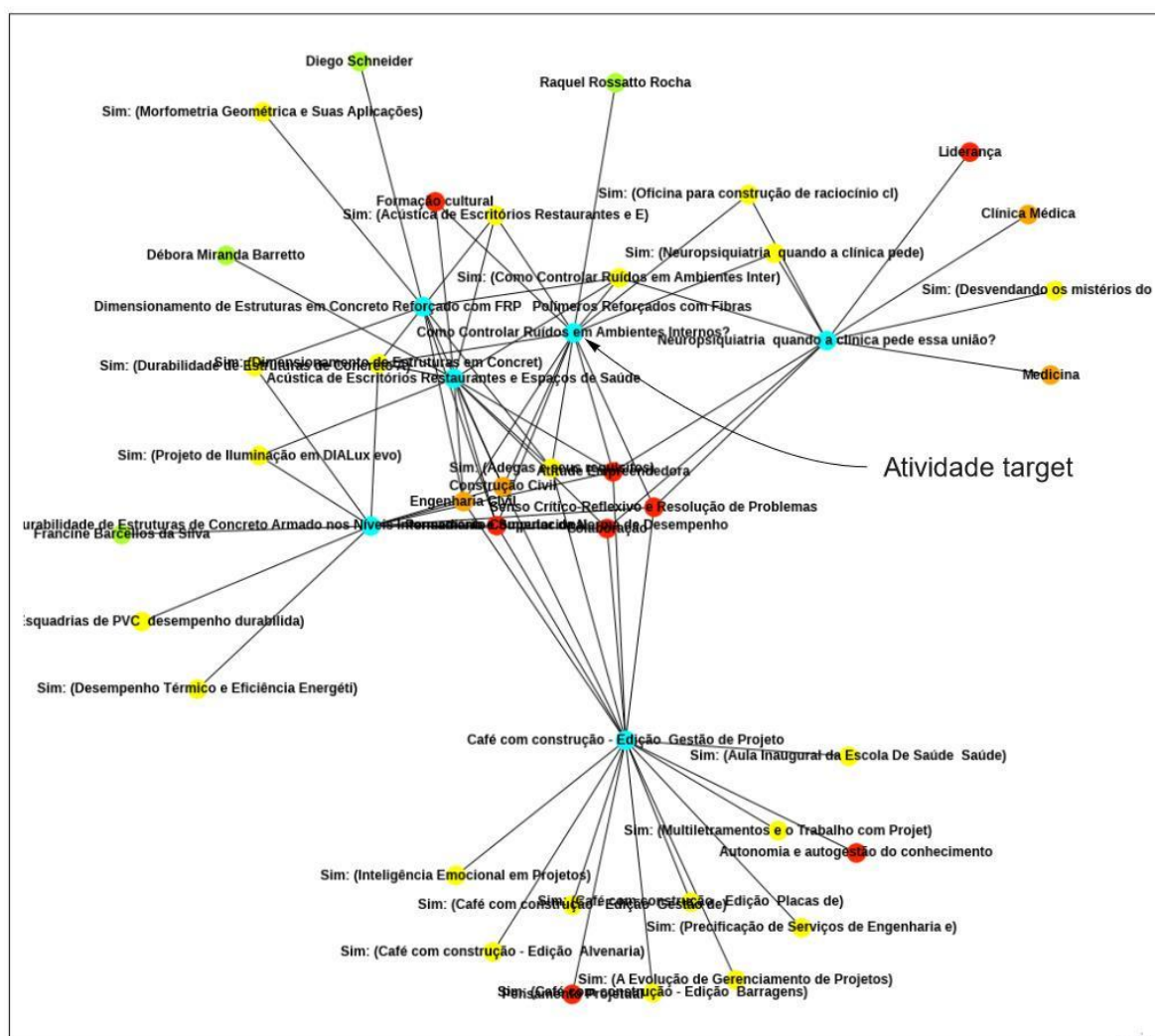
	Arestas	Total
	Atividades com maiores pontuações 2.440006 - GIL Mentora #todosportodos 1.925096 - OPEN CLASS Crédito na Prática 1.555422 - Gestão de Compras 1.460634 - 24o Pesquisa na Prática Transformação Digital e Inovação [...] 1.460634 - Economia em Debate	5
	Atividades de conteúdo	35
	Arestas de competências	8
	Arestas pelas categorias	11
	Arestas pelos professores	2

Figura 31 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola Politécnica – Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos

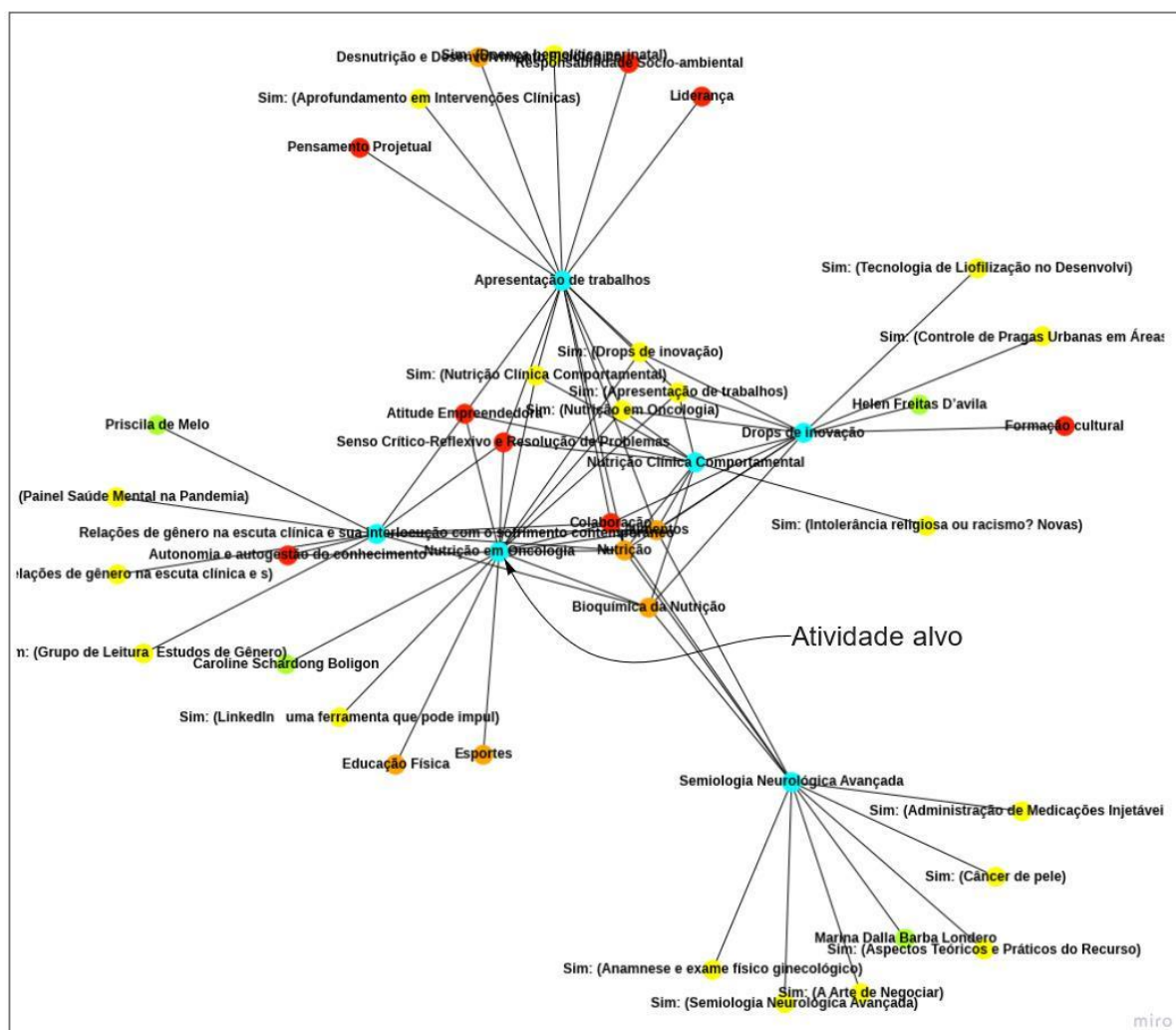


Quadro 39 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola Politécnica: Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos

	Arestas	Total
●	Atividades semelhantes pelas conexões de grafos: 3.780652: Acústica de Escritórios Restaurantes e Espaços de Saúde 3.390954: Dimensionamento de Estruturas em Concreto Reforçado com FRP [...] 2.230732: Neuropsiquiatria quando a clínica pede essa união? 1.893677: Café com construção - Edição Gestão de Projeto 1.893677: Durabilidade de Estruturas de Concreto Armado nos Níveis Inter. [...]	5
●	Arestas conteúdo	21
●	Arestas de competências	8
●	Arestas pelas categorias	4

●	Arestas pelos professores	4
---	---------------------------	---

Figura 32 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola de Saúde - Nutrição em oncologia



Fonte: Extraído do resultado do experimento.

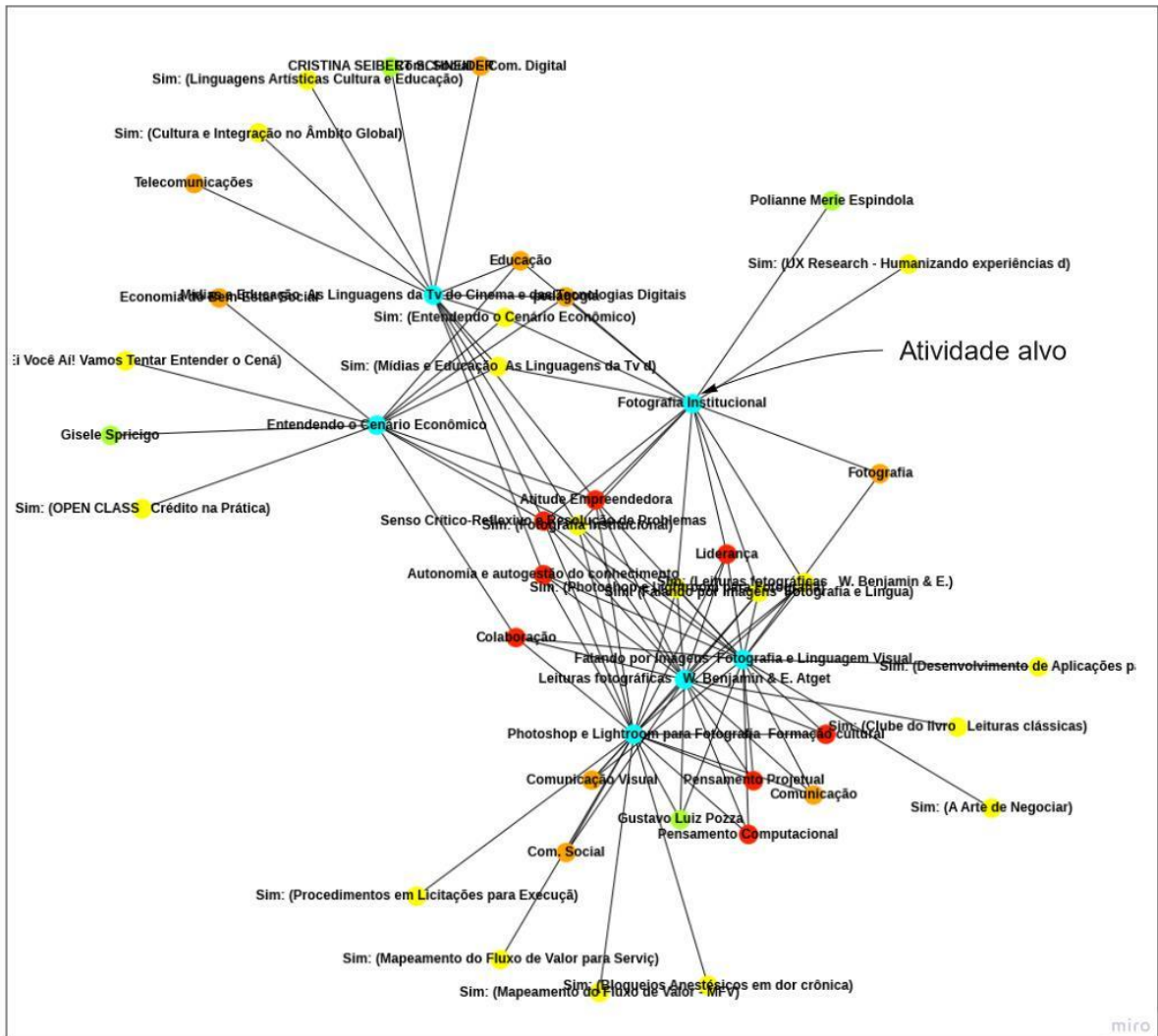
Quadro 40 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola de Saúde - Nutrição em oncologia

Arestas	Total
Atividades semelhantes pelas conexões de grafos: 3.832466: Apresentação de trabalhos 3.660994: Nutrição Clínica Comportamental 3.402514: Drops de inovação 2.155645: Relações de gênero na escuta clínica e sua interlocução com o [...] 1.601734 - Semiologia Neurológica Avançada	5

●	Atividades de conteúdo	19
●	Arestas de competências	7
●	Arestas pelas categorias	6
●	Arestas pelos professores	4

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 33 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola Indústria Criativa – Fotografia Institucional



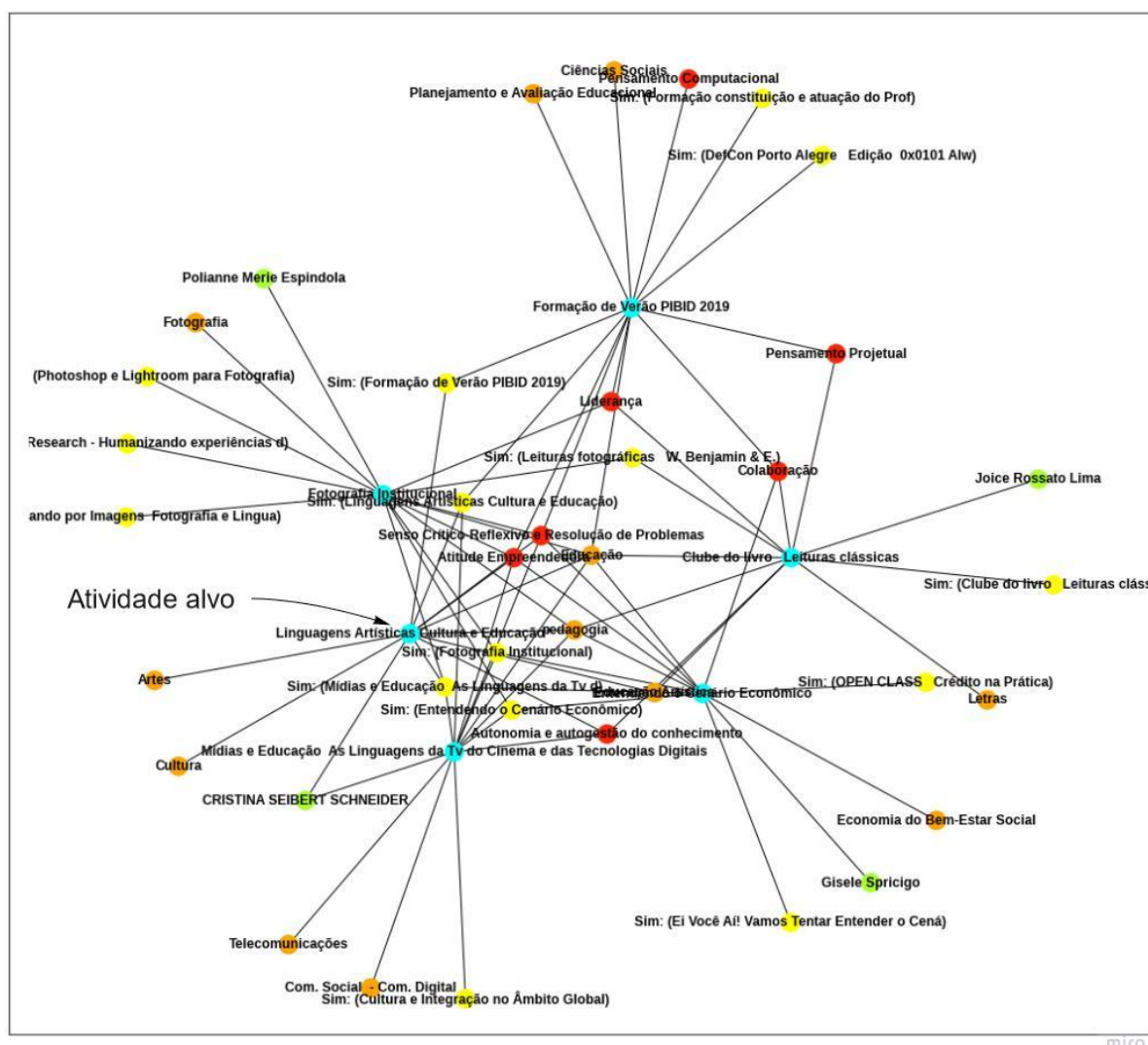
Quadro 41 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Indústria Criativa – Fotografia Institucional

Arestas	Total
● Atividades semelhantes pelas conexões de grafos: 4.293474 - Falando por Imagens Fotografia e Linguagem Visual 2.850779 - Leituras fotográficas W. Benjamin & E. Atget	5

	2.850779 - Photoshop e Lightroom para Fotografia 2.627042 - Entendendo o Cenário Econômico 2.627042 - Mídias e Educação: As Linguagens da Tv do Cinema e das [...]	
●	Arestas de conteúdo	18
●	Arestas de competências	8
●	Arestas pelas categorias	8
●	Arestas pelos professores	3

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 34 - Relação de similaridade baseado em grafos da atividade da Escola de Humanidades - Linguagens Artísticas Cultura e Educação



Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 42 - Síntese das relações via grafos de atividades similares com a atividade da Escola de Humanidades - Linguagens Artísticas Cultura e Educação

	Arestas	Total
●	Atividades semelhantes pelas conexões de grafos: 3.698810: Mídias e Educação As Linguagens da Tv do Cinema e das Tec. [...] 1.762004: Formação de Verão PIBID 2019 1.683406: Clube do livro Leituras clássicas 1.510821: Entendendo o Cenário Econômico 1.510821: Fotografia Institucional	5
●	Arestas de conteúdo	15
●	Arestas de competências	7
●	Arestas de categorias	12
●	Arestas de professores	3

Este experimento apresentou os resultados a partir da utilização da técnica Baseada em Grafos. Com base nos resultados, é possível observar a relação entre os itens (atividades) a partir de uma abordagem qualitativa, complementando as outras análises de resultados já apresentados. Além de obter uma pontuação de classificação entre uma atividade com relação a outra, é possível observar essas relações de uma nova forma visual. Essa funcionalidade adiciona uma forma de analisar as relações entre as atividades e os alunos com seus interesses.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta sessão será descrita uma análise qualitativa dos resultados dos experimentos, nos quais todos foram realizados com dados reais, extraídos da plataforma Unisinos Lab (<https://www.unisinos.br/lab/>).

No primeiro experimento o objetivo foi realizar a recomendação de atividades, exclusivamente por meio das técnicas de FC. Para este, foram testados nove diferentes tipos de modelos. Conforme descrito na sessão 4.6, essa técnica é uma das mais simples pois não requer variedade de dados e não é necessário, por exemplo, saber as informações sobre os usuários e os itens, neste caso, as atividades. No experimento em questão, foi utilizado o dado da sessão do usuário sobre as atividades. Poderia também ser utilizado os dados de matrícula, ou de favoritos. Porém, o dado da sessão foi escolhido para o experimento pois havia uma maior quantidade de dados já que é mais comum o usuário navegar na plataforma do que adicionar atividades como favorito ou a própria matrícula.

Ao analisar os resultados dos nove modelos, (Quadro 22) é possível verificar que os modelos de Popularidade (Modelos 1, 2 e 3) não proporcionam uma diversificação na recomendação personalizada, em ambos os modelos a lista de recomendação é praticamente a mesma. Isso ocorre porque os modelos de Popularidade fazem uma classificação única das atividades mais populares e recomendam para todos os usuários a mesma lista de atividades. Já os modelos de Cosseno e Pearson proporcionaram uma personalização das atividades para os usuários. Segundo as métricas de *Precision* e *Recall*, o modelo de Cosseno com sessões normalizada (Modelo 5) foi o que obteve melhor resultado. É importante salientar que os valores de *Precision* e *Recall* foram baixos. Acredita-se que o modelo tenha obtido valores baixos pela existência de dados esparsos, um dos problemas conhecidos das técnicas de FC. Acredita-se que em trabalhos futuros, novos experimentos com dados não esparsos possam gerar resultados com valores superiores. É importante ter essa técnica junto as demais pois ela proporciona recomendações específicas, que não podem ser supridas por outras técnicas, pois pode proporcionar bons resultados para os alunos que possuem interesses em comum.

No segundo experimento, ao utilizar a técnica baseada em conteúdo, o modelo não utilizou dados dos usuários e seus atributos não foram levados em consideração. A abordagem tratou somente das atividades e seus atributos.

É possível notar que as atividades recomendadas para cada atividade alvo fazem parte da mesma área (Escola) da atividade alvo. Por exemplo, no Quadro 26, entre as recomendações para atividade “Como Controlar Ruídos em Ambientes Internos?”, que faz parte das Escola Politécnica, duas atividades da mesma escola apareceram entre as atividades recomendadas: “Sistema de Gestão Ambiental”, e “Segurança Contra incêndio: Aspectos práticos Aplicados ao Projeto de Edificações”. O mesmo acontece com os resultados das atividades das demais escolas (Quadros 23, 24, 25, 27 e 28). Em todos os casos apareceram atividades que pertencem da mesma área.

Como essa técnica possui grande dependência dos conteúdos cadastrados, em alguns casos, os atributos podem estar incorretos ou inconsistentes. Esses fatores podem ter impactado de forma relevante os resultados. Embora, durante o processo tenha ocorrido uma etapa onde palavras subjetivas foram removidas, é necessário fazer um processo de análise exploratório maior e realizar possíveis remoções de conteúdo não relevantes. Essa técnica exige um processo que garanta que os atributos sejam cadastrados de forma consistente e precisa, caso contrário, as recomendações não obterão um resultado satisfatório.

No terceiro experimento foi possível testar outras ferramentas, combinando as duas abordagens anteriores, as técnicas de FC e CB, tornando o experimento com uma abordagem híbrida. Em comparação com métodos colaborativo e baseados em conteúdo, os métodos híbridos podem fornecer recomendações mais precisas e superar os problemas comuns em Sistemas de Recomendação, como a inicialização a frio (*cold-start*) e os problemas de escassez de dados. Ao analisar os resultados das recomendações para os usuários em questão, é possível notar que recomendações vão além das áreas das atividades alvo. Por exemplo, no caso do aluno 3982, onde o usuário acessou atividades das áreas do Direito e de Gestão e Negócios, ele supostamente iria receber recomendações de diversas outras áreas, como Engenharia Civil (Café com construção - Edição: Alvenaria Estrutural) e Comunicação (Módulo 4. Avaliação das noções de língua e conteúdo para a integração curricular).

No quarto experimento, utilizando a técnica de grafos, os resultados possuem semelhanças com os resultados do experimento baseado unicamente em conteúdo.

O motivo de isso acontecer é que, junto a técnica de grafos, também foi utilizada a técnica de filtragem por conteúdo. Ao analisar as recomendações, é possível ver que a aresta de conteúdo foi a que mais proporcionou conexões entre as atividades, de 20 a 30 arestas, em cada uma das atividades alvo. Essa aresta foi a que mais contribuiu para encontrar conexões entre as atividades, pois quanto mais conexões (arestas) um vértice tiver, maior será a classificação de conexões. As conexões por professores proporcionaram poucas conexões, inclusive a de professor foi a que menos conexões criou. Do contrário, as arestas das categorias que representam as áreas que as atividades pertencem, proporcionaram mais relações.

A realização dos experimentos permitiu ver na prática os benefícios e deficiências de cada técnica utilizada. Conforme descrito nas sessões anteriores, cada experimento apresentou um tipo de resultado, isso permite afirmar que quanto mais técnicas combinadas, melhor o sistema de recomendação pode ser, pois cada técnica supre as falhas da outra técnica e fornece benefícios que outras não teriam.

Para isso, para criar um SR que ajude o aluno em sua trajetória acadêmica, é necessário a criação de um modelo de SR amplo, com diversas técnicas. Na técnica de FC, é necessário resolver o problema de esparsidade e aumentar as métricas de avaliação nos resultados pois a técnica de FC ajuda a trazer resultados diferentes do corpus de conteúdo das atividades já conhecidas pelo aluno. A técnica baseada em conteúdo é necessária fazer uma análise mais profunda nos conteúdos, remover conteúdos subjetivos, propor uma melhoria para os cadastros das atividades para que cada atividade possua um conteúdo o mais único possível. A técnica de grafos pode ser útil para mostrar as relações que as atividades e os usuários podem ter entre si. Para isso, é necessário trazer mais dados de relações, como as atividades que o aluno se matriculou ou adicionou como favorito.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem seu contexto motivado por diretrizes do MEC que indicam que os currículos de graduação devem propor alternativas para que o aluno se relacione com as áreas profissionais associadas aos seus currículos, sendo que uma das formas conhecidas são as atividades complementares.

Para apoiar esta demanda, este trabalho apresentou uma proposta de modelo de SR, denominado *Graduation Mentoring Recommender*, cujo objetivo é ajudar o aluno a conhecer e aprofundar as áreas profissionais do seu curso de graduação por meio de recomendações de atividades complementares que correspondam as suas preferências de formação. Um dos aspectos a destacar é a flexibilidade do modelo, prevendo o seu uso em diferentes instituições de ensino.

Um diferencial deste modelo de SR é o fato de ser aplicado durante um longo período, que é a graduação do aluno, para ajudar os estudantes a personalizarem a sua jornada acadêmica por meio da realização de atividades complementares, de acordo com suas preferências. Outro diferencial concentra-se na composição de técnicas híbridas de recomendação.

O trabalho apresenta um estudo de caso, utilizando a plataforma Unisinos Lab como Plataforma Online de divulgação de atividades complementares e como Curso de Graduação o de Curso de Direito da UNISINOS como exemplo de aplicação.

Foram realizados quatro experimentos com o objetivo de avaliar os resultados de diferentes técnicas de recomendação e mapear os dados a serem utilizados no modelo proposto.

Entre os aprendizados na experimentação das técnicas, está o fato de que a técnica de filtragem de colaborativa é a mais provável que proporcione recomendações inesperadas, em que os usuários podem não entender, mas também que podem ser surpreendidos já que os resultados partem de atividades de usuários com perfil semelhante. É importante que um SR recomende novidades para o usuário, e a técnica de FC pode contribuir para esse fator. Acredita-se que a técnica de recomendação baseada em conteúdo é a mais segura das recomendações, pois a partir do conteúdo é possível encontrar atividades semelhantes e que talvez estejam escondidas dos usuários, além de que a partir dela é possível evitar o problema de inicialização a frio (*cold-start*), a partir de informações prévias inseridas pelo usuário, como seu histórico de navegação, certa característica ou gosto informado no cadastro

e até mesmo suas buscas. Com isso já é possível propor recomendações personalizadas.

A técnica de grafos pode ser expandida, assim como foi incorporado a técnica de filtragem baseada em conteúdo, ela também pode contemplar a técnica baseada em filtro colaborativo, basta que os dados dos resultados estejam presentes na base de dados. Essa flexibilidade em que a técnica de grafos disponibiliza, pode fazer com que ela seja a mediadora entre as recomendações. Por exemplo: para um cenário específico de recomendações, pode-se especificar diferentes pesos para diferentes dados, em determinado cenário, as pontuações das conexões de competências, pode ser mais relevante que a pontuação dos resultados da FC, além disso, poderia se fazer uma composição dos resultados de diferentes técnicas. Essa composição deve ser criada com base na análise do corpus do conteúdo e das demais técnicas.

Tendo em vista esta experimentação relatada, considera-se que ela se constitui de subsídio para apoiar na busca pela resposta da questão de pesquisa colocada neste trabalho. A questão de pesquisa compreende o seguinte questionamento: quais os elementos necessários para que um Sistema de Recomendação possa contribuir para a formação profissional do aluno durante a graduação por meio de usos de dados originados em plataformas digitais? Considera-se que os resultados obtidos indicam os ganhos possíveis com a diversificação de técnicas de filtragem em um Sistema de Recomendação.

7.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Nesta sessão são apresentadas as contribuições adquiridas durante o desenvolvimento desta pesquisa em concordância com a sessão 1.4. Em uma perspectiva ampla, este trabalho proporcionou as seguintes contribuições.

A primeira foi o mapeamento detalhado do estudo de caso, onde foi possível entender de forma profunda como um currículo de graduação é composto, neste caso o Curso de Graduação em Direito. Como segundo ponto, o levantamento da possibilidade de uso real do modelo de SR proposto, embora não tenha tido tempo hábil para aplicar a proposta de modelo de SR aqui descrita, há essa possibilidade e que ficará para trabalhos futuros. Na sequência, como terceiro ponto está a aprovação do artigo “GRADUATION MENTORING RECOMMENDER – Hybrid Recommendation

System for Customizing the Undergraduate Student's Formative Path” no evento LACLO. A produção deste artigo foi de grande satisfação para o presente autor, pois proporcionou transformadora aprendizagem e experiência na participação de uma conferência de estudos. Como quarto ponto, está a colaboração com outras pesquisas relacionadas. Durante a construção da pesquisa, também houve a colaboração com pesquisas relacionadas onde ocorreram conversas com outros colegas onde foi compartilhado dados e experiência profissional trabalhando com Educação.

Este trabalho também deixa um legado interdisciplinar. Foi possível unir a experiência do autor em trabalhar nas áreas de Comunicação e Educação com uma nova área, a Tecnologia. Contribuir para a conexão entre essas três áreas proporcionou fomentar o diálogo entre seus conceitos, de maneira a integrar os conhecimentos distintos com o objetivo de unir o sentido de cada uma delas para um objetivo fim.

A principal e mais difícil contribuição foi a proposta do desenvolvimento de um conjunto de técnicas para a construção do modelo. A partir dos testes com frameworks que originalmente utilizavam dados de filmes, foi possível propor a utilização destes mesmos algoritmos com os dados da plataforma Unisinos Lab. Notoriamente houve a necessidade de adaptar os frameworks para os objetivos e os dados da presente pesquisa, entretanto os resultados parciais foram satisfatórios para entender que as plataformas de IES podem utilizar o aprendizagem de máquina para contribuir para uma formação mais ampla de seus alunos.

7.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

A partir do que foi discutido no decorrer deste trabalho, é possível descrever uma série de limitações do trabalho.

Aplicar os experimentos em ambiente de produção. Por questões de tempo e de limitações de experiência em técnicas de programação, não foi possível aplicar os experimentos na plataforma e obter o *feedback* de usuários reais em relação as recomendações sugeridas pelas diferentes técnicas, e com isso, também não foi possível realizar testes com o estudo de caso.

Acesso a mais dados. Os relatórios que foram as fontes dos dados utilizados para os experimentos eram limitados a uso de processos gerenciais. Por questões de

tempo e limitação de conhecimentos, também não foi possível ter acesso a todos os dados existentes relacionados aos alunos, como características pessoais e de jornada na universidade.

Necessidade de aprofundamento em aspectos de codificação. Há uma necessidade de melhoria na codificação dos experimentos, tanto em adaptar quanto ampliar funcionalidades dos códigos dos frameworks.

Foco delimitado em Preferências Profissionais. Por limitações de tempo, não foi possível criar o protótipo onde são utilizados dados das Áreas Profissionais do Curso do Direito e criar o protótipo final. Além disso, é importante salientar que há muitas outras possibilidades na área da Educação em que pode ser explorado para a implementação de SR na plataforma Lab e que podem contribuir para a formação dos alunos, além das Áreas Profissionais.

7.3 TRABALHOS FUTUROS

Nesta sessão estão descritas questões a serem trabalhadas em trabalhos futuros.

Ampliação do modelo. Realizar melhorias na codificação dos experimentos, incluir novas funções necessárias para os objetivos específicos, remoção de funcionalidades que não são necessárias, mas que estão presentes nos frameworks.

Implementação do modelo e criação do protótipo com foco em Áreas Profissionais. A partir do estudo de caso mencionado no Capítulo 5 será dada sequência nas etapas necessárias para colocar os experimentos em ambiente de produção da plataforma Lab para um número limitado de alunos do Curso do Direito.

Atualização do estudo da arte. Desenvolvimento de uma atualização de trabalhos relacionados e aprofundamento na composição de técnicas de recomendação, para assim analisar a possibilidade de adicionar novas técnicas de recomendação, além de FC, BC e de Grafos.

Deep Learning. Realizar estudo de viabilidade de aplicação de técnicas de recomendação utilizando Deep Learning.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Janderson; FECHINE, Joseana; COSTA, Evandro. **Experimentando a Influência dos Traços de Personalidade do Modelo Big Five na Recomendação de Recursos Educacionais**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), [S.l.], p. 1711, 2019.

AGUIAR, Janderson; FECHINE, Joseana; COSTA, Evandro. **Recomendação de Objetos de Aprendizagem utilizando Filtragem Colaborativa baseada em Tendências e em Estilos de Aprendizagem**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), [S.l.], p. 1423, 2018.

ANAYA, Antonio R.; LUQUE, Manuel; GARCÍA-SAIZ, Tomás. **Recommender system in collaborative learning environment using an influence diagram**. Expert Systems with Applications. v 40, p. 7193-7202, 2013.

BIAN, J; BIN, G; TIE-YAN, L. **Knowledge-Powered Deep Learning for Word Embedding**. Lecture Notes in Computer Science, v. 8724, 2014.

BORBA, Gustavo; ALVES, Isa M. R; BARAUNA, Debora. **Projetando Cenários Futuros na Educação**. Porto Alegre, 2021. E-book. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/institutoinovacao/>> Acesso em: 18 de abr. de 2021

BRASIL, Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES n. 02, de 18 de junho de 2007**. Dispõe sobre carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação, bacharelados, na modalidade presencial. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2007/rces002_07.pdf. Acesso em: jun. 2021>.

BRASIL, Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES n. 02, de 19 de abril de 2021**. Altera o art. 5º da Resolução CNE/CES nº 5/2018, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Direito. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=181301-rces002-21&category_slug=abril-2021-pdf&Itemid=30192. Acesso em: jun. 2021.

BRASIL, Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES n. 07, de 18 de dezembro de 2018**. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104251-rces007-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: jun. 2021.

CLAUDEL, Yann. **How to Build a Recommendation System for Purchase Data (Step-by-Step)**. In Kaggle, 2 de ago. de 2020. Disponível em: <https://www.kaggle.com/yclaudel/recommendation-engine-with-networkx/notebook> Acesso em: 5 de jan. de 2022.

CHEN, H; YIN, C; LI, R; RONG, W; XIONG, Z; DAVID, B. **Enhanced learning resource recommendation based on online learning style model**. Tsinghua Science and Technology, v. 25, n.3, p. 348-356, 2020.

D'Ambros, Vinícius Pacheco. **Sistema de recomendações para uma venda consultiva: um Estudo de caso da empresa vinhos do mundo**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2020.

Em um ano, 120 mil alunos de cursos presenciais migram para ensino a distância. In ZERO HORA, Porto Alegre, 14 de out. de 2019. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/educacao-e-emprego/noticia/2019/10/em-um-ano-120-mil-alunos-de-cursos-presenciais-migram-para-ensino-a-distancia-ck1qmk5w7009m01mu2km80cqr.html> Acesso em: 03 de abr. de 2021.

FAZIO, Marcelo Rezende. **Previsão de avaliações em sistemas de recomendação para nichos de mercado**. Engenharia de Sistemas e Computação, 2013.

FLORIAN B., GLAHN C., DRACHSLER H., Specht M., Fabregat Gesa R. **Activity-Based Learner-Models for Learner Monitoring and Recommendations in Moodle.** Towards Ubiquitous Learning: 6th European Conference of Technology Enhanced Learning, v 6964, 2011.

JÚNIOR, Flávio de Holanda Cavalcanti. **Avaliação de Técnicas de Filtragem Colaborativa para Sistemas de Recomendação.** Centro de Informática da Universidade Federal de Pelotas, 2017.

KALININ, Artyom. **Hybrid movie Recommendation System.** In Kaggle, 1 de dez. de 2017. Disponível em: <<https://www.kaggle.com/artemkalinin/hybrid-recommendation-system-cb-keras>> Acesso em: 3 de ago. de 2020.

LIN, Jinjiao; PU, Haitao; Li, Yibin; LIAN, Jian. **Intelligent Recommendation System for Course Selection in Smart Education.** Procedia Computer Science, v. 129, p. 449-453, 2018.

LOPES, N.; GOMES, A. **O “Boom” das plataformas digitais nas práticas de ensino: Uma experiência do E@D no ensino superior.** Revista Practicum, v. 5, n. 1, p106-120, 2020.

MORAES, Thayron; STIUBIENER, Itana. **Sistemas Híbridos para Recomendações Educacionais: Uma Revisão Sistemática da Literatura.** Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), p. 1331, 2019.

OLIVEIRA, Edilaine et al. **Identificação do Estilo de Aprendizagem utilizando o Modelo LV como auxílio para personalização de Sistemas Tutores Inteligentes.** Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), [S.l.], p. 1906, 2018.

OLIVEIRA, Paulo Cristiano de, CUNHA, Cristiano Jose Castro de Almeida, NAKAYAMA, Marina Keiko. **Learning management systems (lms) and e-learning management: an integrative review and research agenda.** Jistem -

Journal of Information Systems and Technology Management [online], v. 13, n. 2, p. 157-180, 2016.

ORTUZAR, Juan Domingo. **How to make a movie recommender: creating a recommender engine using Keras and TensorFlow**. *In* Medium, 12 de dez. de 2020. Disponível em: <<https://medium.com/analytics-vidhya/how-to-make-a-movie-recommender-creating-a-recommender-engine-using-keras-and-tensorflow-a8e34c9ce48e>> Acesso em: 7 de dez. de 2021.

PAIALUNGA, Piero. **Hands-on Content Based Recommender System using Python**. *In* Medium, 16 de jan. de 2022. Disponível em: <<https://towardsdatascience.com/hands-on-content-based-recommender-system-using-python-1d643bf314e4>> Acesso em: 03 de fev. de 2022.

P. C. R. Pinho et al. **Developments in Educational Recommendation Systems: a systematic review**. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), p. 1-7, 2019.

PEDREGOSA, Fabian et al. **Scikit-learn: Machine Learning in Python**. JMLR 12, p. 2825-2830, 2011.

PIZZATO, Cleber B. **Sistemas de recomendação com auxílio de processamento de imagens de redes sociais**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2020.

PONTES, Walber Lins et al. **Filtragens de Recomendação de Objetos de Aprendizagem: uma revisão sistemática do CBIE**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), [S.l.], p. 549, 2014.

QOMARIYAH, N. N.; FAJAR, A. N. **Recommender System for e-Learning based on Personal Learning Style**. International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI), p. 563-567, 2019.

SEGALOTTO, M. **ARNI: an eeg-based model to measure program comprehension**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2018.

DGL, TEAM. **Some Basic Definitions about Graphs (Graphs 101)**. *In* Deep Graph Library Tutorials and Documentation. v. 58346042, 2018. Disponível em: <<https://docs.dgl.ai/guide/graph-basic.html#guide-graph-basic>> Acesso em: 10 de jan. de 2022.

THAI-NGHE, Nguyen; DRUMOND, Lucas; KROHN-GRIMBERGHE, Artus; SCHMIDT-THIEME, Lars. **Recommender system for predicting student performance**. *Procedia Computer Science*, v. 1, p. 2811-2819, 2010.

TJOKRO, Moorissa. **How to Build a Recommendation System for Purchase Data (Step-by-Step)**. *In* Medium, 15 de out. de 2018. Disponível em: <<https://medium.datadriveninvestor.com/how-to-build-a-recommendation-system-for-purchase-data-step-by-step-d6d7a78800b6>> Acesso em: 7 de mar. de 2020.

Unisinos Muda modelo de ensino e cria plataforma com aulas personalizadas. *In* ZERO HORA, Porto Alegre, 10 de nov. de 2017. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/educacao-e-emprego/noticia/2017/11/unisinos-muda-modelo-de-ensino-e-cria-plataforma-com-aulas-personalizadas-cj9sxt0g00ak01o8trb5irzf.html>> Acesso em: 10 de mar. de 2021.

UNISINOS. **Unisinos Lab**, 2021. Sobre a Unisinos Lab. Disponível em: <<https://unisinos.br/lab/sobre>>. Acesso em: 14 de fev. de 2021.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS). Jesuítas. **Relatório de acompanhamento de acessos e matrículas da plataforma Unisinos Lab**. Documento interno da Instituição, 2021.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS). Jesuítas. Resolução n 69/2019. **Reformulação Curricular do Projeto Político-Pedagógico do Curso de Direito – Campus São Leopoldo**. Documento interno da Instituição, 2019.

VAIDHEHI, V; SUCHITHRA, R. **A Systematic Review of Recommender Systems in Education**. International Journal of Engineering & Technology, [S.l.], v. 7, n. 3.4, p. 188-191, 2018.

VAIDHEHI, V; SUCHITHRA, R. **Knowledge-Powered Deep Learning for Word**. International Journal of Engineering & Technology, [S.l.], v. 7, n. 3.4, p. 188-191, 2018.

ZADEH, R. **Basic Definitions and Concepts in Graph Theory**. In CME 305: Discrete Mathematics and Algorithms. 2016. Disponível em <<https://stanford.edu/~rezab/discrete/Notes/2.pdf>>: Acesso em: 15 de jan de 2022.

Zameer Gulzar, A. Anny Leema, Gerard Deepak. **PCRS: Personalized Course Recommender System Based on Hybrid Approach**. Procedia Computer Science, v. 125, p. 518-524, 2018.