

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia de Software

Sistema de apoio ao mapeamento de algumas competências em estudantes de graduação

Autor: Caio Felipe Dias Nunes
Orientador: Dr. Vандor Roberto Vilardi Rissoli

Brasília, DF
2021



Caio Felipe Dias Nunes

Sistema de apoio ao mapeamento de algumas competências em estudantes de graduação

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Dr. Vandor Roberto Vilarde Rissoli

Brasília, DF

2021

Caio Felipe Dias Nunes

Sistema de apoio ao mapeamento de algumas competências em estudantes de graduação/ Caio Felipe Dias Nunes. – Brasília, DF, 2021-

87 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Dr. Vandor Roberto Vilardi Rissoli

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA , 2021.

1. Competências. 2. Sistema Tutor Inteligente. I. Dr. Vandor Roberto Vilardi Rissoli. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Sistema de apoio ao mapeamento de algumas competências em estudantes de graduação

CDU 02:141:005.6

Caio Felipe Dias Nunes

Sistema de apoio ao mapeamento de algumas competências em estudantes de graduação

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, :

Dr. Vador Roberto Vilardi Rissoli
Universidade de Brasília (orientador)

MSc. Ricardo Ajax Dias Kosloski
Universidade de Brasília

Dra. Carla Cristie de França Silva
Universidade Aberta do Brasil UAO/UnB

Dra. Lucicleide Araújo de Sousa Alves
Secretaria de Estado de Educação do DF

Brasília, DF

2021

Resumo

Ao longo do período de uma graduação é importante que estudantes possuam um desenvolvimento acadêmico de forma a refletir as necessidades do mercado de trabalho. Da mesma forma, é importante que organizações ofereçam oportunidades de desenvolvimento profissional para estudantes que estejam alinhados com os perfis desejados aos futuros profissionais. Dessa maneira, tem-se empresas buscando cada vez mais obter profissionais que atendam suas expectativas e contribuam para seu crescimento como empresa, enquanto aprendizes buscam desenvolver-se de forma a serem os profissionais que o mercado necessita. Consciente dessa situação, a oportunidade de elaboração deste trabalho surge com o objetivo de desenvolver um software que seja capaz de inferir a situação de algumas competências nos estudantes que ainda se encontram em formação, facilitando a interação que algumas organizações tem estabelecido com as instituições de ensino para oferecer oportunidade inicial aos alunos que atendam as suas expectativas e demandas. Esse software corresponderia a um novo módulo a ser integrado na arquitetura de um Sistema Tutor Inteligente (STI) que forneceria a instituição de ensino subsídios sobre a situação personalizada de algumas competências em seus estudantes usuários desse software educacional (STI) que forneceria a instituição de ensino subsídios sobre a situação personalizada de algumas competências em seus estudantes usuários desse software educacional (STI), munindo a instituição a indicar alunos que corresponderiam melhor a demanda apresentada pelas organizações. Processos de inferência envolvendo recursos provenientes da Inteligência Artificial e metodologias para acompanhar os comportamentos psicoeducacionais de cada aluno serão empregados em conjunto, tornando este projeto multidisciplinar, em que o desafio da integração salutar entre as instituições de ensino e as organizações possam trabalhar juntas em reconhecer nos futuros profissionais as suas respectivas situações relacionadas ao conhecimento assimilado, as habilidades desenvolvidas e as atitudes no âmbito profissional e pessoal que consolidarão as competências pessoais de cada indivíduo e sinalizarão as organizações os perfis mais condizentes com os seus desejos e necessidades.

Palavras-chaves: Competências, Sistema Tutor Inteligente, Conhecimento, Habilidade, Atitude.

Abstract

Throughout the undergraduate period it is important for students to have an academic development to reflect the needs of the job market. Likewise, it is important for organizations to provide professional development opportunities for students who are aligned with the desired profiles for future professionals. Thus, there are companies increasingly seeking professionals who meet their expectations and contribute to their growth as a company, while apprentices seek to develop in order to be the professionals that the market needs. Aware of this situation, the opportunity to elaborate this work arises with the objective of developing a software that is able to infer the situation of some competences in the students still in formation, facilitating the interaction that some organizations have established with the educational institutions. to provide initial opportunity for students to meet their expectations and demands. This software would correspond to a new module to be integrated in the architecture of an Intelligent Tutor System (STI) that would provide the educational institution with subsidies on the personalized situation of some competences in its students using this educational software (STI), providing the institution to indicate students who would better match the demand presented by organizations. Inference processes involving resources from Artificial Intelligence and methodologies to accompany each student's psychoeducational behaviors will be employed together, making this project multidisciplinary, in which the challenge of healthy integration between educational institutions and organizations can work together to recognize each other. future professionals their respective situations related to the assimilated knowledge, the developed skills and the attitudes in the professional and personal scope that will consolidate the personal competences of each individual and will signal the organizations the profiles that are most appropriate to their desires and needs.

Keywords: Skills, Intelligent Tutor System, Knowledge, Skill, Attitude.

Lista de figuras

Figura 1 – Quadro <i>Kanban</i> pela ferramenta Trello. Fonte: Autor.	25
Figura 2 – Arquitetura clássica ou tradicional dos Sistemas Tutores Inteligentes. Fonte:(RISSOLI, 2007a).	30
Figura 3 – Algumas das variáveis e termos linguísticos utilizados pelo SAE. Fonte: (RISSOLI; SANTOS, 2011).	33
Figura 4 – Fases da metodologia de Pesquisa-Ação. Fonte: Autor.	37
Figura 5 – Processo de desenvolvimento do TCC 1. Fonte: Autor.	37
Figura 6 – Quadro <i>Kanban</i> utilizado para o desenvolvimento do software. Fonte: Trello.	39
Figura 7 – Processo de desenvolvimento do TCC 2. Fonte: Autor.	40
Figura 8 – Subprocesso de construção do software. Fonte: Autor.	41
Figura 9 – Padrão Arquitetural MVC. Fonte: Autor.	43
Figura 10 – Módulos iniciais do SAE. Fonte: Rissoli, Santos (2011).	44
Figura 11 – Segunda versão do processo de desenvolvimento do TCC 2. Fonte: Autor.	47
Figura 12 – Listagem das competências relevantes identificadas pelos <i>Stakeholders</i> . Fonte: Autor.	50
Figura 13 – Definições para análise qualitativa da variável linguística Desempenho. Fonte: (RISSOLI; SANTOS, 2011).	53
Figura 14 – Relação $R(X,Z)$ através da composição max-min de P e Q. Fonte: (RIS- SOLI, 2007b, p. 107).	54
Figura 15 – a) Representação da relação R1 e em b) representação da relação R2. Fonte: (RISSOLI, 2007b, p. 108).	55
Figura 16 – Apresentação do resultado da composição de R1 e R2 formando R3. Fonte: (RISSOLI, 2007b, p. 108).	55
Figura 17 – Representação matricial da composição R3.Fonte: (RISSOLI, 2007b, p. 108).	55
Figura 18 – Representação matricial da relação <i>fuzzy</i> do Desempenho para cada aluno. Fonte: Autor.	56
Figura 19 – Representação matricial da relação <i>fuzzy</i> do Esforço para cada aluno. Fonte: Autor.	57
Figura 20 – Representação matricial da relação <i>fuzzy</i> do Empenho resultante da composição. Fonte: Autor.	58
Figura 21 – Representação matricial do Desempenho e Esforço para os quatro alu- nos. Fonte: Autor.	60
Figura 22 – Matriz resultante da composição <i>fuzzy</i> para cada um dos quatro alunos. Fonte: Autor.	60

Figura 23 – Listagem dos pontos identificados para elaboração das equações características através do Método dos Mínimos Quadrados. Fonte: Autor.	61
Figura 24 – Requisitos e <i>Features</i> elicitadas. Fonte: Autor.	61
Figura 25 – Matriz de Rastreabilidade. Fonte: Autor.	62
Figura 26 – Quadro <i>kanban</i> de um momento ao longo do projeto. Fonte: Autor.	63
Figura 27 – Visão da competência 'Empenho' para o perfil de Aluno. Fonte: Autor.	64
Figura 28 – Visão da competência 'Empenho' para o perfil de Professor. Fonte: Autor.	65
Figura 29 – Visão da competência 'Empenho' para o perfil de Monitor. Fonte: Autor.	66
Figura 30 – Diagrama de alterações no banco de dados - SAE. Fonte: Autor.	67
Figura 31 – Tela inicial do SAE exibindo o menu 'Competências'. Fonte: Autor.	68
Figura 32 – Diagrama de pacotes do novo módulo no sistema SAE. Fonte: Autor.	68
Figura 33 – Tela de seleção da Disciplina para o módulo 'Competências'. Fonte: Autor.	69
Figura 34 – Tela de seleção da Turma para o módulo 'Competências'. Fonte: Autor.	70
Figura 35 – Tela de seleção de Aluno para o módulo 'Competências'. Fonte: Autor.	71
Figura 36 – Tela de seleção do Conteúdo para o módulo 'Competências'. Fonte: Autor.	72
Figura 37 – Tela apresentando as análises de competências realizadas pelo STI. Fonte: Autor.	73
Figura 38 – Tela apresentando o detalhamento da análise para a competência denominada Pensamento Crítico. Fonte: Autor.	74
Figura 39 – Tela apresentando o detalhamento da análise para a competência denominada Flexibilidade Cognitiva. Fonte: Autor.	75
Figura 40 – Tela apresentando o detalhamento da análise para a competência denominada Conhecimento do Comportamento Humano. Fonte: Autor.	76

Lista de tabelas

Tabela 1 – Cronograma TCC 1. Fonte: Autor.	44
Tabela 2 – Cronograma TCC 2. Fonte: Autor.	45
Tabela 3 – Cronograma Ajustado - TCC 2. Fonte: Autor.	49
Tabela 4 – Competência 1: Pensamento Crítico. Fonte: Autor.	50
Tabela 5 – Competência 2: Flexibilidade Cognitiva. Fonte: Autor.	51
Tabela 6 – Competência 3: Comportamento Humano. Fonte: Autor.	52
Tabela 7 – Termos <i>fuzzy</i> : Empenho. Fonte: Autor.	58
Tabela 8 – Equações características para cada um dos termos da competência Empenho. Fonte: Autor.	59

Lista de abreviaturas e siglas

STI Sistema Tutor Inteligente

SAE Sistema de Apoio Educacional

ITA *Intelligent Teaching Assistant*

CHA Conhecimento, Habilidades e Atitudes

KSA *Knowledge, Skills and Abilities*

TCC 1 Trabalho de Conclusão de Curso 1

TCC 2 Trabalho de Conclusão de Curso 2

UnB Universidade de Brasília

AVA Ambiente Virtual de Aprendizagem

Lista de símbolos

∈ Pertence

Sumário

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Problema	20
1.2	Questão de Pesquisa	22
1.3	Justificativa	23
1.4	Objetivos	23
1.4.1	Objetivo Geral	23
1.4.2	Objetivos Específicos	24
1.5	Metodologia	24
1.5.1	Metodologia de Pesquisa	24
1.5.2	Metodologia de Desenvolvimento	24
1.6	Organização do Trabalho	25
2	REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1	Gestão por Competências	27
2.2	Sistema Tutor Inteligente	29
2.2.1	Arquitetura dos STI	29
2.3	Lógica Fuzzy	31
3	PROPOSTA	35
3.1	Metodologia	35
3.1.1	Metodologia do Projeto	35
3.1.2	Metodologia de Desenvolvimento	37
3.2	Requisitos	41
3.3	Arquitetura	42
3.4	Cronograma	44
3.5	Suporte Tecnológico	45
3.5.1	Latex	45
3.5.2	Overleaf	45
3.5.3	Trello	45
3.5.4	Heflo	45
3.5.5	Java	46
3.5.6	Eclipse	46
3.5.7	MySQL 5.7	46
3.5.8	Git	46
3.5.9	GitLab	46

4	DESENVOLVIMENTO	47
4.1	Alteração do Processo de Desenvolvimento do TCC 2	47
4.2	Alterações de Cronograma	49
4.3	Etapas do Desenvolvimento	49
4.3.1	Estruturação das Competências	49
4.3.2	Empenho	52
4.3.3	Implementação do Módulo	61
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
5.0.1	Conclusão	77
5.0.2	Trabalhos Futuros	78
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICES	83
	APÊNDICE A – SCRIPT PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS	85
	APÊNDICE B – SCRIPT PARA ALTERAÇÃO DA TABELA 'STI-VARIAVEISORIENTAÇÃO'	87

1 Introdução

O mercado de trabalho, principalmente na área de tecnologia, tem se tornado cada dia mais exigente. Grandes empresas tem se preocupado cada vez mais com a qualidade dos seus profissionais, e em possuírem pessoas alinhadas aos seus objetivos como organização.

Segundo [Laurindo et al. \(2001\)](#), a expectativa e questionamentos acerca do papel da tecnologia da informação no mundo tem crescido com o passar dos anos, tanto no âmbito acadêmico, mas principalmente nas áreas relacionadas ao público em geral. Órgãos governamentais têm atualizado seus serviços através da tecnologia da informação, sistemas políticos tem oferecido espaço para soluções tecnológicas na resolução de suas necessidades do dia a dia entre várias outras situações em que a tecnologia oferece recursos de solução ou suporte significativo a resolução de demandas diversas para diferentes comunidades. E cada vez mais, as empresas buscam encontrar pessoas capacitadas a participarem das soluções de atividades cotidianas para prover serviços ou produtos que atendam as suas demandas com qualidade.

Com isso, os cursos ministrados em instituições de ensino de nível superior tem cada vez mais tentado desenvolver profissionais que possuam competências condizentes com as necessidades esperadas pelo mercado. Entretanto, ainda existe uma distância considerável entre os estudantes e os profissionais com as habilidades desejadas por várias empresas (organizações privadas, órgãos governamentais, indústrias entre outras). Entre algumas das dificuldades existentes se destaca nesta trabalho a distância entre as competências adquiridas ao longo dos anos de estudo dos estudantes e as competências esperadas pelos contratantes. Reconhecendo tal distância e procurando promover uma aproximação maior e eficiente na interação entre as instituições de ensino e essas organizações este trabalho propõe elaborar uma ferramenta de software que possibilite as instituições de ensino obterem informações que indiquem a situação de evolução ou não de algumas competências personalizadas de cada estudante, a fim de colaborar com a melhor formação de seus alunos porque facilitaria a sinalização de fragilidades na formação ou evolução de algumas competências ao próprio estudante e seus professores.

Este software corresponderia a um novo módulo a ser desenvolvido e integrado ao Sistema Tutor Inteligente SAE (Sistema de Apoio Educacional), no qual o comportamento dos estudantes seriam acompanhados de maneira pormenorizada e subsidiariam a evolução de seu conhecimento, de algumas habilidades e atitudes durante seu período de formação, contribuindo com as decisões didático-pedagógicas dos docentes e com a participação mais ativa de cada aprendiz em saber como está a sua situação de aprendizagem e buscar a melhoria contínua diante da situação indicada por este novo módulo do SAE.

Os representantes das instituições de ensino também se sentirão mais seguros em fazer alguma indicação para as organizações que os procurassem, a fim de encontrarem novos profissionais com competências específicas e desejadas para atenderem demandas existentes nessas organizações, e que oportunizariam contratações de estudantes que possuísem tais competências ou as estivessem em evolução.

Dessa forma, uma interação entre instituições educacionais e organizações comerciais ou governamentais poderiam ser estabelecidas, facilitando a atuação de ambas a atenderem suas demandas e oportunizando a melhoria no processo educacional e o aprimoramento no processo de seleção e recrutamento de indivíduos mais adequados a ocuparem postos de trabalhos com competências pertinentes as suas necessidades. Diante dessa maior interação, a sintonia entre estes ambientes, educacional e comercial, seria enriquecido e poderia alinhar as atividades exercidas por ambas (instituições de ensino e organizações mais comerciais) a tornarem-se mais condizentes as realidades sociais.

1.1 Problema

O conceito de competências no âmbito profissional vem sendo trabalhado já há alguns anos por muitos autores. Perrenoud (1999), conforme citado por [Ituassu, Goulart e Durao \(2009, p. 1\)](#) define competência como “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem se limitar a eles”. Já [Brandão e Guimarães \(2001, p. 10\)](#) diz que “competência diz respeito a conhecimentos (C), habilidades (H) e atitudes (A) interdependentes (CHA) e necessárias a consecução de determinado propósito”. Nesse contexto, conforme Leme (2005), citado por [Tecchio et al. \(2008\)](#), o conhecimento é a informação adquirida no estudo, no ambiente acadêmico, em livros, etc., a habilidade trata da aplicação desses conhecimentos em um contexto prático, e a atitude trata da vontade de fazer e evoluir utilizando as habilidades adquiridas, sendo esta uma iniciativa que parte unicamente do indivíduo.

Ainda nessa referência bibliográfica os autores abordam que a competências são classificadas em técnicas (conhecimentos e habilidades) e comportamentais (atitudes). As técnicas tratam do quanto o indivíduo é capaz de se desenvolver tecnicamente e aplicar seus conhecimentos teóricos em contextos práticos. Já os comportamentais dizem respeito ao diferencial competitivo do indivíduo em relação aos outros, geralmente, no contexto do mercado de trabalho.

A partir da definição e estruturação de competências, desenvolveu-se o modelo de Gestão por Competências para as empresas atuais. De acordo com [Brandão e Bahry \(2008, p. 179\)](#), “a gestão por competências tem sido apontada como modelo gerencial alternativo aos instrumentos tradicionalmente utilizados pelas organizações.” Segundo estes autores, “esse modelo se propõe fundamentalmente a gerenciar o *gap* ou lacuna de competências, ou

seja, a reduzir ao máximo a discrepância entre as competências necessárias à consecução dos objetivos organizacionais e aquelas já disponíveis na organização”. Isso impacta diretamente nos processos de seleção e recrutamento para essas organizações, bem como no desenvolvimento dos profissionais que devem estar alinhados às competências requeridas pela organização.

Dentro desse modelo de gestão por competências o mapeamento de competências vem como outro conceito importante. Segundo [Brandão e Bahry \(2008\)](#), o mapeamento de competências possui o propósito de identificar as diferenças existências entre as competências desejadas pela organização e as competências encontradas internamente na mesma (por meio dos profissionais), possibilitando que essas lacunas sejam supridas. Nesse processo, alguns cuidados devem ser tomados. Segundo [Carbone \(2005\)](#), citado por [Brandão e Bahry \(2008\)](#), o mais indicado para este processo seria a descrição das competências com referenciais mensuráveis, isto é, que possam ser observados e medidos dentro do próprio ambiente de trabalho. A competência então, deve expressar uma capacidade ou comportamento que o profissional deve adotar em determinado contexto, uma condição para que este comportamento seja assumido, assim como um critério para mensurar o nível esperado de aplicação dessa competência ([BRANDÃO; BAHRY, 2008](#)).

Segundo [Ituassu, Goulart e Duraó \(2009, p. 2\)](#), “verifica-se que os modelos tradicionais de gestão de pessoas não se mostraram adequados para responder às novas exigências”. Devido a isso, as empresas atuais tem cada vez mais buscado evoluir, desenvolvendo seu modelo de gestão por competências e aproximando cada vez mais as competências dos seus colaboradores com as esperadas pela empresa. Vem surgindo cada vez mais propostas para que a maneira de gerir pessoas se baseie em competências, e isso implica em que, cada vez mais, o ambiente acadêmico (e neste trabalho tendo foco no ensino superior - graduação) precisa adequar-se ao desenvolvimento destas competências em seus alunos, de acordo com [Ituassu, Goulart e Duraó \(2009\)](#).

Conforme esses autores, um debate sobre a importância da escola no desenvolvimento das competências foi iniciado por Perrenoud. De um lado, tem-se a ideia de que a escola deve apenas transmitir os conhecimentos, e do outro a ideia de que o ambiente escolar (e no contexto deste trabalho, o ambiente acadêmico) deve contribuir para a construção das competências profissionais de seus alunos. De acordo com estes autores, é interessante repensar a importância das competências e de como o ambiente acadêmico contribui para esta formação, além de como os estudantes se desenvolvem nesse aspecto, identificando as competências que já possuem e as que precisam ser desenvolvidas. Cada vez mais, empresas buscam no próprio ambiente acadêmico identificar profissionais que estejam alinhados com os objetivos da organização (tanto em conhecimento, habilidades, mas principalmente em atitudes).

Nesse contexto, apesar da maioria dessas organizações ainda possuem processos

de recrutamento tradicionais, através de prospecção passiva, muitas buscam ir ativamente atrás de estudantes em ambientes acadêmicos para selecionar os profissionais mais alinhados às competências esperadas pela organização. A dificuldade observada nesse processo é a ausência de recursos mais aprimorados além de notas e frequências no meio acadêmico para atender as expectativas procuradas pelas empresas. As organizações têm buscado cada vez mais as características coerentes aos seus interesses através de contatos dentro do próprio ambiente acadêmico para chegar aos alunos com as características desejadas. Esse processo pode ser bastante falho no âmbito das atitudes (dentro do contexto do CHA), visto que normalmente essas indicações estão mais alinhadas a inferências da capacidade técnica dos estudantes, geralmente baseada em notas obtidas em avaliações acadêmicas, usualmente com enfoques mais teóricos que práticos ou equilibrados entre os dois tipos de conhecimento e habilidades (teoria e a prática usando as teorias).

Dessa forma, observando tal dificuldade no processo inicialmente abordado nesse trabalho, pode ser esclarecida a pesquisa que será realizada neste trabalho de conclusão de curso de graduação, que procurará também desenvolver um software capaz de fornecer algum subsídio que facilite a identificação de algumas competências que possam ser de interesse de organizações que procuram o ambiente acadêmico para selecionar futuros profissionais que tenham um perfil coerente as suas demandas.

1.2 Questão de Pesquisa

Este trabalho tem como finalidade desenvolver um software a ser integrado como novo módulo do Sistema Tutor Inteligente conhecido como SAE (Sistema de Apoio Educacional). Utilizando das informações já disponíveis neste sistema, e agregando novos dados essenciais à colaboração na identificação de algumas características ou competências individuais de cada estudante, esse novo módulo poderá inferir algumas competências nos alunos dos cursos de graduação que tenham utilizado o SAE como ferramenta de apoio educacional durante sua graduação.

Assim, empresas e/ou recrutadores poderão solicitar para a instituição de ensino que emprega o SAE em suas atividades de ensino-aprendizagem, diferentes perfis para trabalharem como colaboradores da organização em sintonia com as suas necessidades informadas aos profissionais que atuam no meio acadêmico, além de prover aos próprios estudantes a capacidade de identificar as suas competências adquiridas e as que ainda precisam ser melhor desenvolvidas. Diante desses esclarecimentos, a pergunta que guia a elaboração desse trabalho poderia ser formalizada por:

Como auxiliar o processo de seleção mais coerente as demandas de organizações que buscam o ambiente acadêmico para identificar estudantes de graduação que possuam competências e/ou características desejadas em pro-

fissionais que seriam integrados nas atividades laborais dessas organizações ?

1.3 Justificativa

A motivação em elaborar um projeto desse nível parte da premissa de que a tecnologia é um grande aliado na área educacional e profissional. Softwares educacionais como os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) se apresentam como ferramentas alternativas e interessantes ao subsídio na evolução individual de cada aprendiz, no qual sua utilização permite a obtenção de dados que podem ser empregados para beneficiar os próprios estudantes, suas instituições de ensino e as organizações que recebem estes aprendizes, geralmente, em suas primeiras experiências profissionais.

Por meio destas informações, é possível traçar perfis dos estudantes, bem como identificar qualidades que estes possuem e traçar metas a serem alcançadas para competências que ainda devem ser melhor desenvolvidas. Estas informações permitem com que o processo de evolução do estudante dentro do contexto acadêmico seja analisado com maior riqueza de detalhes que podem subsidiar até as organizações que os receberam como os futuros profissionais.

Com isso, espera-se que esse sistema permita que organizações consigam identificar perfis alinhados aos seus objetivos baseados nos dados dos estudantes como um todo, principalmente no âmbito de atitudes, e não mais somente em relação aos seus conhecimentos e habilidades. Principalmente dentro da área de software, que é o contexto dos estudantes deste trabalho, o conhecimento técnico não deve ser mais valorizado do que as competências comportamentais.

Tendo em vista as dificuldades que foram apresentadas para as organizações nesse processo de recrutamento, espera-se que esse módulo ofereça uma alternativa mais adequada ao processo de recrutamento tradicional, e que possibilite maior adequação de um perfil profissional aos objetivos organizacionais.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um novo módulo para o Sistema de Apoio Educacional (SAE), permitindo a identificação dos alunos mais alinhados às competências desejadas por parte de organizações que desejam recrutar estudantes de graduação, através de informações relevantes existentes no sistema.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Proporcionar aos alunos um *feedback* sobre as competências técnicas e comportamentais que eles necessitam desenvolver.
- Prover aos docentes informações a respeito de déficits técnicos ou comportamentais de seus alunos, que possam ser evoluídos dentro do contexto de cada disciplina.
- Prover às organizações um método de recrutamento de profissionais mais moderno, prático e melhor alinhado às suas necessidades.
- Prover às instituições de ensino maior embasamento ao indicar estudantes rumo a um contexto profissional.
- Prover aos usuários deste módulo treinamentos a respeito do uso do mesmo, e como sua utilização pode embasar decisões relacionadas aos docentes, discentes e organizações.

1.5 Metodologia

1.5.1 Metodologia de Pesquisa

A metodologia de pesquisa que será utilizada neste trabalho será Pesquisa-ação. Segundo [Tripp \(2005, p. 447\)](#), “pesquisa-ação é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática”. A questão de pesquisa foi levantada e então, desenvolvida a proposta de solução na forma de um software que corresponderá a um novo módulo do SAE.

A Pesquisa-ação foi selecionada para este trabalho devido a sua necessidade de inserção dentro do contexto estudado, para que uma ação prática possa ser desenvolvida, e enfim um problema solucionado. Além disso, envolver-se na pesquisa-ação representa diretamente um aumento de conhecimento sobre determinado assunto, o que agrega muito valor tanto aos envolvidos no contexto, quanto aos pesquisadores. Segundo Michael Thiolent(1985), citado por [Baldissera \(2001, p. 6\)](#), para uma pesquisa-ação é necessário "uma ampla e explícita interação entre os pesquisadores e envolvidos na pesquisa e que esta não se limita a uma forma de ação, mas pretende aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou nível de consciência das pessoas e grupos que participarem do processo".

1.5.2 Metodologia de Desenvolvimento

Como metodologia de desenvolvimento, foi utilizada a metodologia Kanban. Segundo [Gomes \(2010\)](#), a metodologia *Kanban* se baseia nas práticas *Lean* (Sistema Toyota

de Produção), que tem como objetivo oferecer uma apresentação visual do trabalho e sua evolução, o que torna possível visualizar graficamente os problemas que possam estar atrasando e identificar possíveis soluções. Ao utilizar-se desta metodologia, o quadro *kanban* dispõe de colunas que determinam as etapas ou fases em que cada tarefa se encontra (geralmente, utilizando as etapas de *to do*, *doing* e *done*). Essa metodologia também permite uma grande adaptação, visto que cada projeto pode ter fases diferentes a serem trabalhadas, o que o torna uma possibilidade bastante versátil. A figura 1 mostra um exemplo de quadro *kanban*. Nele, as tarefas vão sendo puxadas para cada uma das fases conforme o projeto se desenrola.

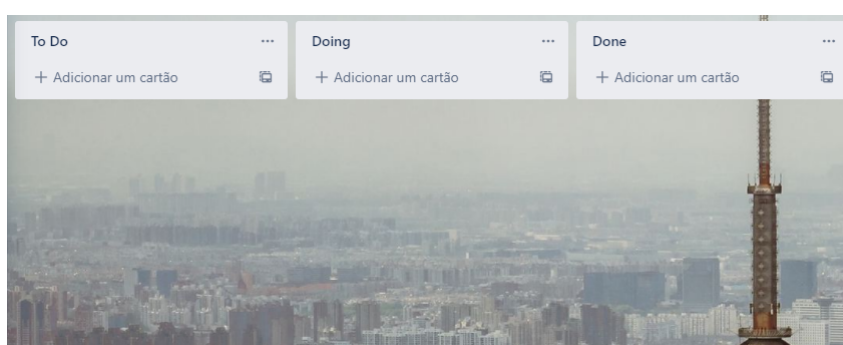


Figura 1 – Quadro *Kanban* pela ferramenta Trello. Fonte: Autor.

A metodologia *Kanban* foi utilizada por ser uma metodologia auto-suficiente e que possibilita uma organização ampla do trabalho, mesmo que realizado por apenas uma pessoa, além da identificação de gargalos ao longo do projeto. Todas as etapas, desde a concepção, elicitação de requisitos, implementação e testes estarão presentes no *kanban*.

Essa metodologia foi desenvolvida ao longo de todo projeto com o apoio da ferramenta Trello, funcionando como interface para o controle das tarefas. O capítulo 4 apresenta em detalhes como a ferramenta foi utilizada e os resultados obtidos através desta metodologia.

1.6 Organização do Trabalho

Este trabalho foi organizado nos seguintes capítulos:

- Referencial Teórico : Referencial acadêmico utilizado para desenvolvimento da pesquisa e elaboração da solução.
- Proposta : Desenvolvimento da proposta de trabalho e solução para o problema. Detalha a solução de software que será desenvolvida, no seu aspecto arquitetural, bem como sua integração com o sistema SAE, através da elaboração da documentação do software.

- Resultados: Resultados obtidos após a elaboração do módulo em relação ao problema, e como a proposta tecnológica atendeu aos requisitos esperados para solução do mesmo.
- Considerações Finais: Conclusões obtidas após a realização do trabalho e possíveis trabalhos futuros a serem desenvolvidos com base neste.

2 Referencial Teórico

Este capítulo tem a finalidade de discorrer sobre os principais conceitos e informações necessários para fundamentar o presente trabalho e elaborar a proposta de solução.

2.1 Gestão por Competências

Conforme McLagan (1997), citado por [Brandão e Bahry \(2008\)](#), o termo competência adquiriu vários sentidos ao longo da história, principalmente com o surgimento de modelos de gestão baseados em competências. Segundo eles, “as competências humanas ou profissionais são entendidas como combinações sinérgicas de conhecimentos, habilidades e atitudes, expressas pelo desempenho profissional em determinado contexto ou em determinada estratégia organizacional”(p. 180).

Segundo Fleury e Fleury (2000), citado por [Sordi e Azevedo \(2005, p. 398\)](#), “ a competência do indivíduo é o ‘saber agir responsável e reconhecido que implica: mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos, habilidades, que agreguem valor econômico à organização e valor social ao indivíduo ”. Entende-se então competência como a capacidade de combinar aspectos teóricos do conhecimento, construções práticas de soluções e resultados de experiências pessoais adquiridas ao longo da vida, de maneira a promover o desenvolvimento profissional alinhado a um contexto individual ou organizacional.

Dentro dos estudos relacionados às competências, principalmente nas áreas profissionais, tem-se o conceito do C.H.A (Conhecimento, Habilidades e Atitudes), ou no Inglês, KSA (*Knowledge, Skills and Abilities*). Segundo [Baartman e Bruijn \(2011\)](#), o conhecimento refere-se às informações concretas que o indivíduo pode armazenar e transmitir para outro. Já as habilidades tratam da execução prática do conhecimento, usando as informações adquiridas com domínio, sendo capaz de manipular e construir a partir delas. Por fim, as atitudes fazem parte de um domínio mais comportamental, e não somente o “saber”, apesar de não ter uma definição única segundo vários autores. Trata de questões psicológicas individuais, tais como empenho e esforço, derivados de experiências antigas e desenvolvimento pessoal ao longo da vida.

Segundo [Brandão e Bahry \(2008\)](#), a gestão por competências é uma proposta para alinhar as competências desejadas pela organização e prover mecanismos para prospecção de pessoas, ferramentas, etc., que estejam em conformidade com esses objetivos. Segundo estes autores, a gestão por competências trata-se de um processo definido em etapas, em que a primeira é a construção da missão, visão e objetivos estratégicos da organização.

Conforme Carbone e outros (2005), citados por [Brandão e Bahry \(2008\)](#), uma vez

formulada a estratégia organizacional, passa-se a ser possível realizar o mapeamento de competências, identificando as lacunas de competências desejadas pela organização com as já disponíveis internamente.

Com isso, a organização pode passar a planejar a captação e o desenvolvimento de competências. De acordo com [Brandão e Guimarães \(2001, p. 11\)](#), “ a captação diz respeito à seleção de competências externas e à sua integração ao ambiente organizacional, que pode dar-se, no nível individual, por intermédio de ações de recrutamento e seleção de pessoas, e no nível organizacional, por meio de parcerias ou alianças estratégicas”. Em outras palavras, uma organização busca efetivar suas ações de recrutamento de pessoas e formação de parcerias entre outras empresas ou organizações, para conseguir se adaptar e atender às suas competências desejadas.

Essa maneira de gerir leva ao objetivo desse trabalho que propõe a elaboração de um novo módulo de software a ser integrado a um Sistema Tutor Inteligente que colabore no processo de mapeamento de algumas competências em estudantes que estão em formação educacional, contribuindo com possíveis solicitações de organizações que buscam as instituições de ensino, a fim de selecionarem candidatos (ou novos profissionais) que estejam mais aptos a participarem de seus processos de recrutamento.

O processo de análise de competências é extremamente relevante para averiguação da qualidade de um estudante como profissional que atenda as expectativas de uma organização (empresa, órgão, etc.). Analisar de maneira efetiva as competências que compõem um profissional (ou futuro profissional), principalmente, em áreas reconhecidas como de difícil assimilação, podem ser essenciais a demanda de uma organização, mas consiste em tarefa extremamente complexa e importante.

Como exemplo podem ser observadas várias áreas de conhecimento, sendo destacadas na Informática as afirmações de [Gomes, Henriques e Mendes \(2008, p. 93\)](#) que expõe “Os elevados níveis de insucesso em disciplinas onde são ensinados os conceitos mais básicos de programação, em qualquer grau e sistema de ensino, é um problema universal que tem sido alvo de variadas pesquisas”, e na Saúde seria no estudo em Bioquímica, fundamental à formação em saúde que também tem dificuldades na aprendizagem ([FURTADO; RISSOLI, 2019](#)).

A análise das competências propostas por este trabalho estará baseada em processos de inferência sobre a situação de cada estudante de graduação em relação aos seus conhecimentos, habilidades e atitudes (C.H.A.), tendo estes utilizados o Sistema Tutor Inteligente SAE durante o seu processo de formação. Segundo [Carbonell \(1970\)](#), citado por [Furtado e Rissoli \(2019\)](#), estas análises e inferências são realizadas sobre as informações contidas neste tipo de software, a partir de técnicas de Inteligência Artificial. Por meio desse software educacional se procurará identificar competências que possam atender as demandas organizacionais apresentadas para a instituição de ensino ao qual o estudante

está vinculado, podendo estas instituições indicarem, com mais segurança, alunos que estejam alinhados com tais solicitações (demandas).

2.2 Sistema Tutor Inteligente

Cada dia mais, educadores e pesquisadores das áreas relacionadas ao aprendizado entendem que o processo de ensino e aprendizagem para cada aluno é individual e medidas precisam ser tomadas para que esse processo se torne adequado para cada aprendiz.

Somado a isso, vive-se em uma era tecnológica em que cada dia são buscadas soluções que utilizam a tecnologia para resolver problemas, como os enfrentados no ambiente educacional, assim como utilizar essa tecnologia para auxiliar no processo de formação de cada pessoa. Segundo [Rissoli \(2007a, p. 1\)](#), “além da velocidade como as coisas ocorrem e se propagam, questiona-se a maneira como se ensina e se aprende em tempos de cibercultura”. Nesse contexto, os STI atuam como agentes virtuais que podem auxiliar a evoluir o pensamento pedagógico dentro da era tecnológica.

De acordo com [Rissoli \(2007a, p. 51\)](#), “Os Sistemas Tutores Inteligentes são programas construídos com intuito de auxiliar a ensinar e aprender, procurando adequar as estratégias de ensino às necessidades de aprendizagem de cada estudante, sendo esta adequação possível por meio da combinação mais coerente e dinâmica das informações relacionadas ao estudante, ao conteúdo ou domínio desejado, além dos aspectos pedagógicos envolvidos na efetivação do ensino-aprendizagem eficiente sobre este conteúdo”. Conforme [Giraffa\(1999\)](#), citado por [Rissoli \(2007a, p. 52\)](#), um STI “incorpora técnicas de Inteligência Artificial a fim de tentar criar um ambiente que leve em consideração os diversos estilos cognitivos dos alunos”.

Com isso, pode-se concluir que os STI são ferramentas de aprendizagem personalizada que oferecem aos docentes um ambiente que considera suas características individuais e oferece uma experiência única de aprendizado. Dentre estes, o foco deste trabalho está no Sistema de Apoio Educacional (SAE), que segundo [Soares e Rissoli \(2011, p. 180\)](#), “efetiva uma interação mais agradável envolvendo aspectos emotivos na orientação de seus aprendizes”.

2.2.1 Arquitetura dos STI

Conforme [Rissoli \(2007a, p. 57\)](#), os STI baseiam-se em uma arquitetura composta por módulos que representam funcionalidades, e ao mesmo tempo, demonstram conhecimentos que serão desenvolvidos na mente do estudante. Segundo o autor, "o desenvolvimento de um STI, coerente com sua arquitetura tradicional, possui quatro módulos essências que se interagem no intuito de investigar o que o aprendiz sabe, além de acom-

panhar seu progresso sobre o conteúdo abordado no curso"(p. 57). A Figura 2 demonstra esses módulos e sua interação com os usuários.

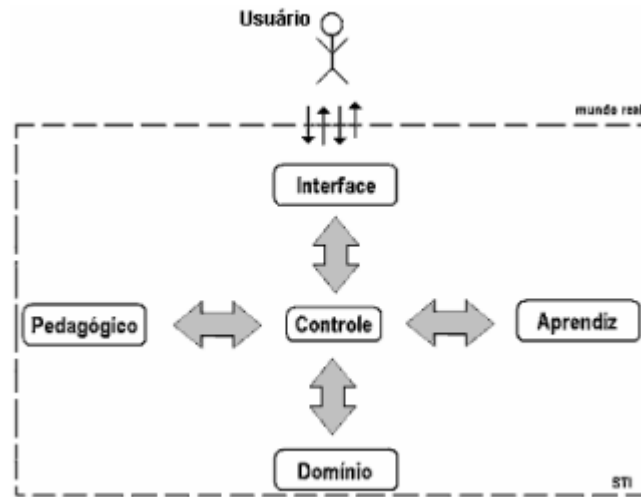


Figura 2 – Arquitetura clássica ou tradicional dos Sistemas Tutores Inteligentes. Fonte:([RISSOLI, 2007a](#)).

O módulo do Domínio, segundo [Rissoli \(2007a\)](#), consiste em um base de conhecimento que se adequa eficientemente à necessidade de aprendizagem de seus usuários, e possibilita que o ensino seja flexibilizado baseando-se nas características individuais de cada estudante. Segundo o autor, "O módulo do Domínio bem projetado facilita a comunicação do conhecimento entre aprendiz e professor no processo ensino-aprendizagem, o tornando mais eficaz [Rissoli \(2007a, p. 59\)](#)".

O módulo do Aprendiz, conforme [Rissoli \(2007a\)](#), possibilita acompanhamento das informações do estudante, através de suas atividades e interações com o STI, de forma a possibilitar o sistema direcionar o estudante de maneira mais adequada às suas necessidades, através da modelagem do conhecimento que o estudante possui. Conforme o autor, "a principal característica desse módulo consiste na contemplação de todos os aspectos de comportamento e conhecimento que o estudante possua e que lhe tragam consequência positivas ao seu desempenho e aprendizagem [Rissoli \(2007a, p. 60\)](#)".

O módulo Pedagógico, de acordo com [Rissoli \(2007a\)](#), tem como objetivo orientar e organizar as atividades pedagógicas apresentadas ao aluno da melhor forma possível, de maneira similar ao processo tradicional, onde diversas maneiras de abordar o assunto podem ser utilizadas pelo educador, com objetivo de atrair o interesse dos estudantes e possibilitar sua compreensão de determinado assunto. Segundo o autor, "Por meio deste módulo é efetivada a relação entre os módulos do aprendiz e do domínio, conferindo ao STI o papel de monitor ou assistente de apoio ao ensino-aprendizagem [Rissoli \(2007a, p. 61\)](#)". Entretanto, geralmente os STI, diferentemente das diversas abordagens que podem

ser adotadas por um professor, implementam somente uma dessas estratégias, o que demonstra uma deficiência relacionada aos próprios processos pedagógicos (RISSOLI, 2007a).

O módulo de Interface, segundo Rissoli (2007a), se preocupa com apresentar ao usuário os conteúdos indicados pelo módulo pedagógico. Segundo o autor, é por meio deste que os módulos comunicam-se com o estudante, e ele comunica-se com o sistema, que armazena suas respostas no módulo aprendiz, e possibilita o monitoramento do progresso de cada estudante.

O SAE é baseado em uma arquitetura ITA (*Intelligent Teaching Assistant*) formada pelos módulos do STI, unidades com responsabilidades individuais que contêm aspectos importantes para o processo de aprendizagem (RISSOLI; SANTOS, 2011). Por meio dessa arquitetura estes módulos são capazes de armazenar e analisar informações sobre a situação do processo ensino-aprendizagem de cada estudante. Segundo Souza, Shiguti e Rissoli (2013, p. 655), “a implementação do SAE, como software Educacional emprega a Lógica *Fuzzy* no tratamento das imperfeições e incertezas inerentes às informações, conferindo a este software educacional um acompanhamento mais realista da situação mental do aprendiz”.

2.3 Lógica Fuzzy

A lógica *fuzzy* é uma alternativa matemática que busca trazer para o contexto de análise lógica às expressões e pensamentos mais próximos dos humanos, oferecendo não mais um tratamento binário, mas lidando com as incertezas do cotidiano das pessoas. (MARRO et al., 2010)

Essa lógica multivalorada tem como objetivo representar computacionalmente o pensamento humano, que por natureza é ambíguo e vago. (MARRO et al., 2010). Suponha-se que uma análise lógica seja aplicada a um paciente que explica o seguinte sintoma para um médico: "Sinto meus pés um pouco frios". É claro que o profissional da área teria um entendimento mais claro do problema, mas, pela lógica convencional, não é possível determinar se o paciente sente frio ou não nos pés baseado no termo "um pouco", pois as análises oferecem soluções binárias, tendo um valor positivo ou negativo, e trata-se de um termo abstrato. Dessa maneira, conforme Marro et al. (2010), a Lógica *Fuzzy* tenta representar este conhecimento impreciso.

Segundo Marro et al. (2010, p. 2), "Na teoria clássica de conjuntos, a pertinência de um dado elemento com relação a um conjunto refere-se ao fato de tal elemento pertencer ou não a esse conjunto". Isso significa que, dado um contexto onde os elementos podem ser classificados em conjuntos, como no caso de várias pessoas com pesos diferentes, a teoria clássica se limitaria a separá-los em dois grupos que são gordos ou magros. Nesta situação, segundo esses autores, as pessoas pertenceriam a um grupo específico e somente

a este grupo, não pertencendo a outro conjunto simultaneamente.

Já na Teoria dos Conjuntos *Fuzzy*, parte-se da premissa de que cada elemento de um conjunto possui um grau de pertinência (MARRO et al., 2010). Dessa maneira, pessoas que possuem um peso similar por exemplo, possuem determinados graus de pertinência, ao invés de serem simplesmente classificadas como gordas ou magras, o que no mundo real é difícil de definir nessa situação. Nesse contexto, o grau de pertinência indica que um elemento pode pertencer parcialmente a um conjunto, o que permite classificar determinadas sentenças como parcialmente verdadeiras ou parcialmente falsas (MARRO et al., 2010). Esses graus de pertinência são representados no intervalo de pertinência $[0,1]$, onde 0 (zero) representa um elemento que não pertence a um conjunto, 1 (um) representa um elemento que pertence a um conjunto, e os valores intermediários indicam o grau de pertinência de determinado elemento a um determinado conjunto (MARRO et al., 2010).

Segundo Rissoli e Santos (2011, p. 7), "os conjuntos *fuzzy* consistem na generalização da noção de conjuntos, na qual uma função de pertinência identifica o grau correspondente a pertinência de qualquer possível elemento no conjunto". Isso significa que é extremamente relevante a identificação da função de pertinência que define o conjunto *fuzzy*, para determinação da pertinência dos elementos ao respectivo conjunto. Para representação desses conjuntos, segundo Marro et al. (2010), além da função de pertinência, é necessário identificar as variáveis linguísticas e os modificadores envolvidos no contexto. A variável linguística nada mais é do que um termo utilizado para definir, imprecisamente, um conceito ou variável do problema. Já os modificadores são termos ou operações que podem intensificar ou diminuir a área de pertinência de um conjunto *fuzzy*, como por exemplo os advérbios "muito", "pouco", "quase", etc (MARRO et al., 2010).

No projeto SAE, segundo Rissoli e Santos (2011, p. 7), "a utilização dessa teoria possibilita a identificação de pontos importantes a serem acompanhados durante o processo de aprendizagem de cada estudante, independente deles possuírem características imprecisas à sua apuração". Deste modo, a figura 3 mostra algumas das variáveis linguísticas e funções de pertinência utilizadas pelo SAE para realização do processo de inferência *fuzzy*, bem como a variável resultante desse processo.

ENTRADA			SAÍDA
<u>ESFORÇO</u>	<u>DESEMPENHO</u>	<u>PARTICIPACÃO</u>	<u>RESULTADO</u>
Baixo função pertinência: $-1/10x + 1$	Fraço função pertinência: $1,1^{-x}$	Não Participou	Satisfatório função pertinência $\theta^{\text{º}}$ grau
Médio função pertinência: $x / 7$ para $0 \leq x \leq 7$ $-1/3x + 10/3$ para $7 < x \leq 10$	Razoável função pertinência: $-1/47 x^2 + 14/51x$	Participou	Insatisfatório recebe grau máximo quando conceito é insatisfatório
Alto função pertinência: $x / 10$	Bom função pertinência: $1,09^{(x-10)}$	Contribuiu	-

Figura 3 – Algumas das variáveis e termos linguísticos utilizados pelo SAE. Fonte: (RISOLI; SANTOS, 2011).

A inferência *fuzzy*, segundo Marro et al. (2010), trata-se de um "processo de avaliação de entradas com o objetivo de, através das regras previamente definidas e das entradas, obter conclusões utilizando-se a teoria de conjuntos *fuzzy*". Segundo o autor, este processo pode ser feito a partir dos modelos de inferência, e apesar de existirem vários, o método de Mamdani é o mais utilizado geralmente. Este método consiste em quatro etapas, sendo estas detalhadas em:

- Fuzzyficação: Essa etapa consiste na obtenção do grau de pertinência com que cada entrada pertence a cada conjunto *fuzzy*. Cada variável é identificada e atribuída a um grau de pertinência previamente, por especialistas (MARRO et al., 2010).
- Avaliação das regras *fuzzy*: Após obtenção das entradas "fuzzyficadas", aplica-se essas entradas aos seus antecedentes, e obtém-se o valor do consequente para cada regra (MARRO et al., 2010).
- Agregação das regras *fuzzy*: Nessa etapa, as funções membro dos consequentes são agregadas em um único conjunto *fuzzy*.
- Defuzzyficação *fuzzy*: Nessa etapa, a saída obtida na etapa anterior passa por operações matemáticas para se gerar um resultado numérico.

Segundo Marro et al. (2010), a utilização da lógica *fuzzy* no contexto de inteligência artificial é extremamente importante, visto que ela pode ser muito útil em sistemas especialistas, pela sua capacidade de formalizar uma representação do conhecimento, lidando com incertezas, aproximações, termos vagos e ambíguos, indo além do que a lógica clássica é capaz. Segundo o autor, a lógica *fuzzy* está presente em diversos domínios da inteligência artificial, tais como:

- Sistemas Especialistas;

- Sistemas Multiagentes;
- Reconhecimento de padrões;
- Robótica;
- Sistemas de controle inteligentes;
- Sistemas de apoio à tomada de decisão;
- Algoritmos genéticos;
- Mineração de Dados;

Ainda, segundo McNeil e Thro (1994), citado por [Marro et al. \(2010\)](#), a aplicação da Lógica *fuzzy* é necessária ou benéfica em:

- Sistemas complexos que são difíceis ou impossíveis de modelar;
- Sistemas com entradas e saídas complexas e contínuas;
- Sistemas que se utilizam da observação humana como entradas ou como base para regras;
- Sistemas que são naturalmente "vagos", como os que envolvem ciências sociais e comportamentais, cuja descrição é extremamente complexa;
- Mineração de Dados;

Neste projeto, esta teoria será utilizada sobre as mesmas variáveis linguísticas e funções de referência utilizadas pelo SAE (Esforço e Desempenho), para apuração de uma nova perspectiva relacionada as características de cada aprendiz (Empenho), além de outras competências que serão inferidas pelo módulo desenvolvido. Essas variáveis linguísticas e funções de pertinência, bem como as etapas do processo de inferência serão melhor detalhadas posteriormente na seção 4, onde o processo de inferência será utilizado para geração de uma variável de saída no SAE denominada "Empenho".

3 Proposta

Este capítulo tem como objetivo apresentar o módulo que foi construído, detalhar os aspectos inerentes ao seu desenvolvimento tais como a metodologia de pesquisa e a metodologia de desenvolvimento do software que corresponde a este novo módulo, discutir sobre as tecnologias adotadas, descrever os requisitos do “produto” e apresentar os modelos arquiteturais relacionados a este produto de software que foi desenvolvido e integrado ao SAE.

3.1 Metodologia

3.1.1 Metodologia do Projeto

Segundo [Baldissera \(2001, p. 3\)](#), uma pesquisa pode ser considerada como uma Pesquisa-Ação quando os participantes atuarem ativamente no contexto de pesquisa e no desenvolvimento da solução de um problema. Dado um problema dentro de um contexto em que os pesquisadores estão inseridos, é proposta e desenvolvida uma solução para o mesmo.

Conforme [Stinger \(1996\)](#), citado por [Krafta et al. \(2009\)](#), a Pesquisa-Ação é composta por três ações principais: observar, pensar e agir.

- Observar: com objetivo elaborar o cenário da problemática através da coleta de informações;
- Pensar: com objetivo de explorar e interpretar os fatos levantados;
- Agir: construindo e avaliando a solução elaborada.

Ainda segundo estes autores, o processo Pesquisa-Ação pode ser dividido em quatro etapas descritas a seguir:

- Fase Exploratória: compreende a análise e o diagnóstico da situação e das necessidades relacionadas à pesquisa. Define-se então os envolvidos em cada um de seus aspectos e possibilita encaminhar a pesquisa para as próximas fases, obtendo informações relevantes para a elaboração do projeto;
- Fase de Planejamento ou fase Principal: trata-se da etapa de elaboração da proposta de solução ao redor da problemática levantada na fase anterior (Exploratória). Nesta etapa é desenvolvida a proposta de trabalho que será realizada ao longo da pesquisa,

os resultados que são esperados, de que maneira esse desenvolvimento será realizado, entre outros aspectos inerentes ao detalhamento da solução proposta;

- Fase de Ação: é definida pela aplicação prática do que foi desenvolvido nas fases anteriores, por meio de ações concretas e a implementação de fato, conforme esclarecido por Thiollent (1997) e citado por [Krafta et al. \(2009\)](#);
- Fase de Avaliação: apresenta como principais objetivos verificar os resultados das ações no contexto e suas consequências, e extrair ensinamentos para continuidade do conhecimento adquirido. Nesta etapa, caso os objetivos não sejam alcançados ou ainda existam problemas a serem resolvidos, será retornado então para a fase de Planejamento para que outras estratégias sejam elaboradas para alcançar aquele determinado objetivo.

Na elaboração desse projeto a fase Exploratória foi desenvolvida a partir das reuniões semanais com o orientador em busca de destrinchar a problemática ao redor do tema, e então trabalhar na questão de pesquisa e identificar os objetivos gerais e específicos do projeto que foram atendidos, enquanto que na fase de Planejamento foi contemplada a elaboração do referencial teórico que serviu de base para esta pesquisa e a construção da proposta de solução deste projeto. Reuniões contínuas com foco em debater as possibilidades para resolução do problema a fim de se construir um módulo de software que será integrado ao SAE e soluciona o que foi identificado na fase Exploratória.

A fase de Ação foi aquela em que realmente foi desenvolvido o software que corresponde a este novo módulo do SAE, por meio da metodologia de desenvolvimento de software que empregará o Kanban. As etapas do desenvolvimento desse software serão melhores exploradas em tópico específico desse trabalho abordado a frente neste capítulo (3.1.2).

Por fim, a fase de Avaliação desse projeto analisou os resultados alcançados por este módulo integrado ao SAE, sendo realizado somente um único ciclo do método de pesquisa, conforme pode ser observado na representação da Figura 4.

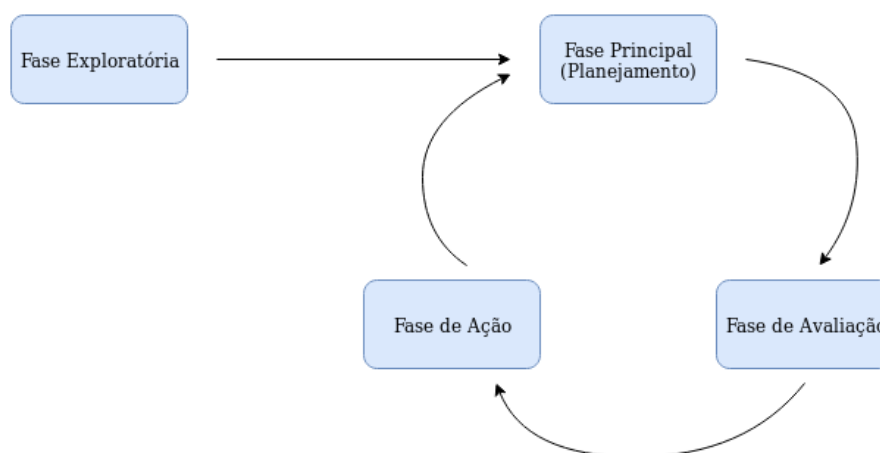


Figura 4 – Fases da metodologia de Pesquisa-Ação. Fonte: Autor.

3.1.2 Metodologia de Desenvolvimento

Para este projeto, foram desenhados dois processos de desenvolvimento referentes a cada um das etapas do projeto (TCC 1 e TCC 2), que compreende as atividades a nível macro que serão desenvolvidas ao longo de cada fase. A figura 5 mostra o processo referente às atividades exercidas na elaboração da primeira parte deste projeto, denominada também TCC 1.

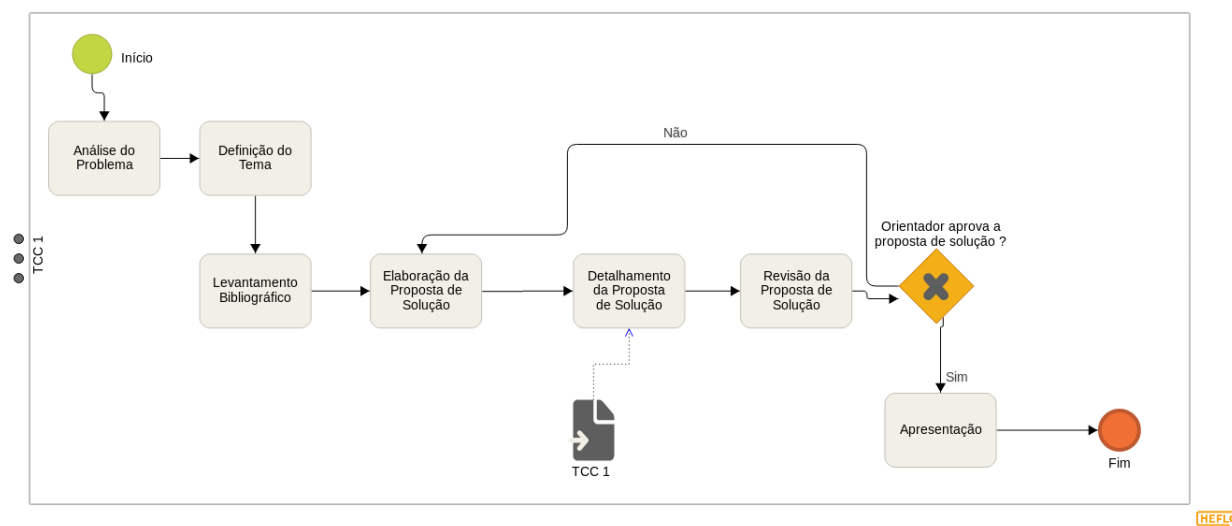


Figura 5 – Processo de desenvolvimento do TCC 1. Fonte: Autor.

Análise do Problema: Essa atividade consistiu na análise de uma série de problemáticas levantadas em conjunto com o orientador, visando entender os contextos e a viabilidade de pesquisas relacionadas aos problema.

Definição do Tema: Essa atividade consistiu em, baseado nas problemáticas levantadas, definiu-se um tema para pesquisa juntamente com o orientador ao selecionar uma delas.

Levantamento Bibliográfico: Essa atividade consistiu em realizar uma pesquisa de autores, artigos e publicações a respeito dos temas relevantes para a problemática com objetivo de obter um conhecimento básico a respeito do tema.

Elaboração da Proposta de Solução: Essa atividade consistiu em elaborar uma proposta de solução para a problemática escolhida, através de conversas com o orientador e absorção de conteúdo a respeito do tema. Essa proposta consolidou-se na forma de uma proposta de construção de um módulo integrado ao software SAE.

Detalhamento da Proposta de Solução: Essa atividade consistiu em detalhar a proposta de solução, levantando um referencial teórico pertinente ao trabalho, e descrevendo a metodologia utilizada no projeto, a arquitetura, os requisitos e outras informações pertinentes ao módulo que será construído, bem como as tecnologias selecionadas para apoio ao desenvolvimento. Ao fim desta atividade, tem-se o TCC 1 (Trabalho de Conclusão de Curso 1) como artefato concebido. Vale ressaltar que esta atividade gerou o levantamento inicial de requisitos para o módulo, que será aprofundado posteriormente neste trabalho.

Revisão da Proposta de Solução: Essa atividade consistiu na apresentação do artefato elaborado para o orientador, que realiza a leitura e identifica eventuais problemas e melhorias que podem ser feitas. Neste caso, o processo retorna para a etapa de elaboração da proposta de solução com objetivo de ser reelaborado e detalhado novamente. Em caso de não haver mais melhorias ou apontamentos significativos, o processo segue.

Apresentação: Essa atividade consiste na apresentação do trabalho (TCC 1) para os avaliadores da banca.

Para a fase de desenvolvimento do módulo, ao longo do TCC 2, decidiu-se pela utilização de práticas e ferramentas baseadas na metodologia de desenvolvimento *Kanban*.

Segundo Gomes, citado por [Arruda \(2012\)](#), o *Kanban* é uma metodologia de desenvolvimento de Software baseada nas práticas Lean, com objetivo de oferecer melhorias para os processos de desenvolvimento existentes. Ele provê a possibilidade de observação visual da situação atual do trabalho e do progresso do mesmo, evidenciando os gargalos no processo e promovendo melhoria contínua, conforme pregam as metodologias ágeis em geral.

Conforme [Arruda \(2012\)](#), o *kanban* tem como objetivo melhorar os processos, equipes e projetos, eliminando o desperdício e tendo como premissa que exista um momento adequado para cada fase do desenvolvimento, sendo tudo feito no tempo apropriado. Essa metodologia permite que o trabalho em progresso (WIP - *Work in Progress*), possa ser

avaliado e então determinado o momento em que mais trabalho pode ser puxado, através da visualização do quadro de atividades para determinar a quantidade de esforço que pode ser adicionada.

Existem diversas vantagens para utilização do *kanban*, como a possibilidade de fazer entregas a qualquer instante para o cliente e a alteração das prioridades ("repriorização") das atividades. O processo de desenvolvimento se torna mais transparente, sendo recomendado para projetos em que preocupações com iterações e estimativas não são tão relevantes [Arruda \(2012\)](#). A figura 6 mostra o modelo do *Kanban* que será utilizado ao decorrer do desenvolvimento do projeto. Os cartões representam as etapas do fluxo do *Kanban*, sendo o *Backlog* onde estão todas as histórias de usuário do projeto, *Doing* (*Fazendo*) sendo referente as histórias que estão sendo desenvolvidas naquele momento, *Reviewing* (*Revisando*) referente as histórias que foram desenvolvidas e estão sendo revisadas e *Done* (*Feito*) referente às histórias concluídas.

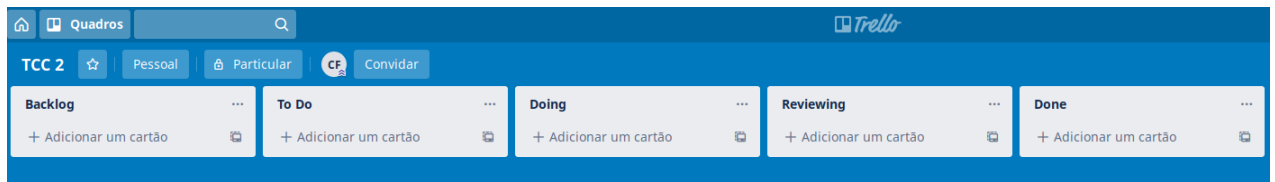


Figura 6 – Quadro Kanban utilizado para o desenvolvimento do software. Fonte: Trello.

No presente trabalho apresentado a metodologia kanban foi aplicada com apoio da ferramenta Trello. O quadro foi construído separando as etapas do desenvolvimento que sejam mais relevantes, sendo que a primeira etapa do processo contemplou os requisitos levantados para a construção do software (*backlog*).

A figura 7 mostra o processo de desenvolvimento referente a esta segunda etapa do projeto (TCC 2), que compreende a construção do módulo proposto e a avaliação dos resultados obtidos.

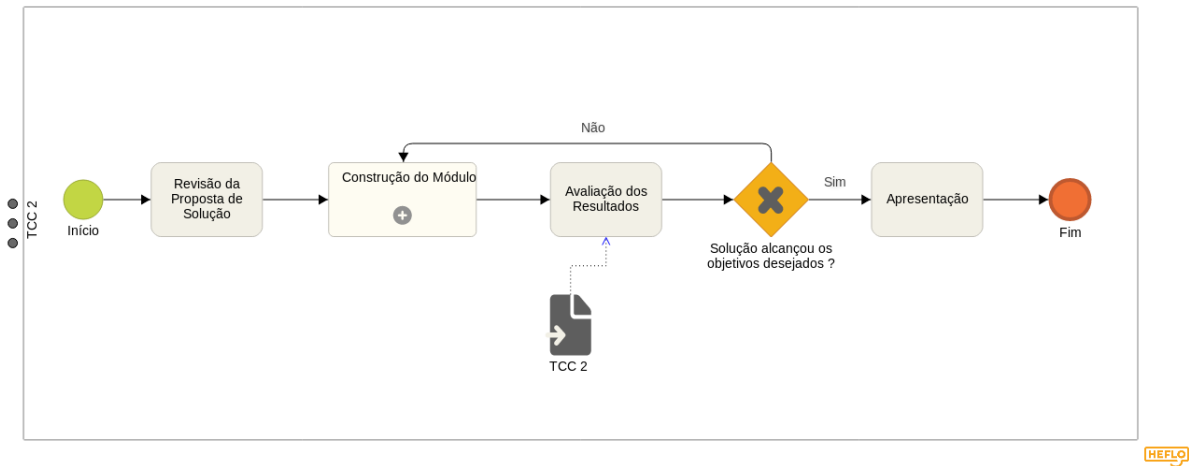


Figura 7 – Processo de desenvolvimento do TCC 2. Fonte: Autor.

Revisão da Proposta de Solução: Essa atividade consiste na correção de pontos específicos na proposta de solução que foram levantados após a apresentação do trabalho para os avaliadores. Com isso, é obtido uma versão melhorada da proposta de solução para embasamento da construção do software proposto.

Construção do Módulo: Subprocesso que define as atividades referentes à construção da solução proposta na forma de um software. É detalhado posteriormente neste documento, conforme a figura 8.

Avaliação dos Resultados: Essa etapa consiste na avaliação do software construído, e a descrição dos resultados alcançados com o mesmo. Essa avaliação tem como artefato gerado o TCC 2, que contempla tanto o detalhamento do produto desenvolvido quanto os resultados obtidos pelo mesmo. Caso os resultados apresentados não sejam considerados satisfatórios pelo orientador e envolvidos no projeto, retorna-se para a etapa de construção do módulo.

Apresentação: Essa atividade consiste na apresentação da solução desenvolvida para os avaliadores da banca.

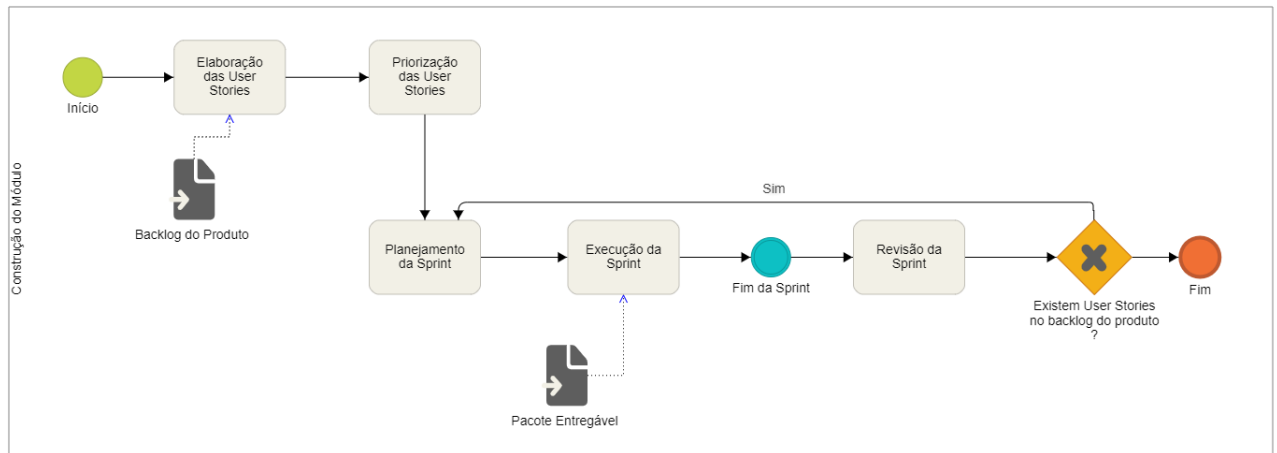


Figura 8 – Subprocesso de construção do software. Fonte: Autor.

Elaboração das *User Stories*: Essa atividade contempla o processo de levantamento e detalhamento dos requisitos da aplicação, originando o backlog do produto composto pelas histórias de usuários que serão desenvolvidas. Essa atividade estará melhor detalhada na seção 4 deste documento, no qual são descritas algumas tarefas que estarão contempladas dentro desta etapa.

Priorização das *User Stories*: Essa atividade consiste na priorização das histórias de usuário por ordem de relevância e complexidade para o projeto. Dessa maneira, *features* de pouco valor para o cliente e que tenham grande complexidade serão deixadas para momentos posteriores.

Planejamento da *Sprint*: Essa atividade consiste na seleção de quais histórias de usuário serão desenvolvidas durante a *Sprint* corrente, baseado na sua priorização e na quantidade de histórias que podem ser desenvolvidas completamente no tempo determinado.

Execução da *Sprint*: Essa atividade consiste no desenvolvimento de fato, das histórias de usuário selecionadas para a *sprint*.

Revisão da *Sprint*: Essa atividade consiste, ao final da *sprint*, na verificação e validação das histórias de usuário que foram desenvolvidas, juntamente com o orientador e envolvidos do projeto, com objetivo de avaliar o andamento do projeto como um todo.

3.2 Requisitos

Conforme modelagem do subprocesso de construção do sistema, algumas tarefas chave serão desenvolvidas dentro das atividades propostas. Na atividade denominada “Elaboração da User Stories”, será desenvolvido um estudo juntamente com o orientador

e alguns participantes que têm interesse na solução sobre, dentro do contexto do recrutamento de estudantes para organizações, quais seriam as competências mais procuradas em profissionais, e como poderiam ser obtidas estas informações dentro da base de dados do SAE. Algumas possibilidades já foram debatidas, e entre elas, está sendo avaliada a apuração de uma competência denominada “Empenho”, que está descrita no tópico final deste capítulo (3).

Após todo o levantamento destas informações, pode-se então descrever os requisitos base do sistema em torno das decisões tomadas e priorizar as histórias de usuário que serão construídas primeiro no sistema. A partir daí, o desenvolvimento da interface do sistema, bem como todo seu funcionamento, estará todo embasado no que foi levantado nesta primeira atividade chave.

3.3 Arquitetura

O sistema SAE foi desenvolvido sobre o padrão arquitetural MVC. Segundo [Luciano e Alves \(2011\)](#), o padrão MVC separa uma aplicação em camadas que contém a lógica negocial dos dados (*Model*), as regras de apresentação (*View*) e o gerenciamento das requisições referentes ao fluxo principal da aplicação (*Controller*) buscando desenvolver um produto com maior manutenibilidade e reutilização. Segundo estes autores, o funcionamento é definido pela camada *View* apresentando os dados para o usuário e permitindo que o mesmo realize tarefas, que são enviadas na forma de requisições para a *Controller*. Esta processa tais requisições por meio da consulta dos dados e informações negociais contidas na *Model*, e então devolve esses dados para a *View* apresentá-los novamente ao usuário. Vale ressaltar que a *Model* contém as lógicas negociais (regras de negócio) relacionadas aos dados da aplicação, mas quem é responsável pelo armazenamento destes dados é, em geral, o banco de dados, que corresponde a uma camada específica na arquitetura do SAE, empregando o padrão de projeto mais conhecido como DAO (*Data Access Object*). Segundo [SUN \(2007\)](#), citado por [Sardagna e Vahldick \(2008\)](#), este padrão provê uma camada de abstração relacionada a persistência dos dados, em que a camada negocial não mais enxerga os mecanismos de persistências utilizados, como o modelo do banco de dados. Isso oferece uma independência à lógica de negócio em relação a lógica de persistência, e futuramente pode oferecer facilidades em manutenções, como alterações no banco de dados, por exemplo.

O objetivo do padrão MVC é oferecer uma organização em camadas que possibilite independência entre os componentes e permite que sejam atingidos alguns objetivos, como escalabilidade, reutilização, manutenibilidade, etc. A figura 9 mostra uma representação ilustrativa do MVC, que apesar de parecer complexo o desenvolvimento em camadas, possui muitas vantagens, sendo destacado entre elas:

- Maior manutenibilidade do sistema;
- Independência entre camadas;
- Reutilização de diferentes partes pelo próprio sistema, ou por outros;

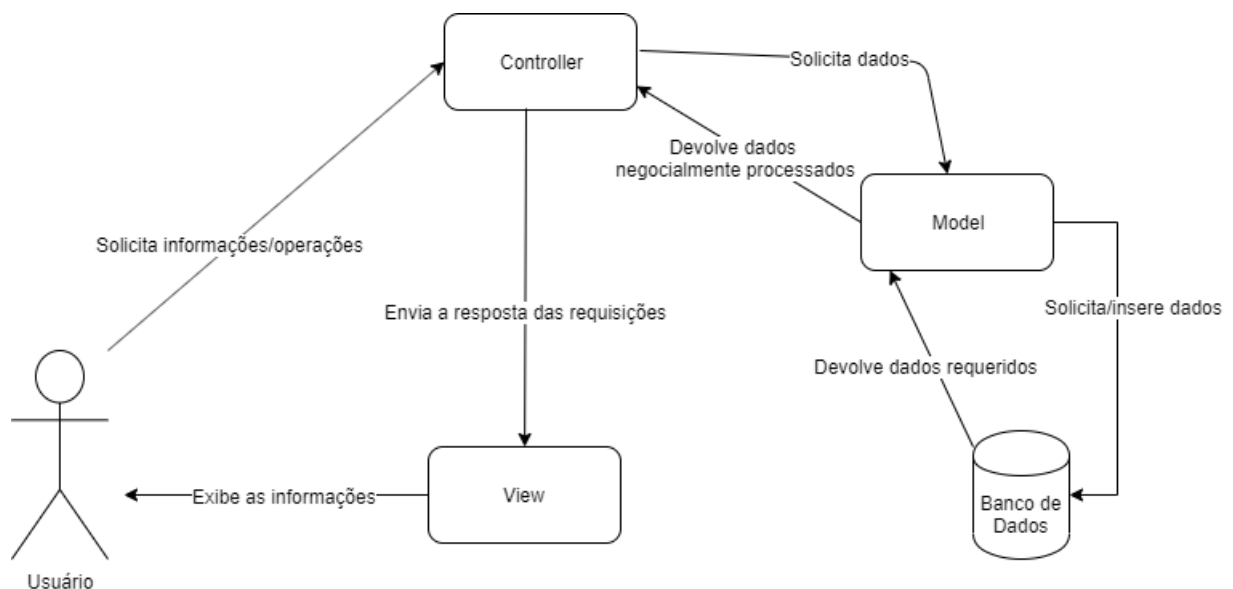


Figura 9 – Padrão Arquitetural MVC. Fonte: Autor.

Em relação ao estilo arquitetural, o SAE segue o estilo proposto pelos STI, sendo modular. Isso permite que evoluções possam ser integradas ao sistema como novos módulos que buscam complementar a atuação desse sistema no apoio ao processo educacional e aos seus participantes. Este estilo permite que o SAE continue “crescendo” em seus serviços oferecidos aos seus diferentes usuários. Essa realidade também permitiu que o novo módulo proposto neste trabalho fosse mais facilmente integrado a arquitetura desse sistema. A figura 10 apresenta a arquitetura atual do SAE indicando alguns de seus principais módulos, sendo acoplados a uma interface que se comunica com alguns dos seus diferentes perfis de usuário.

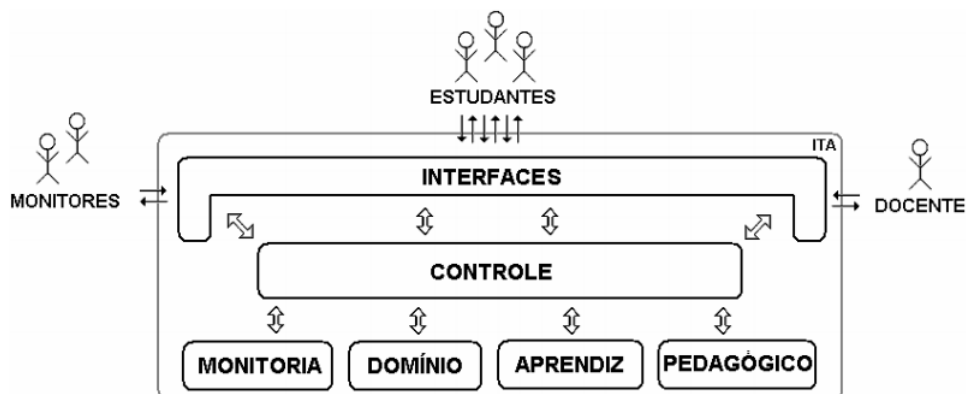


Figura 10 – Módulos iniciais do SAE. Fonte: Rissoli, Santos (2011).

Obedecendo a essa arquitetura, o novo módulo pôde ser integrado de maneira a não impactar o sistema existente, possibilitando a resolução do problema de modo a agregar ao STI uma nova funcionalidade que auxiliará tanto alunos, quanto docentes e organizações interessadas neste trabalho, conforme o problema de pesquisa descrito no capítulo 1.

3.4 Cronograma

O cronograma do trabalho de conclusão de curso proposto foi elaborado na tabela 1 (TCC1) e na tabela 2 (TCC2), a fim de organizar o projeto desenvolvido e acompanhar o andamento do mesmo, atentando aos seus prazos e gerenciando as fases de maiores riscos na realização de suas principais atividades.

Tabela 1 – Cronograma TCC 1. Fonte: Autor.

Atividade/Mês	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Análise do Problema	X				
Levantamento Bibliográfico	X	X	X	X	
Definição do Tema		X			
Elaboração da Proposta de Solução		X	X		
Detalhamento da Proposta de Solução			X	X	
Revisão da Proposta de Solução				X	X
Apresentação					X

Tabela 2 – Cronograma TCC 2. Fonte: Autor.

Atividade/Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julh
Revisão da Proposta de Solução	X						
Construção do Módulo		X	X	X	X		
Teste do Módulo			X	X	X		
Manutenção e ajustes no Módulo			X	X	X	X	
Implantação do Módulo					X	X	X
Avaliação dos Resultados						X	X
Apresentação							X

3.5 Suporte Tecnológico

A relação das principais ferramentas e softwares utilizados na elaboração deste projeto são apresentados a seguir:

3.5.1 Latex

O Latex é uma tecnologia desenvolvida com foco em produção de documentos técnicos e científicos, que está disponível na forma de Software Livre (Latex, 2019). Possui uma série de ferramentas e facilidades que permitem a padronização dos textos e diminuem o trabalho de formatação, podendo então o redator focar no conteúdo de fato. Neste trabalho foi utilizado para elaboração deste e de outros documentos.

3.5.2 Overleaf

O Overleaf é uma ferramenta de edição online de textos que utilizam o Latex, de uso gratuito ou pago (dependendo do plano selecionado). Possui funcionalidades como salvamento automático em nuvem, *feedback* instantâneo das alterações que estão sendo feitas, além de vários facilitadores e dicas em tempo real para o usuário relacionados ao uso do Latex.

3.5.3 Trello

Ferramenta de gerenciamento de projetos e atividades por meio de cartões, baseado na metodologia *Kanban*. Permite que seja feito o gerenciamento de diversos projetos, criando atividades e cartões personalizados conforme a necessidade de organização da equipe e a estratégia de gerenciamento adotada.

3.5.4 Heflo

Ferramenta de modelagem e gerenciamento de processos online, gratuita para estudantes, baseada na notação BPMN (*Business Process Model and Notation*). Possui ferra-

mentas como armazenamento e modelagem em nuvem, documentação completa, controle e automatização dos processos entre outras.

3.5.5 Java

Linguagem de programação bastante robusta, bem conhecida e aceita pela comunidade de software atualmente. É uma linguagem orientada a objetos, com grande utilização principalmente em grandes fábricas de software no Brasil. O SAE foi desenvolvido utilizando esta linguagem, e por isso foi adotada para construção do novo módulo.

3.5.6 Eclipse

Eclipse é um IDE (Integrated Development Environment - Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizada principalmente para o desenvolvimento Java, apesar de oferecer suporte a outras linguagens. Possui diversas ferramentas para facilitar o processo de desenvolvimento, oferecendo ao desenvolvedor a possibilidade de empregar seu tempo e esforço focado no negócio de sua aplicação, e não em erros de compilação ou bugs que a ferramenta pode apontar em tempo real.

3.5.7 MySQL 5.7

Sistema gerenciador de banco de dados relacional já utilizado pelo SAE. Usa a linguagem SQL (*Structured Query Language*) para criação e manipulação de dados e gerenciamento de suas estruturas necessárias ao funcionamento adequado desse STI. É um software muito utilizado por diversas áreas e diferentes tipos de sistemas.

3.5.8 Git

Ferramenta de versionamento de código utilizada em larga escala pelo mercado de desenvolvimento de programas de computador. É de código aberto disponível para qualquer usuário ou organização, com objetivo de oferecer versionamento de código fonte desenvolvido colaborativa ou individualmente.

3.5.9 GitLab

“O GitLab é uma plataforma de desenvolvimento de software de ponta a ponta de código aberto, com controle de versão interno, rastreamento de problemas, revisão de código, CI / CD e muito mais” (Gitlab, 2019). Se trata de uma aplicação de hospedagem do código fonte, que utiliza o Git para o controle de versão. Possui recursos gratuitos e planos pagos, e é bastante utilizado por organizações e empresas que usam o Git como ferramenta de versionamento de código fonte.

4 Desenvolvimento

Este capítulo descreve a execução da proposta apresentada no capítulo anterior, conforme processo de desenvolvimento do TCC 2 detalhado no capítulo 3, com suas devidas mudanças e adaptações para conclusão do trabalho.

4.1 Alteração do Processo de Desenvolvimento do TCC 2

Conforme o desenrolar do projeto, foram necessárias algumas alterações no processo de desenvolvimento proposto para a segunda etapa do projeto (TCC 2). Foram adicionadas atividades chaves neste processo, que demandaram uma grande quantidade de tempo e esforço e que agregariam bastante valor ao resultado. O grande foco das alterações foram nas atividades voltadas para o processo de identificação de quais competências seriam interessantes de serem analisadas, quais os dados seriam necessários para avaliá-las, e quais destes dados estariam ou poderiam ser integrados ao sistema SAE. A figura 11 mostra a nova versão do processo elaborado para o TCC 2.

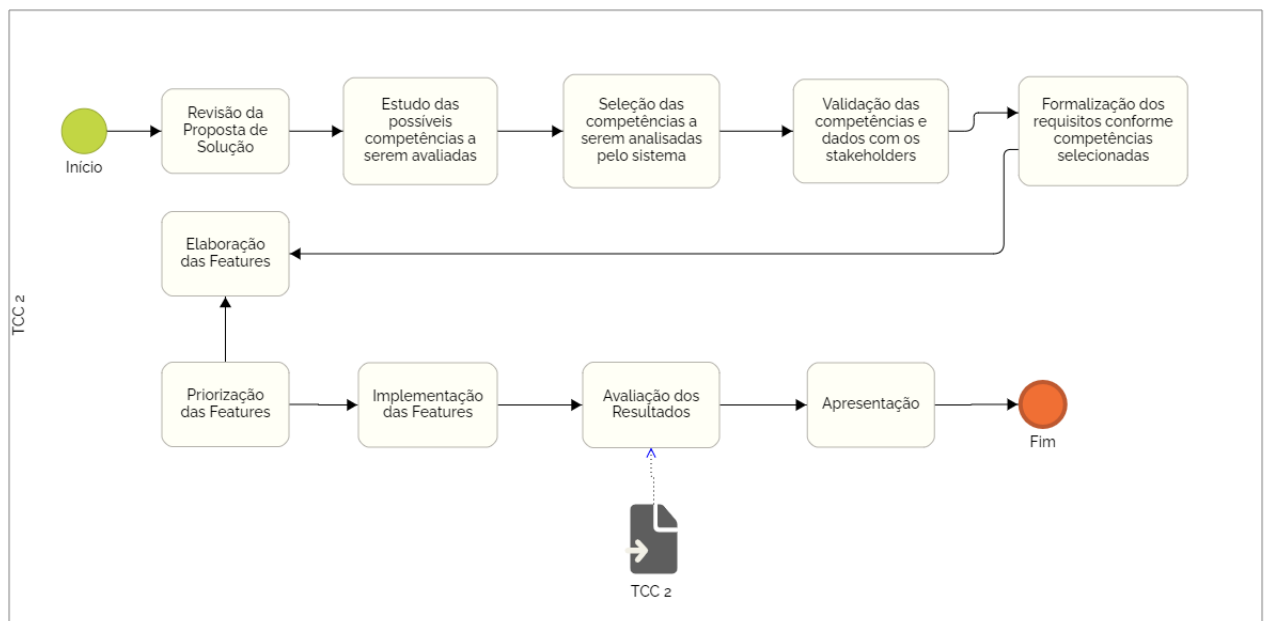


Figura 11 – Segunda versão do processo de desenvolvimento do TCC 2. Fonte: Autor.

Revisão da Proposta de Solução: Essa atividade consistiu na correção de pontos específicos na proposta de solução que foram levantados após a apresentação do

trabalho para os avaliadores. Com isso, foi obtida uma versão melhorada da proposta de solução para embasamento da construção do software proposto.

Estudo das possíveis competências a serem avaliadas: Essa atividade consistiu no processo de apresentação e análise de várias competências interessantes por parte das *stakeholders* da área da Pedagogia e Psicologia, com objetivo de entender o foco de cada uma delas e suas aplicações nos contextos acadêmicos.

Seleção das competências a serem analisadas pelo sistema: Essa etapa consistiu em um longo processo de avaliação de dados presentes ou que poderiam ser integrados ao sistema SAE, em conjunto com o orientador, para identificar quais competências poderiam ser inferidas com maior acurácia pelo sistema.

Validação das competências e dados com os *stakeholders*: Seleccionadas as competências e determinados quais dados seriam utilizados para o processo de inferência, foi realizada uma validação das escolhas com as *stakeholders*, buscando apresentar os motivos pelos quais determinadas competências foram seleccionadas e apresentando os dados que seriam analisados, com objetivo de validar se o resultado esperado poderia ser atingido.

Formalização dos requisitos conforme competências seleccionadas: Essa atividade teve como objetivo traduzir cada uma das competências escolhidas na forma de requisitos de software, com intuito de que a implementação fosse guiada com base neles. Trata-se apenas de uma formalização, visto que muitos requisitos já haviam sido determinados anteriormente ao longo do projeto.

Elaboração das *Features*: Essa atividade contemplou o processo de levantamento e detalhamento dos requisitos da aplicação, originando o *backlog* do produto composto pelas *features* que foram desenvolvidas.

Priorização das *Features*: Essa atividade consiste na priorização das *features* por ordem de relevância e complexidade para o projeto. Dessa maneira, *features* de pouco valor para o cliente e que tenham grande complexidade foram deixadas para momentos posteriores.

Implementação das *Features*: Essa atividade consistiu na implementação das *features* no sistema, conforme os requisitos elicitados.

Avaliação dos resultados: Essa atividade consistiu na análise retrospectiva do projeto, visando identificar se todos os requisitos propostos foram alcançados e elucidando todo o trajeto por meio do documento final.

Apresentação: Essa atividade consiste na apresentação da solução desenvolvida para os avaliadores da banca.

4.2 Alterações de Cronograma

Ao longo do projeto diversos fatores levaram a grandes alterações do cronograma. A pandemia de Covid-19, que levou ao encerramento temporário das atividades letivas presenciais na Universidade de Brasília (UnB) foi um dos maiores causadores de atrasos. O processo de estruturação das competências também, demandou bastante tempo e esforço, de modo que o cronograma teve de ser alterado diversas vezes. A tabela 3 mostra o cronograma final que foi seguido no desenvolvimento da segunda etapa do projeto (TCC 2).

Tabela 3 – Cronograma Ajustado - TCC 2. Fonte: Autor.

Atividade/Mês	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Revisão da Proposta de Solução	X				
Construção do Módulo		X	X	X	
Manutenção e ajustes no Módulo					X
Avaliação dos Resultados				X	
Apresentação				X	

4.3 Etapas do Desenvolvimento

4.3.1 Estruturação das Competências

Conforme descrito no planejamento deste trabalho, a identificação das competências que foram analisadas pelo novo módulo foi essencial para o desenvolvimento do projeto proposto. Por isso foi integrado ao grupo de pesquisa algumas docentes experientes e pesquisadoras que possuem formação coerente aos objetivos do projeto, além de atuarem a vários anos na área da Educação.

Enriquecendo o grupo de pesquisa duas professoras, com formação em Pedagogia e Psicologia, completaram o projeto multidisciplinar, desempenhando também o papel de *Stakeholders* por estarem em atuação em órgãos (SEDF – Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal) e instituições de ensino (UCB – Universidade Católica de Brasília e atualmente na UAB - Universidade Aberta do Brasil) no Distrito Federal. Após algumas interações entre o grupo, as professoras apresentaram as competências que consideravam importantes, principalmente (mas não exclusivamente) com base na BNCC (Base Nacional Curricular Comum).

Principais Competências	Competência 1 Pensamento Crítico	Competência 2 Criatividade	Competência 3 Flexibilidade Cognitiva	Competência 4 Execução Inovadora	Competência 5 Conhecimento do Comportamento Humano
Principais Características	Trabalhar em equipe	Observar	Registrar	Planejar	Comunicar
	Visão sistêmica	Pensar complexo	Avaliar	Inovar	Saber dialogar
	Analisar etapas e processos	Motivar	Capacidade de resolver problemas complexos	Respeitar	Adaptar-se (mesmo frente às adversidades)
	Dialogar	Ter atitude responsável	Tomar decisões	Fazer acontecer	Exercitar a resiliência
	Questionar	Saber fazer/ agir	Ser resiliente	Sabe fazer	Gerenciar Equipe
	Observar	Interagir		Desenvolver	
	Saber ouvir	Inventar/Criar projetos			

Figura 12 – Listagem das competências relevantes identificadas pelos *Stakeholders*. Fonte: Autor.

A partir dessas indicações foram efetuadas análises sobre a base de dados do SAE, a fim de se identificar os dados e inferências que poderiam colaborar com as possíveis identificações de aspectos relevantes as competências indicadas na figura 12. A identificação de quais dados estariam presentes na base, quais seriam utilizados para determinadas inferências, e etc foi crucial para determinação de quais competências seriam inicialmente inferidas pelo módulo, e quais outras seriam selecionadas para serem implementadas em possíveis evoluções deste módulo.

Com isso, foram determinadas quais seriam as competências inicialmente avaliadas por este módulo. As tabelas 4, 5, 6 mostram as competências selecionadas, bem como os dados que foram coletados do sistema SAE e poderão ser empregados em análises que contribuirão com as inferências sobre o comportamento de cada aprendiz e as características que revelariam a possível existência de alguma destas competências e em que nível estariam ("gérmen", em desenvolvimento ou já estabelecida).

Tabela 4 – Competência 1: Pensamento Crítico. Fonte: Autor.

Informações	Termos de Avaliação
Desempenho mudou ou manteve-se constante ao longo das orientações.	Mudança Positiva Mudança Negativa Não houve variação
Esforço mudou ou manteve-se constante ao longo das orientações.	Mudança Positiva Mudança Negativa Não houve variação
Caminho de Questões reflete as mudanças de Desempenho.	Acompanha mudanças no Desempenho Não acompanha mudanças no Desempenho

1. Desempenho mudou ou manteve-se constante ao longo das orientações:

Esta informação busca analisar todas as orientações que foram solicitadas pelo aluno, utilizando os cálculos *fuzzy* feitos pelo STI para determinar se houve uma evolução ou regressão significativa de seu Desempenho. Neste caso, para cada orientação solicitada pelo aluno e para os resultados obtidos pelo STI em cada uma delas,

será feita uma comparação quantitativa, que determinará se houve uma mudança significativa nos resultados baseada nas atitudes que o aluno tomou.

2. **Esforço mudou ou manteve-se constante ao longo das orientações:** Esta informação realiza análise conforme item 4 (anterior), porém avaliando o Esforço do aluno, ao invés de seu Desempenho.
3. **Questões feitas refletem as mudanças de Desempenho:** Esta informação busca analisar a quantidade de questões feitas pelo aluno após cada uma das orientações em cada conteúdo, buscando identificar se após cada solicitação o aluno procurou solucionar mais questões.

Tabela 5 – Competência 2: Flexibilidade Cognitiva. Fonte: Autor.

Informações	Termos de Avaliação
Variações de questões após resultados.	Variação Positiva Variação Negativa Não houve variação
Variações de frequência na monitoria após resultados.	Variação Positiva Variação Negativa Não houve variação
Participação mudou ou manteve-se constante ao longo do tempo.	Variação Positiva Variação Negativa Não houve variação

1. **Variações de questões após resultados:** Esta informação consiste em avaliar as questões realizadas pelo aluno até o momento de cada orientação da MInA, e verificar se após estas orientações, esse número variou, buscando identificar se o estudante teve uma mudança coerente aos resultados obtidos e as orientações fornecidas pela MInA.
2. **Variações de frequência monitorias após resultados:** Esta informação consiste, conforme item 1, em averiguar as visitas de estudo do estudantes na monitoria oferecida pela disciplina, após cada orientação fornecida pela MInA, buscando identificar se ele tomou uma atitude diferente baseado em seus resultados/orientação ou não.
3. **Variação de Participações após resultados:** Conforme itens 1 e 2 acima, mas para analisar o nível de participação do estudante, buscando identificar se aconteceu alguma mudança em seu comportamento após a obtenção de seus resultados/orientação através da variável linguística do SAE denominada Participação. Esta variável apura seus resultados através da interoperabilidade do SAE com um AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) que o docente pode estar utilizando também durante o período letivo.

Tabela 6 – Competência 3: Comportamento Humano. Fonte: Autor.

Informações	Termos de Avaliação
Empenho mudou ou manteve-se constante ao longo do tempo.	Mudança Positiva Mudança Negativa Não houve variação
Participação mudou ou manteve-se constante ao longo do tempo.	Variação Positiva Variação Negativa Não houve variação
Variações de frequência na monitoria após resultados.	Variação Positiva Variação Negativa Não houve variação

- 1. Empenho mudou ou manteve-se constante ao longo do tempo:** Esta informação consiste em avaliar as variações do Empenho apurado pelo SAE de cada estudante após as orientações da MInA ao longo do período letivo, com objetivo de identificar se o estudante passou por uma evolução e se empenhou mais, se ele regrediu, ou mesmo se é uma mudança que acontece somente próxima a pontos críticos do período letivo, por exemplo nas provas.
- 2. Participação mudou ou manteve-se constante ao longo do tempo:** Esta informação consiste em avaliar a participação do aluno ao longo do período letivo e verificar se após as orientações, essa participação variou, buscando identificar se o aluno teve uma mudança baseada em seus resultados ou não.
- 3. Variações de frequência na monitoria após resultados:** Esta informação consiste, conforme item 1, em averiguar as visitas de estudo do estudantes na monitoria oferecida pela disciplina, após cada orientação fornecida pela MInA, buscando identificar se ele tomou uma atitude diferente baseado em seus resultados/orientação ou não.

4.3.2 Empenho

Conforme abordado anteriormente na seção 2.3, uma das análises realizadas pelo novo módulo sobre os estudantes baseia-se na utilização da composição *fuzzy* para a verificação do engajamento de cada um em aprender novos conhecimentos. Esse engajamento corresponde a uma competência que pode ser mapeada para análise do sistema como uma nova variável linguística, denominada "Empenho" (ou engajamento do aluno em aprender), que colaborará com o acompanhamento da realidade e perfil individual de cada aprendiz usuário do SAE.

A apuração dessa competência se baseia em outros valores inferidos pelo SAE através da Lógica *Fuzzy*, sendo então por meio da composição *Fuzzy* envolvido o "Esforço" e

o "Desempenho" já inferidos por este STI em cada tópico de conteúdo a ser assimilado no estudo de uma disciplina letiva, para se obter a situação dessa competência (Empenho).

De acordo com [Rissoli e Santos \(2011\)](#), a variável **Esforço** baseia-se em uma análise **quantitativa** do número de exercícios resolvidos e a quantidade de vezes que um estudante compareceu à monitoria estudantil (que atua diretamente sobre esta variável linguística), considerando também os conteúdos abordados nessas situações e que serão acompanhados pelo ITA.

Já a variável **Desempenho**, segundo [Rissoli e Santos \(2011\)](#), baseia-se em uma análise **qualitativa** construída com base nos resultados obtidos nas resoluções de exercícios que foram apurados pela variável **Esforço**, além de uma atuação indireta da monitoria estudantil. Ela também respeita alguns metadados que o STI irá acompanhar, principalmente a organização hierárquica dos conceitos contidos em cada conteúdo, respeitando aspectos fundamentais da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel, bem como a quantidade de exercícios certos e errados resolvidos, atribuindo pesos a cada um deles baseado nas respectivas características definidas para cada tipo de questão disponível no SAE, conforme figura 13.

TIPO DE QUESTÃO (30%)	NÍVEL DE DIFICULDADE (40%)	CATEGORIA DA QUESTÃO (30%)
Verdadeiro ou Falsa (peso 1,3)	Fácil (peso 2)	Revisão (peso 2,5)
Múltipla Escolha (peso 1,8)	Médio (peso 3)	Fixação (peso 3,5)
Escolha Múltipla (peso 2,3)	Difícil (peso 5)	Avaliativa (peso 4,0)
Lacuna (peso 1,8)	-	-
Aberta/Dissertativa (peso 2,8)	-	-

Figura 13 – Definições para análise qualitativa da variável linguística Desempenho. Fonte: [\(RISSOLI; SANTOS, 2011\)](#).

Nesse processo de inferência *fuzzy* a composição de relações corresponde a um recurso extremamente relevante e capaz de representar, com maior realidade e melhor possibilidade de tratamento das incertezas e imprecisões inerentes a este tipo de apuração, pois envolverá uma lógica multivalorada mais coerente para este tipo de averiguação do que a lógica convencional que é determinística. É necessário conhecer alguns conceitos do aporte matemático utilizado (Teoria dos conjuntos Fuzzy) para que se possa compreender a composição de relações. Segundo [Tanscheit \(2003\)](#), dadas duas relações não-*fuzzy* $P(X, Y)$ e $Q(Z, Y)$, tem-se o conjunto Y comum, a composição destas relações é definida como:

$$R(X, Z) = P(X, Y) \circ Q(Y, Z)$$

onde,

$$R(X, Z) \text{ de } X \times Z \text{ tal que } (x, z) \in R$$

,

se e somente existe pelo menos um:

$$y \in Y \text{ tal que } (x, y) \in P, (y, z) \in Q$$

Em outras palavras, dadas duas relações fuzzy com um conjunto em comum entre elas, é possível aplicar a composição *fuzzy*, de tal forma a relacionar os dois outros conjuntos. Dessa maneira, segundo [Rissoli \(2007b, p. 107\)](#), "dadas duas relações *fuzzy* $P(X, Y)$ e $Q(Y, Z)$, com um conjunto em comum (Y), onde $(x, y) \in X \times Y$ e $(y, z) \in Y \times Z$, tem-se que a composição *max-min* de P e Q produz uma relação $R(X, Z)$ em $X \times Y$ " (p. 107). Esta relação é definida conforme a equação representada na figura 14

$$R(x, z) = [P \circ Q](x, z) = \max_{y \in Y} (\min [P(x, y), Q(y, z)]) \quad \text{para todo } x \in X \text{ e } z \in Z.$$

Figura 14 – Relação $R(X, Z)$ através da composição *max-min* de P e Q . Fonte: ([RISSOLI, 2007b, p. 107](#)).

Dessa maneira, pode-se utilizar matrizes de pertinência como forma de calcular estas relações, de modo que, "sendo $P = [p_{ik}]$, $Q = [q_{kj}]$ e $R = [r_{ij}]$ matrizes de pertinência de relações binárias tal que $R = P \circ Q$ " ([Rissoli \(2007b\)](#), p. 107). Neste caso, executa-se a operação regular de multiplicação de matrizes, sendo que os elementos de P e Q são utilizados no cálculo de R , substituindo as operações de produto e soma pelo operador *min* e *max*, respectivamente.

É importante destacar que a operação *max-min*, bem como a operação *max-product* são as mais utilizadas para composição, dependendo também do contexto de aplicação, ressalta o autor. Deste modo, dados os conjuntos *fuzzy* desejados, e através da operação *max-min* definida anteriormente, é possível realizar a composição fuzzy gerando uma nova relação entre os conjuntos.

Observe o exemplo explorado por [Rissoli \(2007b, p. 108\)](#), em que se tem uma relação *fuzzy* R_1 que envolve um universo X e um universo Y , e uma relação R_2 , que envolve o mesmo universo Y e o universo Z , sendo estes correspondentes a aspectos importantes considerados no acompanhamento de um processo educacional. A composição *fuzzy* poderia ser aplicada para se obter os resultados relacionados a este outro universo Z :

- Avaliação $\rightarrow X = \text{boa, ruim}$;

- Frequência $\rightarrow Y =$ participa, não participa;
- Aprendizagem $\rightarrow Z =$ satisfatória, insatisfatória;

A indicação de **boa** ou **ruim** para a variável linguística Avaliação corresponde aos termos linguísticos que poderão ser atribuídos a essa variável, similarmente as definições acima para as variáveis linguísticas Frequência e Aprendizagem possuem seus possíveis termos linguísticos.

Estas relações R1 e R2 podem ser representadas em uma organização em matriz, conforme a figura 15.

a)	Y		b)	Z	
	participa	não participa		satisfatório	insatisfatório
X			Y		
boa	1.0	0.4	participa	1.0	0.2
ruim	0.3	0.9	não participa	0.0	1.0

Figura 15 – a) Representação da relação R1 e em b) representação da relação R2. Fonte: (RISSOLI, 2007b, p. 108).

De acordo com o autor (p.108), "a composição entre as relações *fuzzy* R1 e R2 resulta em R3($R_3 = R_1 \circ R_2$), seguindo a relação definida na figura 14, e tendo como resultado desta combinação representada pela figura 16".

X	Z	
	satisfatório	insatisfatório
boa	1.0	0.4
ruim	0.3	0.9

Figura 16 – Apresentação do resultado da composição de R1 e R2 formando R3. Fonte: (RISSOLI, 2007b, p. 108).

Assim será gerada a relação R3, que combinará os resultados obtidos das relações R1 e R2 através da composição, podendo também ser representada de forma matricial como na figura 17.

$$\begin{matrix} R_1 & & R_2 & & R_3 \\ \begin{bmatrix} 1.0 & 0.4 \\ 0.3 & 0.9 \end{bmatrix} & \circ & \begin{bmatrix} 1.0 & 0.2 \\ 0.0 & 1.0 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 1.0 & 0.4 \\ 0.3 & 0.9 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Figura 17 – Representação matricial da composição R3. Fonte: (RISSOLI, 2007b, p. 108).

Dessa forma, a composição *fuzzy* consegue inferir, com aporte matemático rigoroso (Teoria dos Conjuntos *Fuzzy*), a situação de Aprendizagem de um estudante, partindo dos dados conhecidos de sua Avaliação (notas alcançadas em atividades avaliativas propostas pela disciplina, por exemplo em provas) e de sua Frequência (presença nas aulas). De acordo com os graus de pertinência relacionados aos termos linguísticos dessas duas variáveis (Avaliação e Frequência), será possível se obter a Aprendizagem de tal estudante. Por exemplo, para um aluno que tem Avaliação **boa** e que **participa** na Frequência, a maior expectativa seria de sua aprendizagem ser **satisfatória**, mas em algumas situações adversas ela também poderia ser **insatisfatória**, como pode ser visualizado na apuração da relação R3, representada nas figuras 16 e 17.

Conforme descrito anteriormente, é possível chegar a uma representação matricial que define uma relação entre dois universos *Fuzzy*. No caso do Empenho, se parte do princípio de que se tem uma relação *fuzzy* que define o Desempenho, uma outra relação *fuzzy* que define o Esforço, e comum a estas relações tem-se os estudantes que estão sendo avaliados. Desta maneira, chega-se a representação matricial do Desempenho e Esforço conforme as imagens 18 e 20.

	Aluno 1	Aluno 2	Aluno N
Fraco		?	
Razoável			
Bom			

Figura 18 – Representação matricial da relação *fuzzy* do Desempenho para cada aluno.
Fonte: Autor.

	Baixo	Médio	Alto
Aluno 1			
Aluno 2			
Aluno N			

Figura 19 – Representação matricial da relação *fuzzy* do Esforço para cada aluno. Fonte: Autor.

O STI realiza o processo de inferência desses dados para cada estudante em tempo real, então utiliza-se dos mesmos para composição da matriz. A partir disso, utilizando da composição *fuzzy*, é possível relacionar as duas matrizes e obter uma terceira que representa justamente a nova relação denominada Empenho.

	Baixo	Médio	Alto
Fraco		?	
Razoável			
Bom			

Figura 20 – Representação matricial da relação *fuzzy* do Empenho resultante da composição. Fonte: Autor.

É possível observar que a matriz do Empenho possui nove combinações de termos oriundos da composição dos termos das competências anteriores, e que serão utilizados para inferir a situação do aluno. Com isso, cada combinação recebeu um termo linguístico específico conforme na tabela 7.

Tabela 7 – Termos *fuzzy*: Empenho. Fonte: Autor.

Termo Desempenho	Termo Esforço	Termo Empenho
Fraco	Baixo	Sem Empenho
Razoável	Baixo	Baixo Empenho
Bom	Baixo	Pouco Empenho
Fraco	Médio	Empenho Fraco
Razoável	Médio	Empenho
Bom	Médio	Bom Empenho
Fraco	Alto	Alto Empenho Fraco
Razoável	Alto	Muito Empenho
Bom	Alto	Muito Bom Empenho

Após as relações estabelecidas e os termos linguísticos definidos foi possível determinar as equações características para cada um destes termos da matriz resultante da composição, e que foram utilizadas para identificar os graus de pertinência de cada aluno em cada termo e inferir o Empenho do mesmo.

Para identificação dessas equações características foi utilizado o Método dos Míni-

mos Quadrados, que cria uma reta aproximada a partir de pontos iniciais em um gráfico e determina a equação para esta reta. Os pontos iniciais foram levantados através da composição *fuzzy* e análises dos dados de quatro alunos que foram usuários do sistema SAE ao longo de um semestre. Como resultado, foram identificados pontos correspondentes para cada aluno em cada um dos possíveis resultados *fuzzy*.

A tabela 8 mostra as equações características obtidas para cada um dos termos *fuzzy* após a aplicação do Método dos Mínimos Quadrados sobre os resultados obtidos. A variável X representa o respectivo valor para o termo obtido através da composição, que será aplicado na equação característica para determinar o grau de pertinência de determinado aluno dentro daquele conjunto *fuzzy*.

Tabela 8 – Equações características para cada um dos termos da competência Empenho.
Fonte: Autor.

Termo	Equação Característica
Sem Empenho	$(0,6066 * x) + 0,0247$
Baixo Empenho	$(1,0801 * x) - 0,008$
Pouco Empenho	$(1,071 * x) - 0,0005$
Empenho Fraco	$(1,1583 * x) - 0,0988$
Empenho	$(0,9933 * x) + 0,0088$
Bom Empenho	$(0,857 * x) + 0,033$
Alto Empenho Fraco	$(1,421 * x) - 0,1761$
Muito Empenho	$(1,1597 * x) - 0,0936$
Muito Bom Empenho	$(1,3915 * x) - 0,2332$

A partir destas equações e das informações providas do SAE, foi possível realizar a inferência do nível de Empenho dos estudantes conforme proposto pelo novo módulo, bem como a análise das competências elencadas pelas *stakeholders* e realizar as inferências especificadas a respeito dos estudantes. No caso da competência Empenho, o sistema realiza a composição *fuzzy* com base no Desempenho e Esforço de cada um dos alunos sobre cada tópico do conteúdo letivo de uma disciplina. Após obtenção da matriz resultante, aplica-se cada um dos valores referentes a um dos possíveis resultados na respectiva equação característica. A inferência final será determinada identificando o maior resultado entre os nove termos possíveis, em que o valor matemático da equação se refere ao grau de pertinência do aluno àquele conjunto *fuzzy*, e o seu respectivo termo será identificado. As figuras 21, 22 e 23 mostram os dados que foram utilizados para todo o processo de composição, levantamento dos pontos, identificação das equações características e o processo de inferência para um aluno. O apêndice A deste trabalho mostra o script que foi utilizado para aplicação do método dos mínimos quadrados e geração das equações.

Matriz Esforço		Matriz Desempenho			
Termos/Graus Aluno	Aluno A	Graus Aluno/Termos	Bom	Razoável	Fraco
Alto	0.8	Aluno A	0.66	0.85	0.60
Médio	0.66				
Baixo	0.19				
Termos/Graus Aluno	Aluno B	Graus Aluno/Termos	Bom	Razoável	Fraco
Alto	0.6	Aluno B	0.81	0.85	0.48
Médio	0.85				
Baixo	0.39				
Termos/Graus Aluno	Aluno C	Graus Aluno/Termos	Bom	Razoável	Fraco
Alto	0.2	Aluno C	0.84	0.83	0.46
Médio	0.28				
Baixo	0.8				
Termos/Graus Aluno	Aluno D	Graus Aluno/Termos	Bom	Razoável	Fraco
Alto	1.0	Aluno D	0.54	0.62	0.75
Médio	0.44				
Baixo	0.0				

Figura 21 – Representação matricial do Desempenho e Esforço para os quatro alunos.
Fonte: Autor.

Esforço/ Desempenho				Esforço/ Desempenho			
Aluno A	Bom	Razoável	Fraco	Aluno C	Bom	Razoável	Fraco
Alto	0,66	0,8	0,6	Alto	0,2	0,2	0,2
Médio	0,66	0,66	0,6	Médio	0,28	0,28	0,28
Baixo	0,19	0,19	0,19	Baixo	0,8	0,8	0,46
Aluno B	Bom	Razoável	Fraco	Aluno D	Bom	Razoável	Fraco
Alto	0,6	0,6	0,48	Alto	0,54	0,62	0,75
Médio	0,81	0,85	0,48	Médio	0,44	0,44	0,44
Baixo	0,39	0,39	0,39	Baixo	0	0	0

Figura 22 – Matriz resultante da composição *fuzzy* para cada um dos quatro alunos. Fonte: Autor.

Aluno	Termo Fuzzy	Ponto X	Resultado Y		Aluno	Termo Fuzzy	Ponto X	Resultado Y
Aluno A	Baixo Empenho	0,1900	0,1972		Aluno C	Baixo Empenho	0,8000	0,8561
	Empenho	0,6600	0,6644			Empenho	0,2800	0,2869
	Alto Empenho Fraco	0,7000	0,6765			Alto Empenho Fraco	0,2000	0,1081
	Muito Bom Empenho	0,6600	0,6852			Muito Bom Empenho	0,2000	0,0451
	Muito Empenho	0,8000	0,8342			Muito Empenho	0,2000	0,1383
	Bom Empenho	0,6600	0,5986			Bom Empenho	0,2800	0,2730
	Empenho Fraco	0,6000	0,5962			Empenho Fraco	0,2800	0,2255
	Pouco Empenho	0,1900	0,2030			Pouco Empenho	0,8000	0,8563
Sem Empenho	0,1900	0,1400		Sem Empenho	0,4600	0,3037		
Aluno B	Baixo Empenho	0,3900	0,4132		Aluno D	Baixo Empenho	0,0000	-0,0080
	Empenho	0,8500	0,8531			Empenho	0,4400	0,4459
	Alto Empenho Fraco	0,4800	0,5060			Alto Empenho Fraco	0,7500	0,8897
	Muito Bom Empenho	0,6000	0,6017			Muito Bom Empenho	0,5400	0,5182
	Muito Empenho	0,6000	0,6022			Muito Empenho	0,6200	0,6254
	Bom Empenho	0,8100	0,7272			Bom Empenho	0,4400	0,4101
	Empenho Fraco	0,4800	0,4572			Empenho Fraco	0,4400	0,4109
	Pouco Empenho	0,3900	0,4172			Pouco Empenho	0,0000	-0,0005
Sem Empenho	0,3900	0,2613		Sem Empenho	0,0000	0,0247		

Figura 23 – Listagem dos pontos identificados para elaboração das equações características através do Método dos Mínimos Quadrados. Fonte: Autor.

4.3.3 Implementação do Módulo

Após todo o processo de estruturação das competências, foi iniciado a codificação do módulo integrado ao sistema SAE. Para o processo de codificação, foram levantadas algumas *features* com base nos objetivos a serem alcançados com a implementação do módulo. As competências definidas foram colocadas na forma de requisitos de software, de modo a guiar toda a codificação em torno delas. A figura 24 e 25 mostram, respectivamente, os requisitos e *features* que foram levantadas e a matriz de rastreabilidade entre eles.

Número	Nome	Prioridade
Requisito 01	Inferência do 'Empenho'	1
Requisito 02	Inferência do 'Pensamento Crítico'	2
Requisito 03	Inferência da 'Flexibilidade Cognitiva'	2
Requisito 04	Inferência do 'Conhecimento do Comportamento Humano'	3
Feature 01	Cálculo do 'Empenho'	1
Feature 02	Apresentação do 'Empenho' para o Aluno na Orientação da MinA	1
Feature 03	Apresentação do 'Empenho' para o professor na lista de Orientações por Disciplina	1
Feature 04	Apresentação do 'Empenho' para o professor ao Interceder por um aluno	1
Feature 05	Apresentação do 'Empenho' para o Aluno no Relatório da MinA	1
Feature 06	Apresentação do 'Empenho' na tela "Competências"	1
Feature 07	Análise dos dados para competência 'Pensamento Crítico'	2
Feature 08	Apresentação da 'Pensamento Crítico' na tela "Competências"	2
Feature 09	Análise dos dados para competência 'Flexibilidade Cognitiva'	2
Feature 10	Apresentação da 'Flexibilidade Cognitiva' na tela "Competências"	2
Feature 11	Análise dos dados para competência 'Conhecimento do Comportamento Humano'	3
Feature 12	Apresentação do 'Conhecimento do Comportamento Humano' na tela "Competências"	3

Figura 24 – Requisitos e *Features* elicidadas. Fonte: Autor.

	Requisito 01	Requisito 02	Requisito 03	Requisito 04
Feature 01	X			
Feature 02	X			
Feature 03	X			
Feature 04	X			
Feature 05	X			
Feature 06	X			
Feature 07		X		
Feature 08		X		
Feature 09			X	
Feature 10			X	
Feature 11				X
Feature 12				X

Figura 25 – Matriz de Rastreabilidade. Fonte: Autor.

Para todo o desenvolvimento do projeto, foi utilizada a metodologia *Kanban* como proposta no planejamento, e efetuada a priorização das histórias de usuário. O 'Trello' foi a principal ferramenta de apoio que propiciou uma visão ampla do desenvolvimento ao longo do cronograma. Todas as tarefas - inclusive de etapas anteriores a codificação - foram inseridas na ferramenta, conforme a figura 26. Para organização interna das tarefas, foram utilizadas *labels* (representadas por cores conforme mostrado na figura) que simbolizavam um tipo para aquela tarefa, sendo estes 'Correções do TCC 1', 'Elaboração de Requisitos', 'Texto' e 'Codificação'.

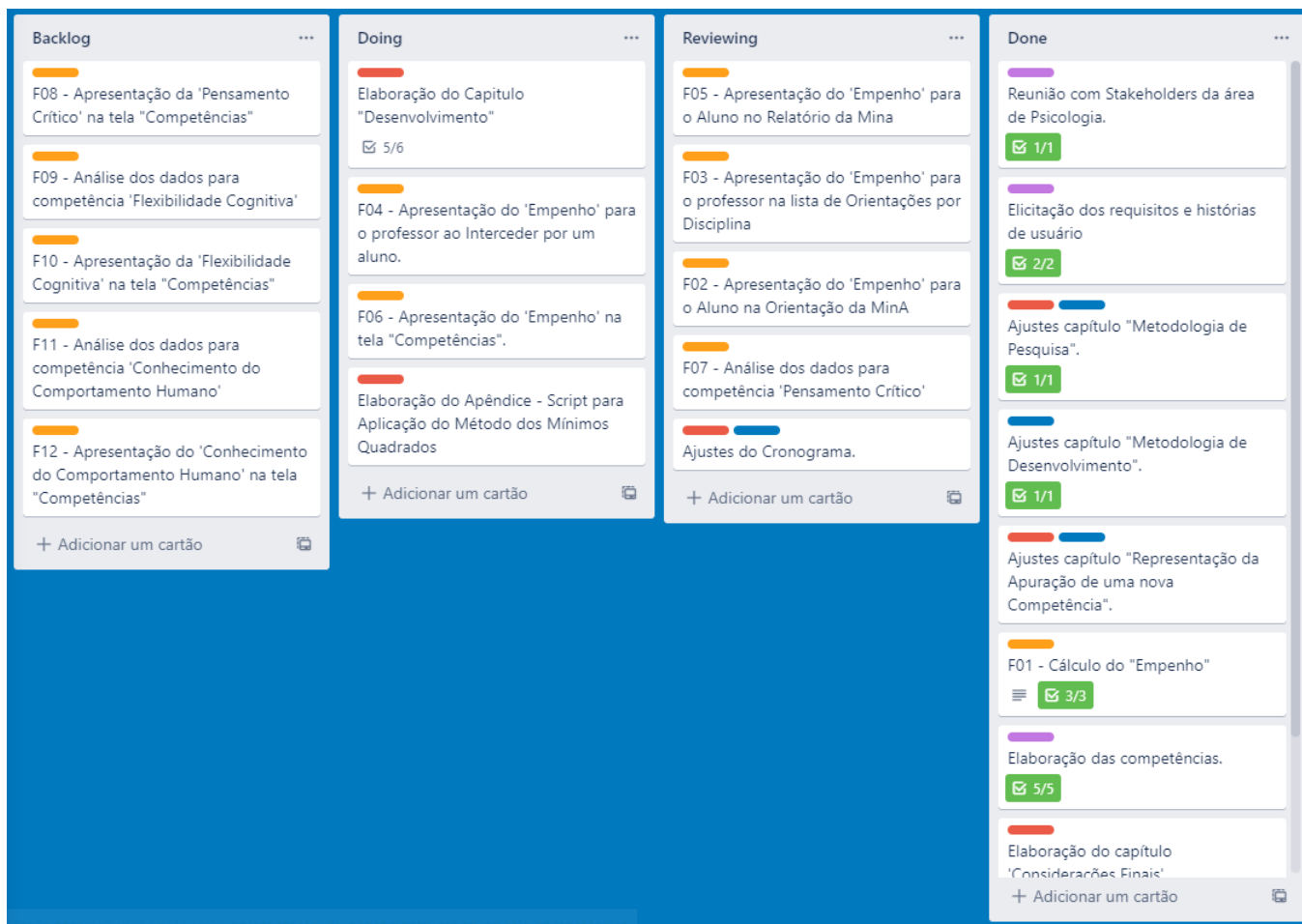


Figura 26 – Quadro *kanban* de um momento ao longo do projeto. Fonte: Autor.

Os principais objetivos a serem alcançados com a codificação eram a integração dos cálculos *fuzzy* referentes a competência Empenho no SAE, a inferência das competências a partir da coleta e análise de dados dos alunos presentes no sistema, e por fim a apresentação dessas competências para os perfis correspondentes, atendendo a arquitetura do sistema e os requisitos esperados.

A visualização das informações do Empenho de um aluno foi implementada considerando os perfis de usuário do Aluno, Professor e Monitor. Cada um destes perfis possui diferentes caminhos dentro do sistema que os permitem esta visualização, em conjunto às competências "Desempenho" e "Esforço". Estas são apresentadas para os usuários através da navegação pelo módulo "Orientação", um dos módulos já existente no sistema. As figuras 27, 28 e 29] mostram possíveis caminhos que permitem diferentes perfis visualizarem a competência Empenho em seus respectivos contextos.

SAE

Bem-Vindo,
Kleudson
Aluno

Ajuda
Sair

A Mina pode te ajudar!

Histórico
Pesquisar

Orientação | Questões | Cooperação | Monitoria | Chat | Acadêmico

Orientações do Aluno

Dados do Aluno

Nome: Cesar Alves Cesario
Email: kleudsonalves15@gmail.com
Disciplina: Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)

Orientações

Conteúdo	Esforço	Desempenho	Empenho	Acompanhamento Real	
Projeto Lógico de Banco de Dados (revisão) SATISFATORIO	ALTO	RAZOAVEL	MUITO BOM EMPENHO	MAL	+
Modelagem de Dados (revisão) SATISFATORIO	ALTO	RAZOAVEL	MUITO EMPENHO	MAL	+
Controle de Acesso SATISFATORIO	ALTO	BOM	MUITO BOM EMPENHO	MAL	+
Visões (view) SATISFATORIO	ALTO	RAZOAVEL	MUITO EMPENHO	MAL	+
Administração dos Dados SATISFATORIO	ALTO	RAZOAVEL	MUITO BOM EMPENHO	MAL	+
Outras Tecnologias de Banco de Dados INSATISFATORIO	MEDIO	RAZOAVEL	EMPENHO	MAL	+

Voltar

Figura 27 – Visão da competência 'Empenho' para o perfil de Aluno. Fonte: Autor.

SAE
Bem-Vindo,
Vandor
Professor

Ajuda
Sair

Situação
Orientação
Disciplina
Interceder
Histórico
Notas
Análise
Passos
Competências

Detalhes das Orientações

Orientação
Pesquisar

Orientação | Questões | Cooperação | Monitoria | Chat | Acadêmico

Dados do Aluno
Nome: Cesar Alves Cesario
Email: kleidsonalves15@gmail.com
Turma: TA
Disciplina: Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)

Orientações

Conteúdo	Esforço	Desempenho	Empenho	Acompanhamento Real	Dados Pós-Orientação	
Projeto Lógico de Banco de Dados (revisão) SATISFATÓRIO Grau: 0,69	1.0/ ALTO	0.85/ RAZOAVEL	0.9/ MUITO BOM EMPENHO	0.78/ MAL	Questões 0	Monitoria 0
Modelagem de Dados (revisão) SATISFATÓRIO Grau: 0,7	1.0/ ALTO	0.88/ RAZOAVEL	0.92/ MUITO EMPENHO	0.78/ MAL	Questões 0	Monitoria 0
Controle de Acesso SATISFATÓRIO Grau: 0,99	1.0/ ALTO	0.87/ BOM	0.98/ MUITO BOM EMPENHO	0.78/ MAL	Questões 0	Monitoria 0
Visões (view) SATISFATÓRIO Grau: 0,7	1.0/ ALTO	0.88/ RAZOAVEL	0.93/ MUITO EMPENHO	0.78/ MAL	Questões 0	Monitoria 0
Administração dos Dados SATISFATÓRIO Grau: 0,69	1.0/ ALTO	0.84/ RAZOAVEL	0.92/ MUITO BOM EMPENHO	0.78/ MAL	Questões 0	Monitoria 0
Outras Tecnologias de Banco de Dados INSATISFATÓRIO	0.86/ MEDIO	0.87/ RAZOAVEL	0.86/ EMPENHO	0.78/ MAL	Questões 0	Monitoria 0
Média do Aluno: 1,48				Média da Turma: 1,65		

Detalhar Todas

Figura 28 – Visão da competência 'Empenho' para o perfil de Professor. Fonte: Autor.

SAE
Bem-Vindo,
Lucas
Monitor

Ajuda
Sair

Situação
Orientação
Disciplina
Histórico
Notas

Detalhes das Orientações

Orientação
Pesquisar

Orientação | Questões | Cooperação | Monitoria | Chat | Acadêmico

Dados do Aluno
Nome: Cesar Alves Cesario
Email: kleidsonalves15@gmail.com
Turma: TA
Disciplina: Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)

Orientações

Conteúdo	Esforço	Desempenho	Empenho	Acompanhamento Real	Dados Pós-Orientação
Projeto Lógico de Banco de Dados (revisão) SATISFATÓRIO Grau: 0,69	ALTO	RAZOAVEL	MUITO BOM EMPENHO	MAL	Questões: 0, Monitoria: 0
Modelagem de Dados (revisão) SATISFATÓRIO Grau: 0,7	ALTO	RAZOAVEL	MUITO EMPENHO	MAL	Questões: 0, Monitoria: 0
Controle de Acesso SATISFATÓRIO Grau: 0,99	ALTO	BOM	MUITO BOM EMPENHO	MAL	Questões: 0, Monitoria: 0
Visões (view) SATISFATÓRIO Grau: 0,7	ALTO	RAZOAVEL	MUITO EMPENHO	MAL	Questões: 0, Monitoria: 0
Administração dos Dados SATISFATÓRIO Grau: 0,69	ALTO	RAZOAVEL	MUITO BOM EMPENHO	MAL	Questões: 0, Monitoria: 0
Outras Tecnologias de Banco de Dados INSATISFATÓRIO	MEDIO	RAZOAVEL	EMPENHO	MAL	Questões: 0, Monitoria: 0
Média do Aluno: 1,48			Média da Turma: 1,65		

Detalhar Todas

Voltar

Figura 29 – Visão da competência 'Empenho' para o perfil de Monitor. Fonte: Autor.

Além dos cálculos *fuzzy* realizados para a competência denominada Empenho, foi necessário realizar algumas pequenas alterações no modelo de banco de dados do sistema, afim de armazenar adequadamente as informações inferidas. A figura 30 mostra o diagrama com as tabelas diretamente envolvidas na base de dados do sistema referente a competência 'Empenho' e as respectivas alterações. O apêndice B mostra o script de banco de dados desenvolvido para aplicação das alterações no ambiente de produção.

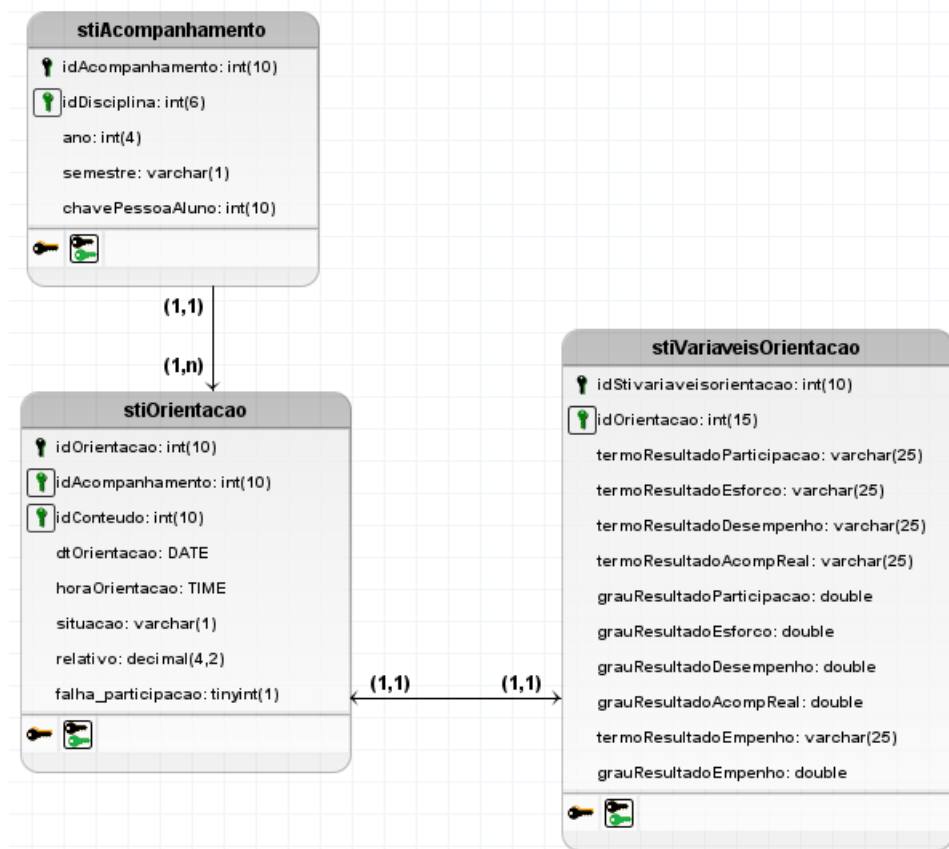


Figura 30 – Diagrama de alterações no banco de dados - SAE. Fonte: Autor.

O módulo de competências foi implementado considerando os perfis de usuário do Aluno, Professor e Monitor. O acesso a essa funcionalidade ocorre através de uma opção dentro do menu de orientação denominada "Competências", conforme exibido na figura 31. Já a figura 32 apresenta os pacotes que foram construídos para auxiliar na organização do projeto no âmbito da codificação.



Figura 31 – Tela inicial do SAE exibindo o menu 'Competências'. Fonte: Autor.

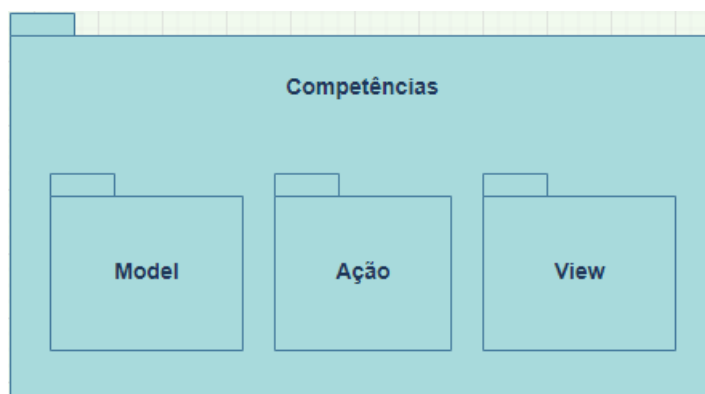


Figura 32 – Diagrama de pacotes do novo módulo no sistema SAE. Fonte: Autor.

Acessando este menu como professor, o usuário é levado a uma outra janela em que serão exibidas todas as disciplinas lecionadas pelo professor, bem como as turmas que o professor já atuou para que o mesmo selecione a que deseja. Após a seleção, o professor deve escolher um dos alunos daquela turma e algum dos conteúdos da disciplina, e então será encaminhado a uma nova janela onde serão exibidos os resultados das análises de

inferências realizadas na forma das competências. Já como aluno, o fluxo é mais conciso, visto que o mesmo só tem acesso às suas próprias análises de competências. Através de uma opção similar dentro do menu de Orientação, o aluno é encaminhado a uma tela para selecionar uma disciplina, turma e conteúdo que ele tenha atuado anteriormente (em casos de um mesmo aluno ter feito mais de uma disciplina utilizando o sistema SAE). Com isso, ele é encaminhado para a visualização de suas competências. As figuras 33, 34, 35, 36 e 37, 38, 39 e 40 mostram em detalhes o fluxo que o professor deve seguir até alcançar o resultado descrito, sendo o caminho análogo para o aluno, ressaltando o aspecto de que o aluno somente é capaz de visualizar suas próprias competências.

The screenshot shows the SAE (Sistema de Análise de Evidências) interface. On the left is a vertical navigation menu with the SAE logo and the text 'Bem-Vindo, Vitor Professor'. Below this are icons for 'Ajuda' and 'Sair', and a list of menu items: 'Situação', 'Orientação', 'Notas', 'Análise', 'Passos', and 'Competências'. The main content area has a header 'Competências dos alunos!' and a navigation bar with buttons for 'Orientação', 'Questões', 'Cooperação', 'Monitoria', 'Chat', and 'Acadêmico'. The 'Orientação' button is highlighted. Below the navigation bar is the title 'Pesquisa das Competências'. The 'Nova Pesquisa' section contains a search form with fields for 'Aluno:', 'Disciplina:', and 'Conteúdo:', each with a search icon. There are radio buttons for 'Semestre: 1º Semestre' (selected) and '2º Semestre', and a dropdown for 'Ano: 2021'. A 'Pesquisar' button is at the bottom of the form. The 'Resultados' section displays a table with two columns: 'Disciplina' and 'Qtde Orientações'. The table contains two rows of data.

Disciplina	Qtde Orientações
Sistemas de Banco de Dados 1 (SBD1)	1206
Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)	1134

Figura 33 – Tela de seleção da Disciplina para o módulo 'Competências'. Fonte: Autor.

The screenshot shows the SAE (Sistema de Avaliação de Evidências) interface. The top left corner features the SAE logo and a welcome message: "Bem-Vindo, Vitor Professor". Below this are links for "Ajuda" and "Sair". A vertical sidebar on the left contains navigation buttons: "Situação", "Orientação", "Notas", "Análise", "Passos", and "Competências". The main content area is titled "Pesquisa das Competências" and includes a search form under "Nova Pesquisa". The search form has fields for "Aluno:", "Disciplina:" (containing "Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)"), "Conteúdo:", "Semestre:" (with radio buttons for "1º Semestre" and "2º Semestre"), and "Ano:" (with a dropdown menu set to "2007"). A "Pesquisar" button is located below the form. Below the search form is a "Resultados" section containing a table with the following data:

Turma	Disciplina	Curso	Ano	Semestre	Professor	Qtde Orientações
TA	Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)	Engenharia - UnB (Gama)	2021	2	Evandro Rizzi	1134

Figura 34 – Tela de seleção da Turma para o módulo 'Competências'. Fonte: Autor.

SAE

Bem-Vindo,
Vandor
Professor

Ajuda
Sair

Competências dos alunos!

Orientação Histórico

Orientação | Questões | Cooperação | Monitoria | Chat | Acadêmico

Resultados

	Aluno	Matrícula	Situação	Qtde Orientações		
1	Afonso Luiz	0180127641	A	21	+	→
2	Alexandre Marcos Sintra	0150136862	A	21	+	→
3	Alvaro Ruan Sista	0170103200	A	17	+	→
4	Amasio Merca Lida	0170144488	A	17	+	→
5	Antonio Talhara	0180013637	A	16	+	→
6	Aparecido Sintilo	0180028260	A	14	+	→
7	Bernardo Macques Rui	0150009011	A	19	+	→
8	Carlos Augusti	0180119818	A	20	+	→
9	Cesar Alves Cesario	0180113861	A	25	+	→
10	Daniel Almeida e Feito	0170139981	A	23	+	→
11	Daniilo Lima Leito	0170031438	A	22	+	→
12	Douglas de Souza	0160005191	A	21	+	→
13	Eliana Sousas	0180015966	A	24	+	→
14	Estela Coisa Palita	0170114333	A	17	+	→
15	Fernando Fonseca	0180114077	A	24	+	→
16	Gabriel Rujos	0170144259	A	16	+	→
17	Gabriela Santos	0180017659	A	25	+	→
18	George Maleitos	0170051277	A	21	+	→
19	Gina Espírito Santo	0140000001	A	3	+	→
20	Guilherme Tolimo	0180100840	A	19	+	→
21	Helvia Alcatara	0180018574	A	19	+	→
22	Henrique Silva e Silveiro	0180129287	A	18	+	→
23	Hugo Constali	0180149598	A	21	+	→

Situação
Orientação
Notas
Análise
Passos
Competências

Figura 35 – Tela de seleção de Aluno para o módulo 'Competências'. Fonte: Autor.

SAE

Bem-Vindo,
Vandor
Professor

Ajuda
Sair

Situação
Orientação
Notas
Análise
Passos
Competências

Competências dos alunos!

Orientação
Histórico

Orientação | Questões | Cooperação | Monitoria | Chat | Acadêmico

Nova Pesquisa

Aluno:

Disciplina:

Conteúdo:

Semestre: 1º Semestre 2º Semestre

Ano:

Resultados

Conteúdo	Qtde Orientações	
Projeto Lógico de Banco de Dados (revisão)	2	+
Modelagem de Dados (revisão)	2	+
Controle de Acesso	4	+
Víões (view)	3	+
Administração dos Dados	3	+
Outras Tecnologias de Banco de Dados	2	+
Projeto Físico de Banco de Dados Relacional	1	+
Transações e Concorrência em Banco de Dados	2	+
Índices (index)	2	+
Consultas Avançadas	2	+
Programação no Servidor de Banco de Dados	2	+
Estratégias e Modelagens Alternativas em Bancos de Dados	2	+

Figura 36 – Tela de seleção do Conteúdo para o módulo 'Competências'. Fonte: Autor.

The screenshot displays the SAE (Sistema de Avaliação) interface. On the left, a sidebar contains the SAE logo and a welcome message: "Bem-Vindo, Vador Professor". Below this are links for "Ajuda" and "Sair". A vertical menu lists navigation options: "Situação", "Orientação", "Notas", "Análise", "Passos", and "Aptidão". The main content area is titled "Competências dos alunos!" and features a navigation bar with buttons for "Orientação", "Questões", "Cooperação", "Monitoria", "Chat", and "Acadêmico". The "Orientação" button is active. The main heading is "Detalhar Competências".

Dados do Aluno

Nome: Cesar Alves Cesario
Email: kleidsonalves15@gmail.com
Turma: TA
Disciplina: Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)
Conteúdo: Controle de Acesso

Competências

Competência	Termo	
Pensamento Crítico	Em desenvolvimento	+
Flexibilidade Cognitiva	Gérmem	+
Conhecimento do Comportamento Humano	Ausência de indício apurado para fazer qualquer inferência sobre tal competência	+

Figura 37 – Tela apresentando as análises de competências realizadas pelo STI. Fonte: Autor.

SAE Bem-Vindo, Vitor Professor

Ajuda Sair

Competências dos alunos!

Orientação Histórico

Orientação Questões Cooperação Monitoria Chat Acadêmico

Detalhar Competências

Dados do Aluno

Nome: Cesar Alves Cesario
Email: kleidsonalves15@gmail.com
Turma: TA
Disciplina: Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)
Conteúdo: Controle de Acesso

Pensamento Crítico

Competência	Termo
Pensamento Crítico	Em desenvolvimento

Dados analisados	Detalhes	Resultado
Desempenho mudou ou manteve-se constante ao longo das orientações	<ul style="list-style-type: none"> Orientação solicitada na data de 05/08/2021 inferiu o Desempenho como: FRACO. Orientação solicitada na data de 12/08/2021 inferiu o Desempenho como: RAZOAVEL. Orientação solicitada na data de 20/08/2021 inferiu o Desempenho como: RAZOAVEL. Orientação solicitada na data de 26/08/2021 inferiu o Desempenho como: BOM. Orientação solicitada na data de 19/10/2021 inferiu o Desempenho como: BOM. 	Mudança Positiva
Esforço mudou ou manteve-se constante ao longo das orientações	<ul style="list-style-type: none"> Orientação solicitada na data de 05/08/2021 inferiu o Esforço como: MEDIO. Orientação solicitada na data de 12/08/2021 inferiu o Esforço como: ALTO. Orientação solicitada na data de 20/08/2021 inferiu o Esforço como: ALTO. Orientação solicitada na data de 26/08/2021 inferiu o Esforço como: ALTO. Orientação solicitada na data de 19/10/2021 inferiu o Esforço como: ALTO. 	Mudança Positiva
Questões refletem as mudanças de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> Foram realizadas 0 questões entre as orientações solicitadas nos dias: 05/08/2021 e 12/08/2021. Foram realizadas 0 questões entre as orientações solicitadas nos dias: 12/08/2021 e 20/08/2021. Foram realizadas 0 questões entre as orientações solicitadas nos dias: 20/08/2021 e 26/08/2021. Foram realizadas 0 questões entre as orientações solicitadas nos dias: 26/08/2021 e 19/10/2021. 	Não acompanha mudanças do desempenho

Figura 38 – Tela apresentando o detalhamento da análise para a competência denominada Pensamento Crítico. Fonte: Autor.

SAE

Bem-Vindo,
Vandor
Professor

Ajuda
Sair

Situação
Orientação
Notas
Análise
Passos
Aptidão

Competências dos alunos!

Orientação Histórico

Orientação | Questões | Cooperação | Monitoria | Chat | Acadêmico

Dados do Aluno

Nome: Cesar Alves Cesario
Email: kleidsonalves15@gmail.com
Turma: TA
Disciplina: Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)
Conteúdo: Controle de Acesso

Flexibilidade Cognitiva

Competência	Termo
Flexibilidade Cognitiva	Gémen

Dados analisados	Detalhes	Resultado
Variação de questões após resultados	<ul style="list-style-type: none"> Foram realizadas 0 questões entre as orientações solicitadas nos dias: 05/08/2021 e 12/08/2021. Foram realizadas 0 questões entre as orientações solicitadas nos dias: 12/08/2021 e 20/08/2021. Foram realizadas 0 questões entre as orientações solicitadas nos dias: 20/08/2021 e 26/08/2021. Foram realizadas 0 questões entre as orientações solicitadas nos dias: 26/08/2021 e 19/10/2021. 	Não houve variação
Variação de frequência na monitoria após resultados	<ul style="list-style-type: none"> Foram frequentadas 0 monitorias entre as orientações solicitadas nos dias: 05/08/2021 e 12/08/2021. Foram frequentadas 0 monitorias entre as orientações solicitadas nos dias: 12/08/2021 e 20/08/2021. Foram frequentadas 0 monitorias entre as orientações solicitadas nos dias: 20/08/2021 e 26/08/2021. Foram frequentadas 0 monitorias entre as orientações solicitadas nos dias: 26/08/2021 e 19/10/2021. 	Não houve variação
Participação mudou ou manteve-se constante ao longo das orientações	<ul style="list-style-type: none"> Orientação solicitada na data de 05/08/2021 não possui informações de Participação. Orientação solicitada na data de 12/08/2021 não possui informações de Participação. Orientação solicitada na data de 20/08/2021 não possui informações de Participação. Orientação solicitada na data de 26/08/2021 não possui informações de Participação. Orientação solicitada na data de 19/10/2021 não possui informações de Participação. 	Ausência de indício apurado para fazer qualquer inferência sobre tal competência

Figura 39 – Tela apresentando o detalhamento da análise para a competência denominada Flexibilidade Cognitiva. Fonte: Autor.

SAE Bem-Vindo, Vandor Professor

Ajuda Sair

Situação Orientação Notas Análise Passos Aptidão

Competências dos alunos!

Orientação Histórico

Orientação Questões Cooperação Monitoria Chat Acadêmico

Dados do Aluno

Nome: Cesar Alves Cesario
Email: kleidsonalves15@gmail.com
Turma: TA
Disciplina: Sistemas de Banco de Dados 2 (SBD2)
Conteúdo: Controle de Acesso

Conhecimento do Comportamento Humano

Competência	Termo
Conhecimento do Comportamento Humano	Ausência de indício apurado para fazer qualquer inferência sobre tal competência

Dados analisados	Detalhes	Resultado
Empenho mudou ou manteve-se constante ao longo das orientações	<ul style="list-style-type: none"> Orientação solicitada na data de 05/08/2021 não possui informações de Empenho. Orientação solicitada na data de 12/08/2021 não possui informações de Empenho. Orientação solicitada na data de 20/08/2021 não possui informações de Empenho. Orientação solicitada na data de 26/08/2021 não possui informações de Empenho. Orientação solicitada na data de 19/10/2021 inferiu o Empenho como: MUITO BOM EMPENHO. 	Ausência de indício apurado para fazer qualquer inferência sobre tal competência
Participação mudou ou manteve-se constante ao longo das orientações	<ul style="list-style-type: none"> Orientação solicitada na data de 05/08/2021 não possui informações de Participação. Orientação solicitada na data de 12/08/2021 não possui informações de Participação. Orientação solicitada na data de 20/08/2021 não possui informações de Participação. Orientação solicitada na data de 26/08/2021 não possui informações de Participação. Orientação solicitada na data de 19/10/2021 não possui informações de Participação. 	Ausência de indício apurado para fazer qualquer inferência sobre tal competência
Variação de frequência na monitoria após resultados	<ul style="list-style-type: none"> Foram frequentadas 0 monitorias entre as orientações solicitadas nos dias: 05/08/2021 e 12/08/2021. Foram frequentadas 0 monitorias entre as orientações solicitadas nos dias: 12/08/2021 e 20/08/2021. Foram frequentadas 0 monitorias entre as orientações solicitadas nos dias: 20/08/2021 e 26/08/2021. Foram frequentadas 0 monitorias entre as orientações solicitadas nos dias: 26/08/2021 e 19/10/2021. 	Não houve variação

Figura 40 – Tela apresentando o detalhamento da análise para a competência denominada Conhecimento do Comportamento Humano. Fonte: Autor.

5 Considerações Finais

5.0.1 Conclusão

Ao longo deste trabalho, foi possível desenvolver ativamente diversos aspectos abordados ao longo do curso de Engenharia de Software. A implementação de um novo módulo para o sistema SAE, apesar de conter uma grande complexidade, oferece diversas novas possibilidades ao sistema e possibilita uma nova visão para professores, alunos e profissionais interessados sobre as competências individuais de um aprendiz. Este trabalho possibilitou o contato com áreas de software que mais interessavam e motivavam os envolvidos nesta pesquisa, além de outras áreas do conhecimento.

Ao avaliar os resultados é possível constatar que os objetivos propostos foram atendidos. A partir da implementação do módulo, se tornou possível tanto para alunos e professores, quanto para interessados em avaliar os estudantes, ir além de notas e frequência, e mergulhar em uma análise de dados mais elaborada, enxergando diversas características interessantes do processo de construção do conhecimento. Além das inferências já apresentadas pelo Sistema de Apoio Educacional (SAE), a utilização da composição *fuzzy* para inferência do Empenho agrega um aporte matemático que pode proporcionar mais informações resultantes de análises interessantes ao acompanhamento do estudante, sua situação de aprendizagem e seu comportamento. Aliado a isso, o apoio de profissionais de diferentes áreas colaborando com o processo de validação e inferência de outras competências oferece a esse Sistema Tutor Inteligente (STI) uma abordagem um pouco mais completa a existente anteriormente, atendendo aos objetivos propostos no trabalho.

Em relação ao projeto, diversos fatores provocaram alterações significativas e alguns atrasos, mas nada que tenha impedido o trabalho de ser realizado. Conforme detalhado no capítulo 4, analisar competências é uma tarefa complexa devido as subjetividades existentes em cada uma. Entretanto, foi possível traduzir isto em uma análise de dados e elaborar inferências relevantes as características particulares de cada aprendiz que poderão ser utilizadas pelo próprio sistema e por todos os seus usuários preocupados com a formação qualificada dos futuros profissionais em suas áreas de conhecimento escolhidas.

Os testes funcionais no módulo foram realizados utilizando dados reais de alunos de períodos letivos anteriores, obedecendo todas as regras de privacidade e mantendo os dados em sigilo. Apesar de ser um ambiente controlado, foi possível validar o funcionamento do módulo em um nível alfa. Testes posteriores serão realizados em ambientes de produção (nível beta), com maior volume de dados e usuários, o que permitirá a integração completa do módulo ao sistema. Não foram desenvolvidos testes automatizados devido a alguns

fatores, como atrasos de cronograma principalmente decorrentes de efeitos da pandemia de Covid-19, mas estes serão integrados futuramente ao processo que compreende os testes beta desse novo módulo.

Posteriormente, a integração aos ambientes de produção será efetuada e estes testes, com o apoio da equipe de profissionais colaboradores e usuários do SAE, a fim de garantir maior qualidade e um nível de eficiência condizente com este projeto que continua evoluindo com o objetivo de promover um processo educacional cada vez mais personalizado e rico em aporte para as ações coerentes com a aprendizagem significativa de cada estudante e o acompanhamento do comportamento particular de cada frente ao desafio da aprendizagem em qualquer área do conhecimento humano.

5.0.2 Trabalhos Futuros

O trabalho apresentado integrou ao sistema SAE um novo módulo capaz de realizar inferências sobre determinadas competências de estudantes com base em dados pré-existentes no sistema. Diversos professores, estudantes e outros perfis que utilizam este Sistema Tutor Inteligente (SAE) poderão se beneficiar dessas análises, identificando características interessantes para profissionais em potencial ou encontrando pontos de melhoria para suas próprias habilidades momentâneas. Entretanto, existem diversas possibilidades de evolução deste módulo, que podem oferecer possibilidades interessantes para os usuários do SAE.

Primeiramente, a competência denominada Empenho pode passar por algumas evoluções. Por se tratar de uma abordagem matemática, a composição *fuzzy* utilizada, por si só, funciona como validação para a inferência. Entretanto, as equações que foram geradas a partir do método dos mínimos quadrados podem ter sua capacidade de representação da realidade aumentada. Isto por quê esta metodologia aproxima os pontos do gráfico na forma de uma reta e nem sempre os pontos selecionados se comportam nesse formato que representa a realidade de diferentes organizações. Alguns outros métodos mais eficientes podem ser utilizados para aprimorar estas equações e assim melhorar ainda mais a qualidade da inferência. Um aporte de pesquisadores das áreas de Matemática possibilitaria uma representação ainda mais fiel a realidade desejada, evoluindo o potencial da inferência do novo módulo sobre o Empenho.

A inclusão de novas competências a serem apuradas por este novo módulo integrado ao SAE também enriqueceria as inferências sobre as características particulares de cada aprendiz. Conforme apresentado no capítulo 4, há diversas outras competências que podem ser analisadas e que agregariam novos valores ao módulo, entre elas as indicadas pela própria Base Nacional Curricular Comum. Evidentemente, algumas delas necessitam da coleta de novos dados pelo SAE, o que pode ser integrado futuramente conforme a necessidade de cada organização. Algumas das análises das competências existentes também

pode ser evoluídas, passando a considerar novas informações conforme elas são incorporadas ao sistema e melhorando a acurácia e o potencial de representação das inferências realizadas.

Por fim, correlacionar essas competências poderia trazer um grande valor ao projeto. Atualmente, cada uma das competências é inferida de maneira individual, ainda que os dados utilizados possam se repetir em mais de uma competência, ou que uma competência possa fornecer insumos para a outra posteriormente. Entretanto, cada uma delas está relacionada a um indivíduo e seria relevante as apurações mais integradas entre cada uma das competências e seus interrelacionamentos. Isso contribuiria com o potencial de representação da realidade de cada estudante e forneceria apoio à atuação mais condizente dos docentes com a melhoria na aprendizagem de seus estudantes e nas possíveis oportunidades profissionais demandadas pelas organizações interessantes em discentes com habilidades e/ou posturas coerentes com os postos de trabalho disponíveis.

Referências

- ARRUDA, L. V. Desenvolvimento Ágil de software: Uma análise sintética a partir da metodologia kanban. 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3644/961>>. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 39.
- BAARTMAN, L. K. J.; BRUIJN, E. d. Integrating knowledge, skills and attitudes: Conceptualising learning processes towards vocational competence. 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X11000145>>. Citado na página 27.
- BALDISSERA, A. Pesquisa-ação: Uma metodologia do "conhecer" e do "agir" coletivo. 2001. Disponível em: <<http://www.rsd.ucpel.tche.br/index.php/rsd/article/view/570/510>>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 35.
- BRANDÃO, H. P.; BAHRY, C. P. Análise de competências individuais e organizacionais associadas à prática de gestão do conhecimento. 2008. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23115/000262571000007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Citado 3 vezes nas páginas 20, 21 e 27.
- BRANDÃO, H. P.; GUIMARÃES, T. A. Gestão de competências e gestão de desempenho: tecnologias distintas ou instrumentos de um mesmo construto? 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v41n1/v41n1a02.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 28.
- FURTADO, A. C.; RISSOLI, V. R. V. Tecnologia 'inteligente' associada a aprendizagem significativa em bioquímica. 2019. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/8547/6116>>. Citado na página 28.
- GOMES, A. Desenvolvimento Ágil com kanban. 2010. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/desenvolvimento-agil-com-kanban-java-magazine-84/18235>>. Citado na página 24.
- GOMES, A.; HENRIQUES, J.; MENDES, A. J. Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores. 2008. Disponível em: <<http://www.eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/23/16>>. Citado na página 28.
- ITUASSU, L. T.; GOULART, I. B.; DURAÓ, E. A. Inovação em sala de aula: Mapeamento de competências profissionais de alunos de pós-graduação. 2009. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EPQ3165.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- KRAFTA, L. et al. O método da pesquisa-ação: um estudo em uma empresa de coleta e análise de dados. 2009. Disponível em: <https://posgraduacao.faccat.br/moodle/pluginfile.php/1725/mod_resource/content/0/09pesquisa_acao_2009_1.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.

- LAURINDO, F. J. B. et al. O papel da tecnologia da informação (ti) na estratégia das organizações. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v8n2/v8n2a04>>. Citado na página 19.
- LUCIANO, J.; ALVES, W. J. B. Padrão de arquitetura mvc: Model-view-controller. 2011. Disponível em: <<http://unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistaepqfafibe/sumario/20/16112011142249.pdf>>. Citado na página 42.
- MARRO, A. A. et al. Lógica fuzzy - conceitos e aplicações. 2010. Disponível em: <http://aquilusburlamaqui.wdfiles.com/local--files/logica-aplicada-a-computacao/texto_fuzzy.pdf>. Citado 4 vezes nas páginas 31, 32, 33 e 34.
- RISSOLI, V. R. V. Uma proposta metodológica de acompanhamento personalizado para aprendizagem significativa apoiada por um assistente virtual de ensino inteligente. 2007a. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/13751>>. Citado 4 vezes nas páginas 9, 29, 30 e 31.
- RISSOLI, V. R. V. *Metodologia de Acompanhamento Personalizado para Aprendizagem Significativa Apoiada por um Assistente Virtual de Ensino Inteligente. (Exame de qualificação)*. Porto Alegre: UFRGS: [s.n.], 2007b. 145 p. Citado 3 vezes nas páginas 9, 54 e 55.
- RISSOLI, V. R. V.; SANTOS, G. A. Um assistente inteligente fuzzy no acompanhamento da aprendizagem significativa. 2011. Disponível em: <https://www.dimap.ufrn.br/csbc2011/anais/eventos/contents/ENIA/ENIA_Sessao_Poster_Artigo_10_Rissoli.pdf>. Citado 5 vezes nas páginas 9, 31, 32, 33 e 53.
- SARDAGNA, M.; VAHLIDICK, A. Aplicação do padrão data access object (dao) em projetos desenvolvidos com delphi. 2008. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/15909893-Aplicacao-do-padrao-data-access-object-dao-em-projetos-desenvolvidos-com-delphi.html>>. Citado na página 42.
- SOARES, V. C.; RISSOLI, V. R. V. Agente inteligente no apoio ao ensino-aprendizagem. 2011. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1826/1588>>. Citado na página 29.
- SORDI, J. O.; AZEVEDO, M. C. Gestão por competências: métodos e técnicas para mapeamento de competências. 2005. Disponível em: <<https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/224/229>>. Citado na página 27.
- SOUZA, C. V.; SHIGUTI, W. A.; RISSOLI, V. R. V. Metodologia ativa para aprendizagem significativa com apoio de tecnologias inteligentes. 2013. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen9/TISE2013/653-656.pdf>>. Citado na página 31.
- TANSCHKEIT, R. Sistemas fuzzy. 2003. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~mauro.roisenberg/ine5377/leituras/ICA-Sistemas%20Fuzzy.pdf>>. Citado na página 53.
- TECCHIO, E. L. et al. Competências fundamentais ao tutor de ensino a distância. 2008. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2008/tc/5112008102029PM.pdf>>. Citado na página 20.
- TRIPP, D. Pesquisa ação: uma introdução metodológica. 2005. Disponível em: <<http://w.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3>>. Citado na página 24.

Apêndices

APÊNDICE A – Script para aplicação do Método dos Mínimos Quadrados

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import sys
4
5 # The fourth parameters in the command line represents the X points.
6 # The next four parameters in the command line represents the Y points.
7
8 x = np.array([float(sys.argv[1]),float(sys.argv[2]), float(sys.argv[3]),
9              float(sys.argv[4])])
10
11 y = np.array([float(sys.argv[5]), float(sys.argv[6]), float(sys.argv[7])
12              , float(sys.argv[8])])
13
14 A = np.vstack([x, np.ones(len(x))]).T
15
16 a, b = np.linalg.lstsq(A, y, rcond=None)[0]
17
18 print(a)
19 print(b)
20
21 _ = plt.plot(x, y, 'o', label='Original data', markersize=10)
22 _ = plt.plot(x, a*x + b, 'r', label='Fitted line')
23 _ = plt.legend()
24
25 # The last parameter is the file name, used to save the final graphic
26 # image.
27 plt.savefig(sys.argv[9])
```


APÊNDICE B – Script para alteração da tabela 'stiVariaveisOrientação'

```
1 ALTER TABLE 'bdmaior'.'stivariaveisorientacao',  
2 ADD COLUMN 'termoResultadoEmpenho' VARCHAR(25) NULL DEFAULT NULL AFTER '  
   grauResultadoAcompReal',  
3 ADD COLUMN 'grauResultadoEmpenho' DOUBLE NULL DEFAULT NULL AFTER '  
   termoResultadoEmpenho';
```