

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

NÍCOLAS CENDRON FERNANDES

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL DE AUXÍLIO
À GESTÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO**

Monografia apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência
da Computação

Orientador: Prof. Dr. Renato Perez Ribas

Porto Alegre
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Dr. Carlos André Bulhões Mendes

Vice-Reitora: Profa. Dra. Patricia Pranke

Pró-Reitor de Graduação: Profa. Dra. Cíntia Inês Boll

Diretora do Instituto de Informática: Profa. Dra. Carla Maria Dal Sasso Freitas

Coordenador do Curso de Ciência de Computação: Prof. Dr. Rodrigo Machado

Bibliotecária-chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

AGRADECIMENTOS

Para meus pais: Marinês e Hugo, grandes amigos que desde cedo me apoiaram e incentivaram na busca pelo conhecimento.

Para Rejane: Irmã, amiga, conselheira e primeira professora de matemática.

Para Rafaela: Amiga e companheira que com seu carinho e cuidado me ensinou a valorizar as múltiplas dimensões da vida.

Para os familiares, amigos e mestres que iluminam minha vida com sua presença

*“We can only see a short distance ahead, but we
can see plenty there that needs to be done.”
(TURING, 1950)*

RESUMO

O presente trabalho propõe uma ferramenta computacional capaz de auxiliar na gestão de cursos de graduação, que traça os fatores explicativos para uma alta evasão escolar nas universidades. Através da análise de dados históricos de alunos e disciplinas disponíveis no portal acadêmico, a ferramenta calcula uma série de métricas e as apresenta através de gráficos e tabelas com o intuito de auxiliar os gestores de cursos de graduação a acompanharem o aproveitamento dos alunos. Os dados referentes aos alunos foram categorizados conforme sua situação em relação à Universidade como evadidos, ativos ou formados. Deste modo, a ferramenta é capaz de comparar os resultados com base nos diferentes grupos, podendo inclusive observar como um aluno individual tem seu histórico relacionado ao de seus pares. Com relação às disciplinas, a ferramenta também revela métricas do aproveitamento dos alunos no curso ao decorrer dos semestres, com a possibilidade de a análise ser restrita à diferentes grupos de alunos e períodos, conforme a necessidade do gestor ou coordenador. A fim de demonstrar a viabilidade e versatilidade da ferramenta, este trabalho conta com um estudo de caso no qual utiliza dados atuais e históricos dos alunos do curso de Engenharia da Computação da UFRGS como base de pesquisa.

Palavras-chave: Ferramenta de gestão. Curso de graduação. Análise de Desempenho. Evasão escolar.

Software to assist in Undergraduate Course Management

ABSTRACT

The present work proposes a software able to assist in undergraduate course management, which aims to track the main reasons for evasion in undergraduate courses in universities. Through the analysis of historical data of students and subjects available on the academic portal, the software measures a set of metrics and present them by charts and tables with the intent of helping undergraduate course managers when monitoring student evolution. The data has been categorized by each student current status with the university such as evaded, active or graduated. Therefore, the tool is able to compare results between different groups and even to observe what is the relationship of an individual student's course history to his or her peers. Regarding disciplines, the software is able to reveal metrics of student's performance in the course through all the semesters, with the possibility of the analysis being restricted to different groups of students and periods, depending on the manager or coordinator needs. In order to demonstrate the viability and versality of the software, this work presents a case study based on current and historical data from students in the Computer Engineering course at UFRGS as a research base.

Keywords: Management tool. Undergraduate course. Scholar evasion. Performance analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Etapa 2 curso de Engenharia da Computação.....	20
Figura 3.2 – Exemplo de histórico do curso.....	21
Figura 3.3 – Exemplo de histórico escolar.....	22
Figura 3.4 – Arquitetura do projeto.....	31
Figura 3.5 – UML referente aos alunos.....	32
Figura 3.6 – UML referente às disciplinas.....	33
Figura 4.1 – Tela inicial do sistema.....	40
Figura 4.2 – Formulário de upload de dados de disciplinas.....	41
Figura 4.3 – Formulário de upload de dados de dependências.....	41
Figura 4.4 – Formulário de limpeza de dados.....	42
Figura 4.5 – Confirmação se o usuário deseja mesmo limpar a base de dados.....	42
Figura 4.6 – Formulário de upload de históricos dos alunos.....	43
Figura 4.7 – Botões para acesso às visualizações.....	44
Figura 4.8 – Visão inicial ao acessar análise de alunos.....	45
Figura 4.9 – Gráfico A: períodos que os alunos permanecem no curso.....	45
Figura 4.10 – Gráfico B: atividade dos alunos por período.	47
Figura 4.11 – Informativo sobre os dados que foram carregados no sistema.....	47
Figura 4.12 – Métricas individualizadas sobre cada aluno.....	48
Figura 4.13 – Gráfico C: atividade do aluno selecionado por período.	48
Figura 4.14 – Grade curricular.	50
Figura 4.15 – Filtro e controle da janela de disciplinas.....	51
Figura 4.16 – Grade curricular com disciplina selecionada.	52
Figura 4.17 – Gráfico histórico com métricas das disciplinas.....	53
Figura 4.18 – Visualização dados sobre as disciplinas.....	53
Figura 4.19 – Visualização aproveitamento das disciplinas.....	54
Figura 4.20 – Análises de dependências e liberações.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Representação da tabela DISCIPLINAS implementada.....	27
Tabela 3.2 – Representação da tabela DEPENDENCIAS implementada.....	27
Tabela 3.3 – Representação da tabela ALUNO implementada.....	28
Tabela 3.4 – Representação das tabelas que guardam os históricos.....	28
Tabela 3.5 – Representação das tabelas que guardam os históricos.....	29
Tabela 4.1 – Dados e exemplo para construção da base de dados de disciplinas.....	34
Tabela 4.2 – Exemplo de disciplina no formato CSV.....	35
Tabela 4.3 – Dados e exemplo para construção da base de dados de dependências.....	35
Tabela 4.4 – Exemplo de dependência no formato CSV.....	35
Tabela 4.5 – Dados e exemplo para construção da base de dados de formados.....	36
Tabela 4.6 – Exemplo de formado no formato CSV.....	37
Tabela 4.7 – Dados e exemplo para construção da base de dados de alunos ativos.....	38
Tabela 4.8 – Exemplo de aluno ativo CSV.....	38
Tabela 4.9 – Exemplo de aluno ativo no formato CSV apenas com os campos utilizados.....	38
Tabela 4.10 – Dados e exemplo para construção da base de dados de alunos evadidos.....	39
Tabela 4.11 – Exemplo de aluno evadido CSV.....	40
Tabela 4.12 – Exemplo de aluno ativo no formato CSV apenas com os campos utilizados.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABMES	Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior
COMGRAD	Comissão de Graduação
CPD	Centro de Processamento de Dados UFRGS
CSV	Comma Separated Value
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
HTML	Hypertext Markup Language (Linguagem de Marcação)
JS	Javascript (Linguagem de Programação)
JSON	Javascript Object Notation
NAU	Núcleo de Avaliação da Unidade
PDO	PHP Data Objects (Extensão PHP)
PHP	Hypertext Preprocessor (Linguagem de Programação)
SQL	Structured Query Language (Linguagem de Consulta Estruturada)
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UML	Unified Modeling Language (Linguagem de Modelagem Unificada)
VUE	Vue.js
XAMPP	Cross-Platform, Apache, MySQL, PHP and Perl

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Contexto	12
1.2 Motivação	13
1.3 Objetivos	13
1.4 Estrutura do trabalho	14
2. PROPOSTA	15
3. IMPLEMENTAÇÃO	19
3.1 Quais os dados que foram utilizados	20
3.1.1 Dados referentes às disciplinas.....	20
3.1.2 Dados referentes aos alunos	21
3.2 Análise Sintática e Parsers Criados	22
3.2.2 Parser disciplinas	24
3.2.3 Parser dependências	24
3.2.4 Parser alunos formados	24
3.2.5 Parser alunos ativos	25
3.2.6 Parser alunos evadidos	25
3.2.7 Proposta de parser único para alunos	25
3.2.8 Criação de novos parsers	26
3.3 Estrutura do Banco de Dados	26
3.3.1 Tabela DISCIPLINAS.....	27
3.3.2 Tabela DEPENDENCIAS	27
3.3.3 Tabela ALUNO	28
3.3.4 Tabelas FORMADO_ID, ATIVO_ID e EVADIDO_ID	28
3.3.5 Tabela PROGRESSAO_ALUNO	29
3.3.6 Modificação e criação de tabelas.....	30
3.4 Como foram geradas as visualizações	30
3.5 Arquitetura	31

4.	ESTUDO DE CASO E RESULTADOS	34
	4.1 Dados Utilizados	34
	4.1.1 Dados referentes às disciplinas.....	34
	4.1.2 Dados referentes aos alunos	36
	4.2 Página Inicial do Sistema	40
	4.2.1 Dados referentes às disciplinas.....	41
	4.2.2 Limpeza dos dados	41
	4.2.3 Carregamento dos históricos	43
	4.2.4 Acesso às visualizações	43
	4.3 Análise dos Históricos Escolares	44
	4.4 Análises de Históricos com Foco no Aproveitamento das Disciplinas	50
5	CONCLUSÃO E POSSÍVEIS EXTENSÕES DA FERRAMENTA	56
	REFERÊNCIAS	58
	GLOSSÁRIO	59
	APÊNDICE A – CÓDIGO FONTE	60

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

As Universidades brasileiras enfrentam hoje índices de evasão maiores que os desejáveis. Além de representar o fracasso do aluno em atingir os seus objetivos quando decidiu ingressar num curso de graduação, a evasão traz prejuízos para a instituição de ensino, que selecionou o aluno, investiu em sua instrução e acaba não conseguindo cumprir integralmente uma de suas funções sociais que é formar as novas gerações de cientistas e profissionais que levarão ao progresso o nosso Brasil.

Neste contexto, no ano de 2018, a então aluna Daniela Mendonça Cavalheiro propôs junto à Pró-Reitoria de Planejamento (PROPLAN) e ao Núcleo de Avaliação da Unidade (NAU) do Instituto de Informática um projeto piloto de uma ferramenta então denominada “Painel de Graduação da UFRGS” como seu trabalho de conclusão de curso.

Daniela Cavalheiro intitulou seu trabalho, “Visualização de dados quantitativos como apoio à análise de desempenho de alunos de Graduação da UFRGS” (2018) no qual escreve: “Um problema que merece ser observado nos cursos de graduação (da UFRGS e, certamente, de outras Universidades) é a demora dos alunos para concluírem seus cursos e as taxas de evasão.”

O presente trabalho tem como intuito avançar no estudo sobre a evasão nos cursos de graduação, aproveitando algumas ideias propostas originalmente no projeto de Daniela, mas apresentando uma nova ferramenta com nova arquitetura, com o uso de novas tecnologias e novas formas de construir as visualizações.

Da proposta anterior são adotadas algumas das extensões propostas como: a construção de um painel de análise sobre as disciplinas do curso e a possibilidade de filtrar os dados por um intervalo de semestres.

Dentre as propostas de atualização na arquitetura do projeto temos a substituição do requisito de conexão direta com a base de dados do CPD, por uma fonte de dados baseada em arquivos que é independente de conexão de rede.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul conta com outras iniciativas que trabalham com processamento de dados como o Painel de Dados que traz dados institucionais, porém ainda não incluem os dados e análises propostas neste trabalho.

1.2 Motivação

O presente trabalho tem como principal motivação contribuir com a Universidade na busca de soluções para o problema da evasão nos cursos de graduação.

CASIMIRO (2020, p. 58) em sua Dissertação de Mestrado “A evasão universitária na UNB: uma pesquisa nos cursos de Licenciatura em Ciências Naturais” escreve o seguinte sobre a evasão:

Na concepção de Kipnis (2000), é importante, antes de encontrar um conceito para o termo evasão na educação superior, considerar os diferentes atores envolvidos no processo. Entre esses atores estão os alunos que resolvem evadir, os responsáveis da instituição e os responsáveis pelas políticas em nível municipal, estadual ou federal. Considerando esses aspectos, apoia-se em Tinto (1982) para afirmar que a evasão significa o fracasso do aluno em atingir os seus objetivos desejados ao entrar na instituição.

Na mesma obra o autor cita, na página 59, três formas de evasão:

- **Evasão de curso:** quando o estudante se desliga do curso superior em situações diversas tais como: abandono (deixa de matricular-se), desistência (oficial), transferência (mudança de curso), exclusão por norma institucional;
- **Evasão da instituição:** quando o estudante se desliga da instituição na qual está matriculado;
- **Evasão do sistema:** quando o estudante abandona de forma definitiva ou temporária o ensino superior.

No documento da *ABMES Cadernos 25: Evasão no Ensino Superior*, página 51, é citado o caso bem sucedido da Universidade da Cidade de Nova York que passou de uma evasão de 50% para 23% em sete anos através da análise de estatísticas da evasão. A análise se baseou no levantamento de épocas críticas para a evasão e desenvolvimento de ações a partir dos achados.

1.3 Objetivos

Levando em consideração o caso bem sucedido da Universidade da Cidade de Nova York o presente trabalho tem por objetivo equipar a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através da atuação das COMGRADs, com uma ferramenta capaz de gerar gráficos e estatísticas capazes identificar períodos críticos para a evasão e servir de base para a expansão de ações a partir dos achados, na medida em que tais análises, achados e ações sejam

compartilhados entre as diversas COMGRADs para a elaboração de um plano conjunto para combater o fenômeno da evasão dentro da UFRGS.

1.4 Estrutura do trabalho

Este documento está dividido em cinco capítulos, sendo este o primeiro. O segundo traz um panorama atual do contexto no qual este trabalho está inserido. O capítulo três descreve a ferramenta que está sendo idealizada e proposta. O quarto traz descrição extensiva e detalhada da ferramenta desenvolvida para atender ao objetivo deste trabalho. No capítulo cinco encontra-se um estudo de caso desenvolvido com base em dados de alunos do curso de Engenharia da Computação, demonstrando o uso da ferramenta implementada com seu fluxo completo, funcionalidades e visualizações geradas com seus diferentes filtros e métricas avaliadas.

2. PROPOSTA

O objetivo da ferramenta proposta é auxiliar na gerência do aproveitamento que os alunos fazem do curso de graduação, sendo capaz de auxiliar no acompanhamento dos discentes de cursos universitários através de dados, tabelas, gráficos e relatórios. Esse trabalho demandou busca de dados dos históricos escolares dos alunos e estrutura dos cursos de graduação. Através do conjunto de históricos de aluno é possível extrair informações valiosas, não apenas sobre cada indivíduo, mas também sobre o conjunto dos discentes e disciplinas.

O fato de não depender de conexão com a internet nem à rede interna da UFRGS favorece a segurança do sistema, dificultando o acesso de terceiros a dados naturalmente sigilosos. A ferramenta pode rodar em qualquer computador pessoal, sem a necessidade de conexão com a internet e independente de sistema operacional. É de fácil usabilidade, necessita de baixo poder computacional e tem seu código aberto para futuras atualizações.

O sistema proposto utiliza um mesmo conjunto de dados, para facilitar análises a partir de duas visões complementares. A primeira diz respeito aos alunos, suas individualidades e como seu desempenho tem sido desde seu ingresso na UFRGS, podendo também haver comparação ao de seus pares. A segunda diz respeito à análise sobre as disciplinas do curso, suas características e a forma que cada uma se relaciona com o comportamento e desempenho dos diferentes conjuntos de alunos.

A ferramenta proposta não tem a pretensão de encontrar respostas baseadas nos dados inseridos, mas sim equipar os usuários com visualizações capazes de auxiliar no processo de análise e decisão.

Para auxiliar no entendimento da história acadêmica dos alunos durante a graduação, é proposta a divisão deles em três grupos de interesse, através da relação que os mesmos têm com o curso no momento da elaboração da análise: evadido, formado e ativo.

São considerados como evadidos do curso alunos que em um momento qualquer no passado tenham ingressado no curso de graduação, realizando ao menos uma matrícula, porém teve o vínculo rescindido, sob qualquer razão, antes de conquistar o grau. São motivos comuns de evasão: o abandono, o jubramento e a transferência interna. Sobre cada aluno é realizado investimento da Universidade na forma de instrução, infraestrutura e valor financeiro, então é desejável que todos façam bom uso destes recursos, que são escassos. Assim, cada aluno evadido representa uma perda que se deve evitar. Por isso é de suma importância a compreensão do perfil dos alunos, sendo possível identificar padrões em sua passagem pelo curso.

Alunos formados são aqueles que ingressaram no curso, matricularam-se, e ao final do curso receberam o grau. É do interesse da Universidade que todo aluno que ingressa no curso, ao final do ciclo de instrução, receba o grau, fazendo bom uso do investimento realizado pela Universidade na forma de contribuições para a ciência e para a sociedade. É indispensável estudar os alunos que se formaram, para que possamos compreender melhor sua trajetória e meios necessários para replicar estes casos de sucesso.

Por fim, alunos ativos são aqueles que ingressaram no curso de graduação, realizaram ao menos uma matrícula e seguem com vínculo ativo. Estes alunos são os únicos nos quais ainda se pode intervir, para que se tornem futuros graduandos.

Através da análise dos históricos de alunos que se tornam formados ou evadidos, este trabalho propõe uma ferramenta que permita o acompanhamento não apenas do curso, mas de cada aluno individualmente, para que a Universidade seja capaz, através do estudo dos dados históricos, identificar alunos ativos que correm risco de evadir.

Através dos dados propõe-se identificar padrões nos históricos de alunos evadidos em contraposição ao dos formados. Buscamos que a partir da visualização organizada dos dados seja possível analisar a situação de cada aluno ativo, seu desempenho ao longo das matrículas e seu risco de evadir-se. Esses alunos poderiam receber, por exemplo, maior acompanhamento pedagógico do que os demais alunos, novamente fazendo um uso racional de recursos escassos.

A ferramenta também conta com a divisão da base de alunos em três grupos complementares: um composto por alunos ingressos de vestibular, outro de transferência interna e um terceiro do ENEM, para que seja possível realizar comparações de desempenho, baseado na forma de ingresso.

O sistema também é capaz de trabalhar com um número diverso de métricas de interesse não apenas em relação aos alunos, como créditos obtidos, créditos aprovados ou disciplinas cursadas. Também sobre as disciplinas, apontando dados relacionados ao número de alunos reprovados, com conceito FF, bem como dos que trancaram cada disciplina.

Através da análise de métricas sobre as disciplinas a ferramenta se propõe, a partir dos históricos escolares, compilar informações relevantes sobre o histórico de cada disciplina no decorrer dos semestres e dos anos. Utilizando tais métricas será possível, por exemplo, identificar as disciplinas em que os alunos costumam ter maior dificuldade, com maior taxa de reprovação e trazer visibilidade para que se inicie um estudo de caso sobre motivos que levem às dificuldades. A ferramenta não tem por objetivo trazer respostas e nem soluções, mas sim apresentar as métricas, de forma clara, para que reforcem a compreensão do curso como um todo.

Algumas das métricas propostas são as de reprovação, abandono, cancelamento, conclusão e conceitos, todas devidamente catalogadas temporalmente, sendo possível visualizar estes dados na forma de tabelas, gráficos e relatórios, escolhendo quais as métricas se deseja incluir nas análises.

É proposta também uma visualização capaz de facilitar a gestão semestral do curso, que através dos dados de alunos ativos possibilita uma visão na qual para cada disciplina do curso seja possível observar o número de alunos que já cursaram a mesma, os que estão cursando atualmente e principalmente o número de alunos que já possuem todos os requisitos necessários para nela ingressar. Com isso torna possível prever o número de professores, turmas, salas e vagas que precisarão ser ofertadas para a disciplina de forma a atender o máximo de alunos no próximo período. Além disso, esta visualização tem o poder de, através de um panorama geral do curso, demonstrar bolhas e gargalos de disciplinas que acumulam muitos alunos que não conseguem se matricular, atrasando o fluxo do curso.

É possível filtrar todos os recursos visuais pelos diferentes grupos de alunos, por exemplo, visualizando até qual etapa costumam se matricular os alunos evadidos e se sua evasão possui correlação com alguma etapa ou disciplina em específico, para que alunos nesses períodos tenham maior acompanhamento.

Além do filtro por conjunto é possível, através da ferramenta, realizar o controle sobre quais períodos deseja-se efetivar a análise das diversas métricas, abrindo espaço para formas de interpretar a situação histórica e atual dos alunos e do curso como um todo.

Todas as análises são visualizadas na forma de gráficos configuráveis que reagem em tempo real aos filtros e métricas selecionadas, dando uma visão fluida e dinâmica em relação às informações de interesse.

Além de gráficos e tabelas são propostos relatórios que através da compilação e cálculos derivados das métricas sejam capazes de sintetizar as informações presentes nos gráficos, para que o usuário possua um norte em relação a quais dados e visualizações sejam mais urgentes e de maior relevância.

Um relatório proposto baseia-se na atribuição de um índice de desempenho a cada aluno. Composto de número inteiro este índice de desempenho sintetizará a análise do aproveitamento do aluno em relação aos outros alunos baseados nas métricas do sistema.

Um aluno com desempenho abaixo da média receberia, por exemplo, um valor negativo enquanto outro acima da média um valor positivo. Após o cálculo deste índice de desempenho para cada um dos alunos, teríamos um relatório com os alunos com indicação de maior

probabilidade de evasão, os quais poderiam receber prioridade no acompanhamento pedagógico, facilitando o trabalho de gestão do curso.

3. IMPLEMENTAÇÃO

A ferramenta foi desenvolvida na forma de um sistema Web para atender ao requisito de possuir fácil manutenção e compatibilidade entre diferentes sistemas operacionais, existindo a possibilidade da ferramenta ser integrada ao portal da Universidade.

Para que a aplicação rode localmente, sem necessidade de conexão ativa com a internet, foi implementada utilizando servidor local, compatível com os ambientes Linux e Windows. Juntamente com o servidor, é possível configurar a instância do banco de dados local SQL, utilizado para armazenar as informações que serão alimentados no sistema, servindo de base para a geração das visualizações.

Para a construção do sistema foram utilizados *scripts* PHP pela riqueza de suporte e documentação, robustez, facilidade de manutenção e atender requisitos de integração com os servidores da Universidade.

Para executar a aplicação foi configurado um ambiente de desenvolvimento XAMPP que facilita a implementação de um projeto PHP, executando o sistema em um servidor local Apache. O ambiente XAMPP inclui também por padrão um banco de dados MySQL pré-configurado. Para realizar a comunicação entre o sistema PHP e o banco de dados foi utilizada no projeto a extensão *PHP Data Objects* que define uma abstração da camada de dados tornando o projeto independente do banco de dados utilizado.

O ambiente de desenvolvimento XAMPP foi escolhido visando a construção de um projeto de fácil manutenção, capaz de operar desconectado da rede, protegendo os dados naturalmente sensíveis que são utilizados nas análises da ferramenta.

Para uma apresentação didática do projeto, a implementação foi dividida em cinco atividades principais, as quais são descritas a seguir e serão desenvolvidas no decorrer deste capítulo:

- I. Quais os dados que foram utilizados
- II. Análise sintática das amostras e inicialização do banco de dados
- III. Estrutura do banco de dados
- IV. construção das visualizações
- V. Arquitetura

3.1 Quais os dados que foram utilizados

Os dados utilizados podem ser classificados em dois tipos: dados contendo históricos escolares de alunos e dados definindo a estrutura de disciplinas do curso de graduação. Os dados contendo históricos foram subdivididos em três conjuntos quanto à situação do aluno perante ao curso no momento em que o dado foi extraído: Ativo, Evadido e Formado.

3.1.1 Dados referentes às disciplinas

A configuração das disciplinas e suas relações se dá pela inserção no sistema de um arquivo contendo todas as disciplinas do curso e outro com suas relações de dependência.

No contexto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, as disciplinas de determinado curso costumam estar disponíveis de forma pública em formato de tabela, com uma para cada etapa do curso e uma final, com as cadeiras eletivas.

Na Figura 3.1, retirada da página do curso de Engenharia da Computação do site da UFRGS [http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=318], encontramos a relação de disciplinas da Etapa 2 do curso, onde podemos observar alguns dos dados que caracterizam uma disciplina no contexto da Universidade.

Cada disciplina possui um código único alfanumérico composto de três letras e cinco números, um nome, uma lista de disciplinas que devem ser realizadas antes da liberação da disciplina, um campo caráter indicando se a cadeira é obrigatória, um campo indicando o número de créditos relacionados à conclusão da disciplina e sua carga horária.

Figura 3.1 - Etapa 2 curso de Engenharia da Computação

Etapa 2				
Código	Disciplina/Pré-Requisito	Caráter	Créditos	Carga Horária
MAT01355	ÁLGEBRA LINEAR I - A - MAT01353 - CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	Obrigatória	4	60
INF01108	ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES I - INF01107 - INTRODUÇÃO À ARQUITETURA DE COMPUTADORES	Obrigatória	4	60
MAT01354	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A - MAT01353 - CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	Obrigatória	6	90
INF01203	ESTRUTURAS DE DADOS - INF01202 - ALGORÍTMOS E PROGRAMAÇÃO - CIC	Obrigatória	4	60
FIS01182	FÍSICA GERAL - ELETROMAGNETISMO - FIS01181 - FÍSICA I-C - e MAT01353 - CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	Obrigatória	6	90
INF05508	LÓGICA PARA COMPUTAÇÃO - MAT01375 - MATEMÁTICA DISCRETA B	Obrigatória	4	60

Fonte: Imagem do Autor

Através da união de todas as tabelas foi possível construir uma tabela de todas as disciplinas referentes ao curso de graduação. Esta nova tabela possui código, nome, caráter e número de créditos de cada uma das disciplinas de interesse.

Analisando cada disciplina e suas dependências, foi criada uma segunda tabela onde foi explicitada a relação de dependência, sendo que cada disciplina foi associada a uma lista das disciplinas das quais depende.

Cada uma dessas tabelas foi criada manualmente e estruturada no formato CSV para ser inserida no sistema. É fundamental a presença destes dados para que possamos gerar nossos relatórios e visualizações.

Ao gerar estas tabelas é necessário considerar as alterações curriculares nas quais podem ter sido incluídas, removidas ou substituídas disciplinas no decorrer dos anos, sendo importante garantir que todas as que desejemos utilizar em nossos relatórios estejam representadas nessas tabelas.

Na execução deste trabalho foram consideradas apenas as atuais disciplinas obrigatórias, não havendo impedimentos para a inclusão de disciplinas eletivas, alternativas ou que não fazem parte do currículo atual.

É importante ressaltar que o carregamento de disciplinas e dependências foi implementado de forma substitutiva, não incremental, sendo considerado sempre o último conjunto de dados carregado e descartados os anteriores.

3.1.2 Dados referentes aos alunos

A Universidade possui dois documentos muito semelhantes com o mesmo intuito de registrar o desempenho dos alunos nas disciplinas matriculadas: o histórico escolar, figura 3.2, e o histórico do curso, figura 3.3. A principal diferença entre eles é o fato de o histórico escolar trazer todas as disciplinas matriculadas pelo aluno, enquanto o histórico do Curso traz apenas as disciplinas referentes ao curso atual do aluno.

Figura 3.2 - Exemplo de histórico do curso

Período Letivo	Disciplina	Conceito	Situação	Créditos
2020/2	[VAERE202] VÍNCULO ACADÊMICO - ERE 2020/2	-	Matriculado	0
2020/2	TRABALHO DE GRADUAÇÃO	-	Matriculado	20
2020/1	[INF01218] TÓPICOS ESPECIAIS EM COMPUTAÇÃO XXXIII	A	Aprovado	4
2020/1	[VAERE201] VÍNCULO ACADÊMICO - ERE 2020/1	-	Avaliado	0
2020/1	[INF01147] COMPILADORES	B	Aprovado	4
2020/1	[INF01045] SEGURANÇA EM SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO	B	Aprovado	4

Fonte: Imagem do autor

Figura 3.3 - Exemplo de histórico escolar

Ano Semestre	Atividade de Ensino	Turma	Conceito	Situação	Créditos
2020/2	VÍNCULO ACADÊMICO - ERE 2020/2	U	-	Matriculado	-
2020/1	COMPILADORES	B	B	Aprovado	4
2020/1	SISTEMAS OPERACIONAIS II N	A	A	Aprovado	4
2020/1	SEGURANÇA EM SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO	U	B	Aprovado	4
2020/1	SISTEMAS EMBARCADOS	U	B	Aprovado	4
2020/1	TÓPICOS ESPECIAIS EM COMPUTAÇÃO XXXIII	U	A	Aprovado	4

Fonte: Imagem do autor

Por conta da maior riqueza de informações, o histórico escolar foi o documento escolhido como base para representar o desempenho de cada aluno na Universidade. Através deste documento, é possível obter informações referentes a cada semestre no qual o aluno realizou matrícula, bem como disciplinas e créditos matriculados, disciplinas e créditos aprovados, sendo inseridos no sistema no formato CSV.

Além do histórico escolar, foram consideradas informações relevantes para analisar a situação do aluno em relação ao curso (ativo, formado, evadido) e a forma de ingresso do aluno no curso (vestibular ou transferência interna). Também é possível a inclusão de novos dados na análise como a forma de acesso (vestibular ou ENEM), grupo de matrícula (universal ou ações afirmativas), entre outros, conforme relevância e disponibilidade dos dados.

Os históricos escolares dos alunos podem trazer em seus registros disciplinas externas ao currículo vigente do curso bem como as pertencentes a uma graduação anterior ou as que foram removidas do currículo, sendo necessário que elas sejam elencadas nos dados de disciplinas para haver inclusão nas visualizações e relatórios. Disciplinas que não tiverem sido elencadas serão ignoradas das análises.

É importante ressaltar que os dados de alunos são incrementais, onde cada aluno inserido é considerado um novo, não sendo possível realizar edição ou substituição de dados direto na plataforma. Caso seja necessário substituir os dados, é recomendável executar a limpeza do sistema e prover sua reinserção.

3.2 Análise Sintática e Parsers Criados

Conforme discutido na seção 3.1 a ferramenta recebe diversos arquivos CSV e precisa salvar essas informações em um banco de dados para consulta posterior. Foram construídos cinco *parsers* no total, que serão descritos nos próximos itens. Importante ressaltar que é possível e bastante prático construir *parsers* alternativos aceitando os mais diferentes arquivos

de entrada, inclusive permitindo mudanças na estrutura estabelecida para o banco de dados que será apresentada na seção 3.3

A função dos *parsers*, além de desvincular a estrutura dos arquivos de entrada da estrutura do banco, é permitir uma maior flexibilização do formato dos arquivos CSV necessitando de baixo esforço técnico de programação.

A estrutura de tabelas do banco de dados é construída junto ao primeiro *upload* dos dados realizado no sistema, garantindo total controle sobre a estrutura dos mesmos por conta do mantenedor.

É responsabilidade do usuário garantir que os arquivos CSV estejam na estrutura correta para o bom funcionamento dos *parsers*. No caso de divergências nos dados de entrada, o sistema pode entrar em estado de erro, sendo necessária execução de operação de limpeza dos dados, a qual será apresentada na seção 3.3.

3.2.1 Estrutura básica dos parsers

Os *parsers* do projeto foram escritos em PHP e seguem uma estrutura básica com sequência comum de atividades e processos, que serão listadas a seguir, o que garante facilidade na alteração e expansão do projeto.

A primeira atividade dos *parsers* é receber o *upload* de um arquivo no formato CSV no padrão esperado. O *upload* é validado, e se obtiver sucesso, uma cópia do arquivo é criada em pasta interna do servidor.

A segunda atividade é verificar se a base de dados já possui as tabelas SQL onde os dados serão armazenados, criando-as se ainda não existirem, o que torna robusto o sistema, sem depender da existência das tabelas para iniciar o seu uso.

A terceira atividade trata-se da divisão do arquivo CSV em um conjunto de linhas e posterior processamento de cada linha individualmente, realizando o tratamento necessário aos dados para construção dos registros que alimentarão o banco de dados.

A quarta atividade é a inserção destes registros em suas tabelas correspondentes no banco de dados.

Assim, a função do *parser* é garantir que todos os dados recebidos, que respeitem os contratos previamente definidos na seção 3.1, sejam inseridos no banco de dados de forma íntegra e organizada, possibilitando o correto funcionamento da ferramenta.

Nas próximas seções descreveremos brevemente cada um dos cinco analisadores criados no decorrer do projeto, a fim de demonstrar que todos respeitam a mesma estrutura básica, apesar de receberem dados em estruturas diferentes.

3.2.2 Parser disciplinas

O *parser* de disciplinas, após receber o *upload* do arquivo, conecta-se ao banco de dados e envia um comando para que se existir a tabela DISCIPLINAS a mesma seja destruída. Após a destruição da tabela antiga é construída uma nova tabela DISCIPLINAS com os campos definidos pelo *parser*. O próximo passo é salvar uma cópia do arquivo original no sistema.

Com o arquivo salvo, o mesmo é processado linha a linha, onde cada uma será utilizada para construir um registro na tabela DISCIPLINAS. Ao final do processo o sistema informa o sucesso da operação ao usuário.

3.2.3 Parser dependências

Este *parser* é responsável pela inserção das relações de dependência direta entre as disciplinas inseridas pelo *parser* anterior. De forma análoga às disciplinas, realiza a recriação da tabela DEPENDENCIAS e processa cada linha do arquivo como um novo registro na tabela DEPENDENCIAS.

3.2.4 Parser alunos formados

O primeiro ponto diferente nos *parsers* de alunos em relação aos anteriores é que não ocorre destruição de nenhuma tabela, pois os dados são incrementais e cada novo histórico será considerado um novo aluno.

O *parser* de alunos formados é o único do sistema a aceitar o *upload* paralelo de múltiplos arquivos CSV, cada um contendo o histórico de um aluno que recebeu grau, podendo receber até quinhentos documentos em uma única operação de *upload*. Este *parser* demonstra a versatilidade da estrutura proposta, demonstrando flexibilidade na introdução de dados do sistema.

No início da operação é realizada a criação das tabelas ALUNO e PROGRESSAO_ALUNO se as mesmas ainda não existirem. Para cada um dos arquivos, é inserido um registro na tabela ALUNO identificado como pertencente ao grupo de alunos formados e é criada uma tabela FORMADO_ID, onde ID é um inteiro sequencial, inicializado em zero e incrementado a cada aluno adicionado, de modo que não se repitam nomes de tabelas.

Cada linha do histórico do aluno formado é inserida como uma linha na tabela `FORMADO_ID` correspondente, de forma que todo histórico do aluno é salvo nesta tabela.

Além disso, para cada histórico, são agrupadas linhas com mesmo ANO/SEMESTRE as quais em conjunto dão origem a novo registro na tabela `PROGRESSAO_ALUNO`, onde são calculadas e guardadas métricas em relação ao desempenho do aluno naquele semestre.

3.2.5 Parser alunos ativos

A principal diferença do *parser* de alunos ativos em relação ao de formados é o fato de um único arquivo de entrada possuir múltiplos históricos de alunos ativos.

Conforme mencionado na seção 3.1.2, para a separação das linhas de histórico entre diferentes alunos foi utilizado o campo **Identificador** em cada linha. Para cada grupo de linhas com mesmo identificador foi inserido um registro na tabela `ALUNO` identificado como pertencente ao grupo de alunos ativos e criada uma tabela `ATIVO_ID`, onde ID é também um número sequencial inicializado em zero, também sendo gerados registros na tabela `PROGRESSAO_ALUNO`.

3.2.6 Parser alunos evadidos

O *parser* de alunos evadidos é muito similar ao *parser* de alunos ativos, com duas diferenças, sendo a primeira a marcação de cada aluno como pertencente ao grupo de alunos evadidos, e o histórico de cada aluno sendo salvo em uma tabela com nome `EVADIDO_ID`.

3.2.7 Proposta de parser único para alunos

Os três *parsers* de alunos poderiam ser substituídos sem prejuízos, por um único *parser* em caso de acordo de um formato unificado para os arquivos de histórico dos alunos de diferentes grupos, dado que no momento do *upload* ou na estrutura do arquivo seja possível identificar, a qual grupo de alunos o histórico pertence.

No escopo deste projeto foi mantida a estrutura original de todos os arquivos recebidos, justamente para demonstrar que o sistema é adaptável para os mais diferentes formatos de dados, com baixo esforço técnico.

3.2.8 Criação de novos parsers

É possível a criação de *parsers* para dados em novos formatos, desde que se mantenham alinhados à estrutura do banco de dados. Tal característica possibilita facilidade de adaptar a ferramenta a mudanças nos formatos dos dados, sendo a construção das visualizações independentes da estrutura dos dados de entrada, dependendo apenas da estrutura do banco de dados.

3.3 Estrutura do Banco de Dados

Os dados inseridos no sistema precisam estar disponíveis para consulta posterior. Por isso, neste projeto foi utilizado um banco de dados local MySQL, incluso no ambiente de desenvolvimento XAMPP utilizado, mas o mesmo pode ser facilmente configurado para utilizar qualquer banco de dados suportado pela extensão PDO do PHP.

A estrutura das tabelas foi construída de forma a ser o mais simples possível para que seja de fácil manutenção e fácil expansão conforme necessidade.

Para realizar a configuração da conexão ao banco de dados, basta editar o arquivo *Config.php* onde devem ser modificados os parâmetros *SERVERNAME*, *USERNAME*, *PASSWORD* e *DBNAME* para refletir o novo ambiente.

O único pré-requisito para iniciar a utilização do banco de dados pela ferramenta é que estejam corretas as informações inclusas no arquivo *Config.php*, pois as tabelas necessárias ao funcionamento são criadas em tempo de execução e são totalmente gerenciadas pelo sistema. Não é necessário acesso manual ao banco de dados, nem suporte especializado.

Nas próximas seções serão apresentadas as tabelas criadas para armazenar os dados e construir as visualizações da ferramenta.

3.3.1 Tabela DISCIPLINAS

Na Tabela 3.1 temos representação da tabela DISCIPLINAS implementada para armazenar os dados de disciplinas.

Tabela 3.1 – Representação da tabela DISCIPLINAS implementada

Dado	Tipo	Descrição
id	inteiro	Chave Primária Sequencial
nome_disciplina	texto	Nome da disciplina
cod_disciplina	texto	Código alfa numérico que identifica a disciplina
créditos	inteiro	Número de créditos associados à disciplina
período	inteiro	Período da disciplina no qual a disciplina está inserida no curso.
reg_date	timestamp	Data e hora da inserção dos dados.

Fonte: Tabela do Autor

3.3.2 Tabela DEPENDENCIAS

Na Tabela 3.2 temos representação da tabela DEPENDENCIAS implementada para armazenar os dados de dependências.

Tabela 3.2 – Representação da tabela DEPENDENCIAS implementada

Dado	Tipo	Descrição
id	inteiro	Chave Primária Sequencial
cod_dependente	texto	Código da disciplina dependente
nome_dependente	texto	Nome da disciplina dependente
cod_liberadora	texto	Código da disciplina liberadora
nome_liberadora	texto	Nome da disciplina liberadora
reg_date	timestamp	Data e hora da inserção dos dados.

Fonte: Tabela do Autor

3.3.3 Tabela ALUNO

Na Tabela 3.3 temos representação da tabela ALUNO implementada para armazenar os dados dos alunos.

Tabela 3.3 – Representação da tabela ALUNO implementada

Dado	Tipo	Descrição
id	inteiro	Chave primária sequencial
aluno	texto	Nome do aluno
situação	texto	Situação do aluno no momento da inserção dos dados. Atualmente os valores possíveis são: EVADIDO, FORMADO ou ATIVO.
ingresso	texto	Forma de ingresso do aluno no curso de Engenharia da Computação. Pode ter os Valores V (Vestibular) ou TI (Transferência Interna)
reg_date	timestamp	Data e hora da inserção dos dados.

Fonte: Tabela do Autor

3.3.4 Tabelas FORMADO_ID, ATIVO_ID e EVADIDO_ID

Na Tabela 3.4 temos representação das tabelas FORMADO_ID, ATIVO_ID e EVADIDO_ID implementadas para armazenar os históricos escolares.

Tabela 3.4 – Representação das Tabelas que guardam os históricos

Dado	Tipo	Descrição
id	inteiro	Chave primária sequencial
período	texto	Período no qual a disciplina foi cursada, no formato 'ANO/SEMESTRE' (AAAA/S)
cod_disciplina	texto	Código alfanumérico que identifica a disciplina
conceito	texto	Conceito obtido na disciplina. Valores considerados (A, B, C, D, FF)
situação	texto	Situação do aluno na disciplina naquele semestre. Valores aceitos ('Aprovado', 'Reprovado')
créditos	inteiro	Quantidade de créditos da disciplina
reg_date	timestamp	Data e hora da inserção dos dados.

Fonte: Tabela do Autor

3.3.5 Tabela PROGRESSAO_ALUNO

Na Tabela 3.5 temos representação da tabela PROGRESSAO_ALUNO implementada para armazenar uma síntese dos resultados dos alunos em relação a cada matrícula.

Esta tabela surgiu com o intuito de realizar um pré-processamento dos dados na hora em que são inseridos, para que a usabilidade do software seja mais fluida com gráficos, tabelas e filtros mais responsivos e performáticos.

Tabela 3.5 – Representação das tabelas que guardam os históricos

Dado	Tipo	Descrição
id	inteiro	Chave primária sequencial
aluno	texto	Nome do aluno ao qual se refere a progressão
Período	texto	Período ao qual se refere a progressão, no formato 'ANO/SEMESTRE' (AAAA/S)
periodo_atemporal	inteiro	Inteiro que indica a posição ordinal deste período, no histórico do aluno.
disciplinas_tentadas	inteiro	Número de disciplinas que o aluno se matriculou neste período atemporal.
disciplinas_aprovadas	inteiro	Número de disciplinas que o aluno foi aprovado neste período atemporal.
creditos_tentados	inteiro	Número de créditos que o aluno se matriculou neste período atemporal.
creditos_aprovados	inteiro	Número de créditos que o aluno se aprovou neste período atemporal.
conceitosA	inteiro	Número de conceitos A que o aluno obteve no período atemporal.
conceitosB	inteiro	Número de conceitos B que o aluno obteve no período atemporal.
conceitosC	inteiro	Número de conceitos C que o aluno obteve no período atemporal.
conceitosD	inteiro	Número de conceitos D que o aluno obteve no período atemporal.
conceitosFF	inteiro	Número de conceitos FF que o aluno obteve no período atemporal.
reg_date	timestamp	Data e hora da inserção dos dados.

Fonte: Tabela do Autor

3.3.6 Modificação e criação de tabelas

É possível a expansão do sistema para o suporte a novas tabelas ou modificação das existentes, devendo essa mudança ser implementada nos *parsers* existentes que controlam a estrutura do banco de dados.

É muito importante que todos os *parsers* possuam a mesma visão e concordem na estrutura das tabelas, de forma a evitar conflitos. Além disso essa nova estrutura seja considerada nas consultas ao banco e na construção das visualizações e futuros relatórios.

3.4 Como foram geradas as visualizações

Visando produtividade, desempenho e reatividade foi selecionada para a construção das visualizações o *framework* Vue.js. A biblioteca do Vue é baseada em HTML, CSS e JS, e facilita a construção de projetos que se beneficiam de reatividade, atualizando as visualizações conforme mudanças no estado do sistema e nos dados. Em resumo, trata-se de uma forma moderna e eficiente de trabalhar com grande volume dados de forma dinâmica e veloz, que costumam ser gargalos em sistemas WEB.

Para a construção dos gráficos foi utilizada uma biblioteca adicional chamada Chart.js, capaz de construir de forma rápida e eficiente, diferentes tipos de gráficos, tendo sido priorizados na elaboração desse trabalho, gráficos do tipo linha. Tanto o Vue.js quanto o Chart.js foram incluídos na estrutura do projeto, permitindo sua utilização independente de acesso à internet.

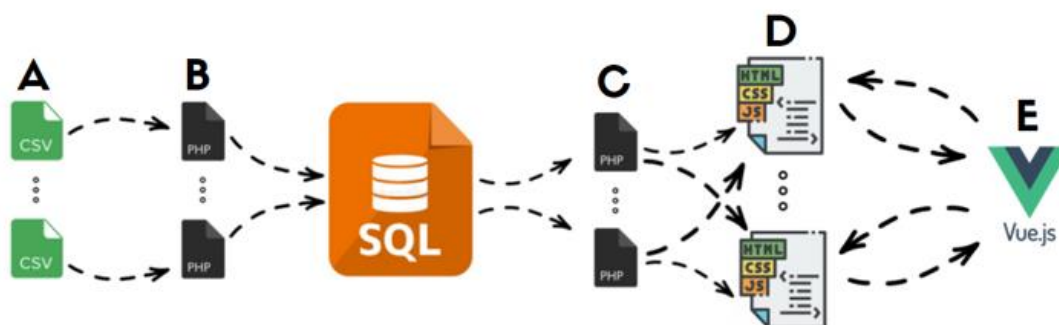
Para recuperar as informações relevantes a cada visualização, são utilizados inicialmente *scripts* PHP que executam consultas no banco de dados e devolvem os registros do banco em formato JSON para que sejam recebidos pela camada em Javascript. Uma vez de posse deles, inicia-se dentro do Vue a construção de estruturas de dados que servirão de base para as tabelas e gráficos da ferramenta.

Uma vez pronto o processamento e exibidos os gráficos e as tabelas, os mesmos obedecerão de forma dinâmica e automática aos filtros selecionados pelo usuário, não sendo mais necessária comunicação com o banco de dados.

3.5 Arquitetura

Para facilitar o entendimento da arquitetura descrita nas seções anteriores, podemos dividir o projeto em 5 partes, ordenadas por ordem de execução, conforme Figura 3.4.

Figura 3.4 - Arquitetura do projeto



Fonte: Imagem do Autor

Em um primeiro momento A, o sistema encontra-se desprovido de dados, estando os históricos escolares e dados sobre as disciplinas em arquivos no formato CSV aguardando serem carregados. O formato CSV foi utilizado por ter sido o formato original no qual os dados foram disponibilizados

Em um segundo instante B, o usuário insere no sistema os dados disponíveis através do *upload* dos arquivos CSV que serão tratados e pré-processados pelo *parser* PHP correspondente de forma a popular as tabelas do banco de dados SQL. Os dados inseridos no banco de dados sofrem um pré-processamento visando reduzir o custo computacional na hora de transformar os dados recebidos em gráficos e relatórios. Foi escolhida a linguagem PHP por ser a linguagem habitual para a execução de projetos que rodam nos servidores da Universidade. A escolha de um banco de dados relacional se deu pela facilidade de implementação, uso e manutenção.

Em um terceiro momento C, é necessário recuperar as informações armazenadas no banco de dados, e para isso utilizamos novamente *scripts* PHP que através de consultas estruturadas, retornam as informações recuperadas para o código principal em Javascript. O Javascript foi escolhido por conta de sua versatilidade, facilidade de uso, facilidade em trabalhar com estruturas de dados irregulares, além de ser a escolha mais comum para manipulação de páginas Web.

No passo D temos três tecnologias trabalhando em conjunto para construir as visualizações do sistema: CSS, HTML e Javascript. Através do HTML são estruturadas as páginas referentes à análise de alunos e às disciplinas. Utilizando o CSS foram introduzidos

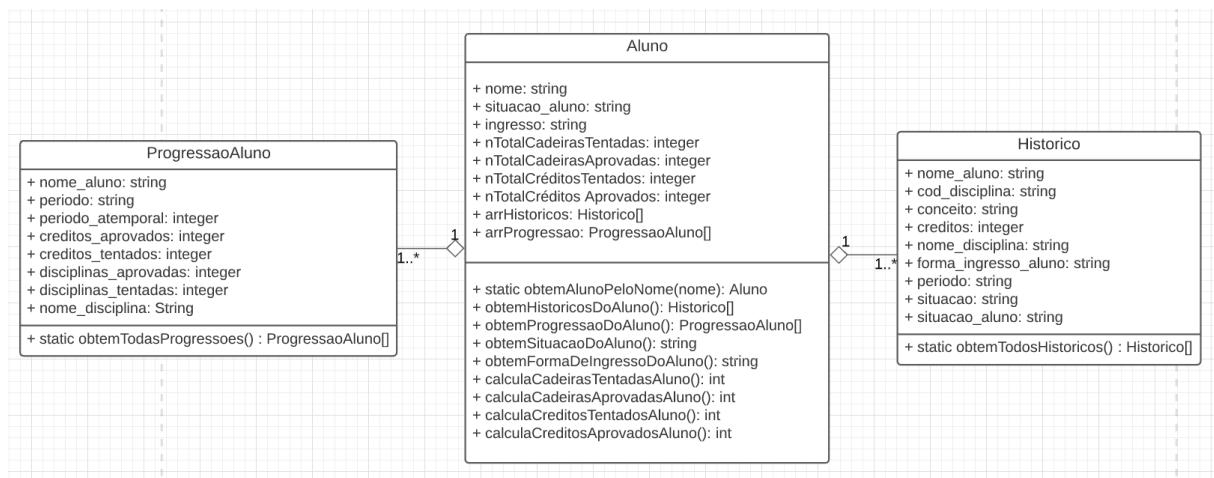
componentes visuais com o intuito de tornar a ferramenta mais intuitiva, moderna e atraente. Fazendo uso do Javascript os dados recuperados do banco de dados são mais uma vez processados para que alimentem os diferentes gráficos e tabelas.

No momento E é introduzido o *framework* Vue.js que facilita a construção de interfaces gráficas leves, reativas, modernas e atraentes. Novamente, com o intuito de tornar a ferramenta intuitiva e atraente, mas também acelerar o processo de construção de tabelas e gráficos que reagem de forma automática aos filtros selecionados, foi utilizada também biblioteca Chart.js para facilitar a construção de novos gráficos de forma compatível com a reatividade do Vue.

O Javascript é uma linguagem fracamente tipada sendo comum o uso de orientação a objetos, mesmo que de forma mais flexível que linguagens fortemente tipadas.

Entre as entidades presentes nos dados, com o objetivo de avaliar o desempenho dos alunos, foram identificadas e implementadas três entidades principais: Aluno, Histórico e ProgressaoAluno podendo estas serem vistas no diagrama de classes UML presente na figura 3.5.

Figura 3.5 - UML referente aos alunos



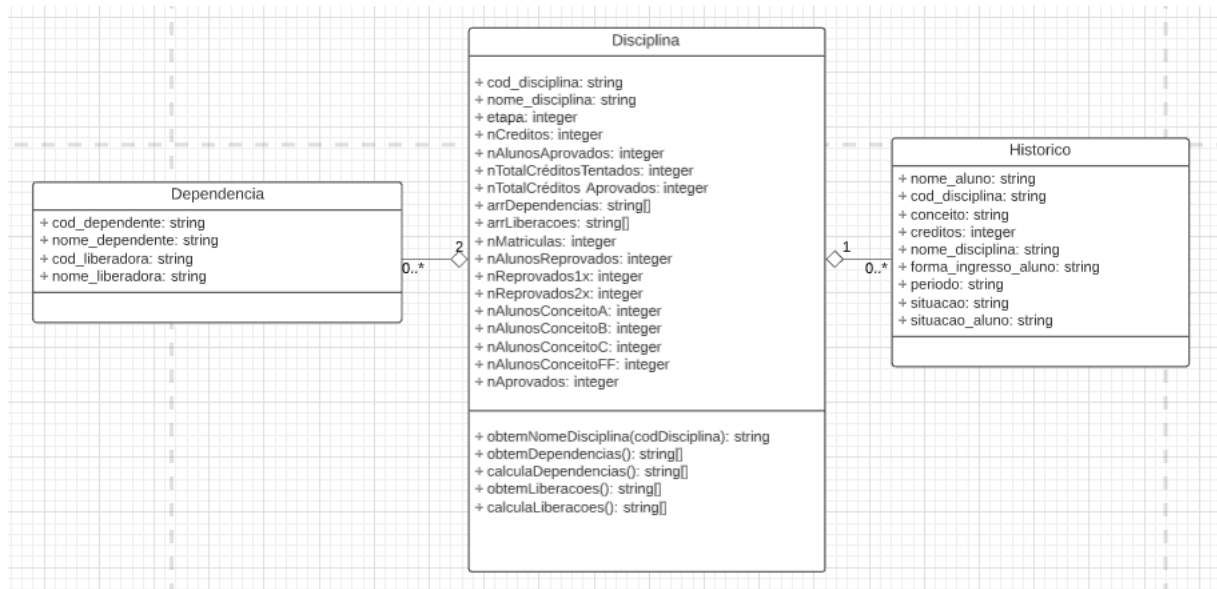
Fonte: Imagem do Autor

Cada objeto do tipo Histórico representa uma linha do histórico de um e apenas um aluno, enquanto um aluno deve ter ao menos um Histórico relacionado.

Cada objeto do tipo ProgressaoAluno representa uma matricula realizada por um aluno, contendo informações pré-computadas quanto a disciplinas e créditos. Cada aluno possui uma ou mais objetos do tipo ProgressaoAluno.

No caso da análise das disciplinas foram identificadas três entidades principais, Disciplina, Dependência e Histórico como pode ser observado na Figura 3.6

Figura 3.6 - UML referente às disciplinas



Fonte: Imagem do Autor

Cada objeto do tipo Historico representa uma linha do histórico escolar e faz menção a uma e apenas uma disciplina, enquanto uma disciplina pode ter uma quantidade qualquer de históricos relacionado.

Cada objeto do tipo Dependencia representa uma relação entre exatamente duas disciplinas diferentes. Cada disciplina pode estar em uma quantidade qualquer de dependências.

4. ESTUDO DE CASO E RESULTADOS

Para a validação deste trabalho foram utilizados dados referentes ao curso de Engenharia da Computação, fornecido pelo Centro de Processamento de Dados (CPD) da UFRGS através da Comissão de Graduação (COMGRAD).

Em respeito às diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) não foi possível acesso direto aos bancos de dados do CPD, tendo sido disponibilizados dados amostrais previamente anonimizados no formato CSV, os quais serviram de base para a implementação do presente trabalho.

Para uma apresentação didática dos resultados, este capítulo foi dividido em quatro subseções:

- I. Dados Utilizados
- II. Página Inicial
- III. Análise de Históricos Escolares
- IV. Análise das Disciplinas

4.1 Dados Utilizados

4.1.1 Dados referentes às disciplinas

A configuração das disciplinas e suas relações se deu pelo *upload* na ferramenta de dois arquivos no padrão CSV, o primeiro contendo a informação de todas as disciplinas obrigatórias, sendo uma disciplina por linha, e o segundo onde cada linha contém uma relação de dependência direta entre duas disciplinas.

Na Tabela 4.1 encontra-se na primeira coluna a relação dos dados necessários para a construção da base de dados de disciplinas e na segunda coluna um exemplo dos valores na forma correta.

Tabela 4.1 – Dados e exemplo para construção da base de dados de disciplinas

Dado	Exemplo de Valor
Código da disciplina	INF01202
Nome da disciplina	ALGORÍTMOS E PROGRAMAÇÃO – CIC
Créditos associados à disciplina	6
Etapa da disciplina na estrutura do curso	1

Fonte: Tabela do Autor

Na Tabela 4.2 encontramos o exemplo de um registro de disciplina no formato CSV.

Tabela 4.2 – Exemplo de disciplina no formato CSV

Exemplo no formato CSV:
INF01202;ALGORÍTMOS E PROGRAMAÇÃO – CIC;6;1

Fonte: Tabela do Autor

A Tabela 4.3 possui em sua primeira coluna uma relação didática dos dados necessários ao arquivo CSV de dependências, e um exemplo do formato correto dos dados. Ressaltando que apenas relações de dependência direta (requisito) devem ser mapeadas.

Tabela 4.3 – Dados e exemplo para construção da base de dados de dependências

Dado	Exemplo de Valor
Código da disciplina dependente	MAT01355
Nome da disciplina dependente	ÁLGEBRA LINEAR I - A
Código da disciplina liberadora	MAT01353
Nome da disciplina liberadora	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A

Fonte: Tabela do Autor

Na Tabela 4.4 encontramos o exemplo de um registro de dependência no formato CSV.

Tabela 4.4 – Exemplo de dependência no formato CSV

Exemplo no formato CSV:
MAT01355;ÁLGEBRA LINEAR I – A;MAT01353;CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A

Fonte: Tabela do Autor

É válido ressaltar que o projeto do arquivo de dependências poderia ter sido realizado abrindo mão da obrigatoriedade de informar os nomes das disciplinas, porém a exigência foi mantida visando uma maior transparência quanto aos dados inseridos e facilidade na identificação de dados inconsistentes.

4.1.2 Dados referentes aos alunos

Os primeiros históricos obtidos foram fornecidos pela COMGRAD-ECP, sendo referentes a todos os 393 alunos formados no curso de Engenharia da Computação, estando cada aluno em um arquivo CSV separado totalizando 393 arquivos, cujo formato será descrito na Tabela 4.5.

Os arquivos referentes aos formados exigiram um processamento manual para remoção de cabeçalhos e dados não padronizados presentes no fim do arquivo. Durante o processamento foi mapeada a forma de ingresso do aluno no nome do arquivo através da inclusão de um sufixo ‘_TI’ no caso de transferência interna ou ‘_V’ no caso de vestibular.

É importante salientar que o processamento manual seria desnecessário caso a geração dos arquivos mantivesse apenas o histórico no arquivo.

A inclusão dos sufixos teve por objetivo simular a inclusão de novo dado relevante, podendo ser substituído por uma nova coluna no histórico, ou campo extra no formulário de inclusão de dados de alunos.

Tabela 4.5 – Dados e exemplo para construção da base de dados de formados

Dado	Exemplo de Valor
ANO/SEMESTRE	2020/1
Atividade de Ensino (Código Atividade)	FÍSICA I-C (FIS01181)
Turma	A
Conceito	A
Situação	Aprovado
Créditos	6

Fonte: Tabela do Autor

O valor da coluna Conceito deve estar contido no conjunto {"A", "B", "C", "D", "FF"} para ser computado nas análises.

O valor da coluna Situação deve estar contido no conjunto {"Aprovado", "Reprovado"} para ser computado nas análises.

O Código da disciplina é extraído do valor entre parênteses na Atividade de Ensino, sendo obrigatória a presença do mesmo.

Na Tabela 4.6 encontramos um exemplo de aluno formado representado no formato CSV.

Tabela 4.6 – Exemplo de formado no formato CSV

Exemplo no formato CSV:
2020/1;FÍSICA I-C (FIS01181);A;A;Aprovado;6

Fonte: Tabela do Autor

Em um segundo momento foram disponibilizados para a elaboração deste trabalho, históricos previamente anonimizados de uma amostra de todos alunos que se encontram cursando Engenharia da Computação cujo ingresso se deu entre os semestres de 2018/1 e 2020/2, inclusive. Os dados foram disponibilizados no formato de arquivo único no formato CSV, contendo um total de 3538 linhas referentes a 188 alunos de graduação.

Para identificar a fronteira entre os históricos de diferentes alunos foi observado o momento em que determinada linha possui um identificador de aluno diferente do presente na linha anterior, uma vez que todas as linhas referentes a determinado aluno se encontravam contíguas, sendo importante que tal característica seja mantida.

Buscou-se manter a estrutura original do arquivo recebido, mesmo não utilizando todos os dados presentes para evitar a necessidade de processamento manual dos dados, tendo sido este restrito à remoção da linha de cabeçalho no topo do arquivo.

Os campos Ingresso, Etapa, Carga Horária e Sigla Caráter não foram aproveitados nas análises, porém é importante que seja mantida a estrutura posicional dos campos em cada linha do CSV, mesmo que com valores vazios.

Na Tabela 4.7 encontra-se a representação dos dados presentes em cada linha do arquivo, seguido de um exemplo.

Tabela 4.7 – Dados e exemplo para construção da base de dados de alunos ativos

Dado	Exemplo de Valor
Ingresso	2018/1
Identificador	245212
ANO/SEMESTRE	2020/1
Etapa	4
Código da Disciplina	MAT01168
Disciplina	MATEMÁTICA APLICADA II
Conceito	B
Créditos	6
Carga Horária	90
Sigla Caráter	OB
Situação	Aprovado

Fonte: Tabela do Autor

O valor da coluna Conceito deve estar contido no conjunto {"A", "B", "C", "D", "FF"} para ser computado nas análises.

O valor da coluna Situação deve estar contido no conjunto {"Aprovado", "Reprovado"} para ser computado nas análises.

Na Tabela 4.8 temos exemplo de alunos ativos com todos os campos recebidos.

Tabela 4.8 – Exemplo de aluno ativo CSV

Exemplo no formato CSV:
2018/1;245212;2020/1;4;MAT01168;MATEMÁTICA APLICADA II;B ;6;90;OB;Aprovado

Fonte: Tabela do Autor

Na Tabela 4.9 temos o mesmo exemplo, porém apenas com os campos efetivamente utilizados e os demais em branco.

Tabela 4.9 – Exemplo de aluno ativo no formato CSV apenas com os campos utilizados

Exemplo no formato CSV com os campos vazios:
;245212;2020/1;;MAT01168;MATEMÁTICA APLICADA II;B ;6;;;Aprovado

Fonte: Tabela do Autor

Por fim, o último conjunto de dados utilizado na elaboração do trabalho é o referente a todos alunos evadidos do curso de Engenharia da Computação que se desligaram entre os períodos de 2016/1 e 2020/1, inclusive. O arquivo recebido do CPD possui formato semelhante ao dos alunos ativos, contendo em arquivo único 5177 linhas referentes à passagem de 212 alunos pelo curso, que acabaram por sair do curso sem receber o grau.

Não houve processamento manual do arquivo. Dados sobre o motivo do abandono são informações importantes que acabaram não sendo aproveitados por não estarem codificados, tratando-se de texto livre.

Os campos Desligamento e Etapa não foram aproveitados nas análises, porém é importante que seja mantida a estrutura posicional na linha, mesmo que eventualmente tenhamos valores vazios.

Na Tabela 4.10 encontra-se a representação dos dados presentes em cada linha do arquivo, seguido de um exemplo.

Tabela 4.10 – Dados e exemplo para construção da base de dados de alunos evadidos

Dado	Exemplo de Valor
Desligamento	2018/1
Identificador	245212
ANO/SEMESTRE	2020/1
Etapa	4
Código da Disciplina	MAT01168
Disciplina	MATEMÁTICA APLICADA II
Conceito	B
Créditos	6
Situação	Aprovado
Motivo do Abandono	Abandono

Fonte: Tabela do Autor

O valor da coluna Conceito deve estar contido no conjunto {"A", "B", "C", "D", "FF"} para ser computado nas análises.

O valor da coluna Situação deve estar contido no conjunto {"Aprovado", "Reprovado"} para ser computado nas análises.

Na tabela 4.11 temos exemplo de alunos evadidos com todos os campos recebidos.

Tabela 4.11 – Exemplo de aluno evadido CSV

Exemplo no formato CSV:

```
2018/1;245212;2020/1;4;MAT01168;MATEMÁTICA APLICADA II;B;6;Aprovado;Abandono
```

Fonte: Tabela do Autor

Na Tabela 4.12 temos o mesmo exemplo, porém apenas com os campos efetivamente utilizados e os demais em branco.

Tabela 4.12 – Exemplo de aluno ativo no formato CSV apenas com os campos utilizados

Exemplo no formato CSV com os campos vazios:

```
;245212;2020/1;;MAT01168;MATEMÁTICA APLICADA II;B;6;Aprovado
```

Fonte: Tabela do Autor

4.2 Página Inicial do Sistema

Na Figura 4.1 encontra-se a tela inicial do sistema, com as diferentes funcionalidades do sistema que serão descritas nos próximos itens.

Figura 4.1 – Tela inicial do sistema

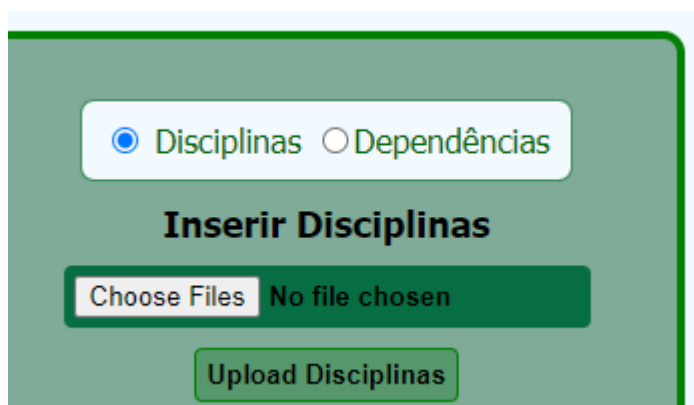


Fonte: Imagem do Autor

4.2.1 Dados referentes às disciplinas

O *upload* de dados relacionados às disciplinas é feito através de formulário presente no canto inferior esquerdo da página inicial do sistema, observando a marcação da opção ‘Disciplinas’, como pode ser visto na Figura 4.2

Figura 4.2 – Formulário de *upload* de dados de disciplinas

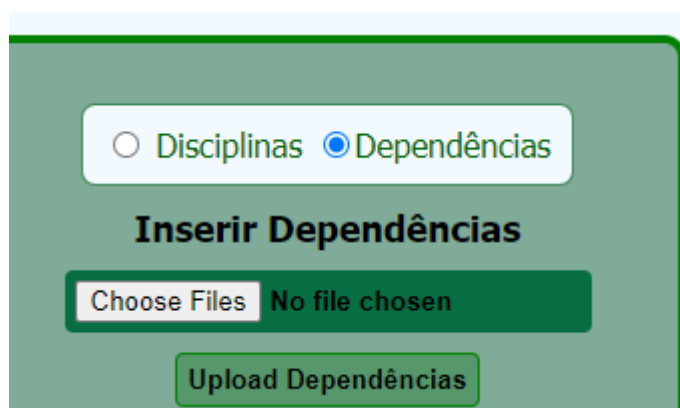


Formulário de upload de dados de disciplinas. O formulário possui um seletor de opções com 'Disciplinas' selecionado (radio button marcado) e 'Dependências' desselecionado. Abaixo do seletor, há o título 'Inserir Disciplinas'. Segue-se um botão de upload de arquivos com o texto 'Choose Files' e 'No file chosen'. Na base do formulário, há um botão verde com o texto 'Upload Disciplinas'.

Fonte: Imagem do Autor

O *upload* de dependências é realizado através do mesmo formulário sendo necessário marcar a opção “Dependências” no seletor, conforme Figura 4.3.

Figura 4.3 – Formulário de *upload* de dados de Dependências



Formulário de upload de dados de Dependências. O formulário possui um seletor de opções com 'Disciplinas' desselecionado (radio button não marcado) e 'Dependências' selecionado (radio button marcado). Abaixo do seletor, há o título 'Inserir Dependências'. Segue-se um botão de upload de arquivos com o texto 'Choose Files' e 'No file chosen'. Na base do formulário, há um botão verde com o texto 'Upload Dependências'.

Fonte: Imagem do Autor

4.2.2 Limpeza dos dados

Para maior comodidade dos usuários e facilitar a recuperação de erros do sistema, foi incluída a função “Limpeza dos Dados”, na qual com apenas um clique o usuário é capaz de restaurar a ferramenta ao estado inicial.

Esta funcionalidade está disponível no canto inferior direito da página inicial e possui como principal objetivo dar autonomia e liberdade aos usuários, sendo os mesmos capazes de substituir os dados e realizar recuperação de erros sem necessitar de suporte especializado.

A limpeza dos dados, visível na Figura 4.4, contempla a remoção de todas as tabelas do banco de dados, limpeza da pasta de arquivos carregados e reinicialização dos contadores de alunos.

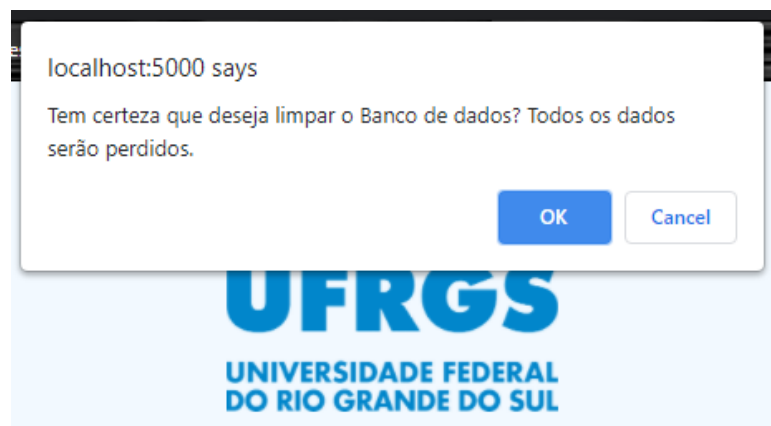
Figura 4.4 – Formulário de limpeza de dados



Fonte: Imagem do Autor

Trata-se de uma operação não reversível, portanto o usuário é questionado, se deseja mesmo realizar a operação, conforme Figura 4.5

Figura 4.5 – Confirmação se o usuário deseja mesmo limpar a base de dados



Fonte: Imagem do Autor

4.2.3 Carregamento dos históricos

Figura 4.6 – Formulário de *upload* de históricos dos alunos



The image shows a web interface for UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). At the top is the university's logo, which consists of a red flame icon above the text 'UFRGS' in blue, with 'UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL' in smaller blue text below. Below the logo is the title 'Ferramenta de Auxílio Para Gestão de Curso de Graduação' in bold black text. The main content area is enclosed in a rounded rectangle with a blue border. Inside this area, there are three blue buttons: 'Upload de Históricos', 'Análise Alunos', and 'Análise Disciplinas'. Below these buttons is a selection box for 'Situação dos Alunos' with three radio button options: 'Formados' (selected), 'Ativos', and 'Evadidos'. Underneath is the heading 'Históricos Escolares de alunos Formados' followed by the instruction 'Por favor faça o upload de seus arquivos CSV:'. Below this instruction is a file upload area with a 'Choose Files' button, the text 'No file chosen', and an 'Upload Formados' button.

Fonte: Imagem do Autor

O *upload* dos históricos dos alunos está disponível na região central da página inicial, conforme Figura 4.6, sendo necessário selecionar o grupo dos alunos e quais os dados se desejam inserir.

4.2.4 Acesso às visualizações

Foram considerados dois conjuntos de visualizações de interesse, na concepção deste trabalho. A primeira com relação ao desempenho dos alunos com base em seus históricos escolares e a segunda analisando o histórico dos mesmos, visando obter informação em relação ao aproveitamento das disciplinas

Para cada uma das análises foi criado um *dashboard*, sendo os mesmos acessados utilizando-se os botões localizados na região central da página inicial, conforme Figura 4.7.

Cada um dos *dashboards* será explorado e descrito nas seções a seguir.

Figura 4.7 – Botões para acesso às visualizações

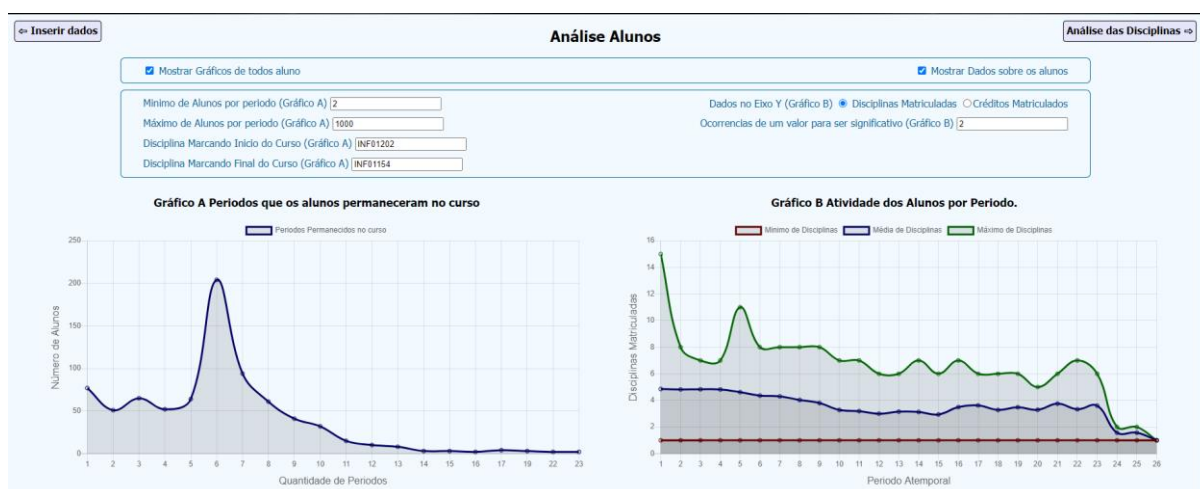


Fonte: Imagem do Autor

4.3 Análise dos Históricos Escolares

Ao acessar a janela de Análise de Alunos o usuário é apresentado aos gráficos A e B e seus respectivos filtros, conforme Figura 4.8. Poderia ser inserido nesse ponto um filtro por grupo ao qual o aluno pertence (Formado, Evadido e Ativo) mas podemos simular este comportamento atualmente, garantindo que seja inserido apenas um grupo por vez no sistema.

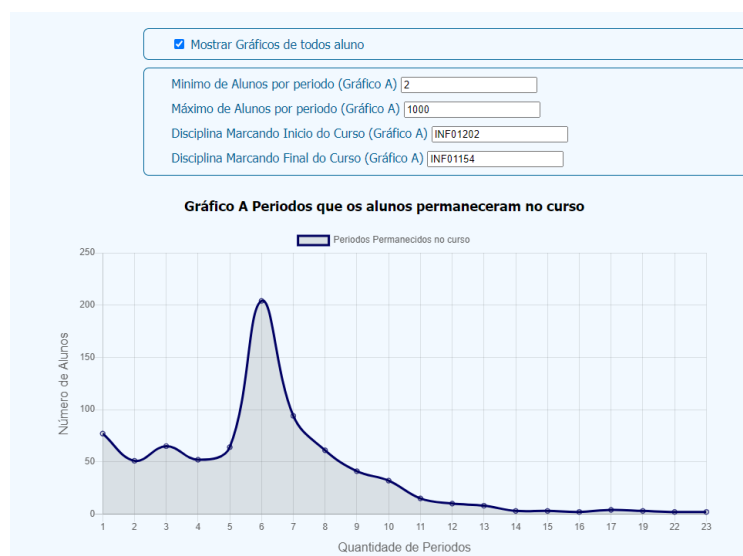
Figura 4.8 – Visão inicial ao acessar análise de alunos



Fonte: Imagem do Autor

No lado esquerdo temos o Gráfico A, Figura 4.9, que possui como objetivo principal mostrar de forma visual a quantidade de alunos que realizou exatamente determinada quantidade de matrículas em sua passagem pelo curso. Essa análise, se for executada sobre o conjunto de alunos formados, demonstrará o número de matrículas necessárias aos formados para adquirir o grau. No caso de considerarmos os alunos evadidos teremos a informação de quantas matrículas os alunos realizaram antes de evadir. Quando executado sobre todos os alunos que passaram pelos cursos, por existirem historicamente mais egressos e evadidos do que ativos, é esperado que ocorram distorções, por isso é recomendado que se utilize apenas um grupo de matrícula por vez para analisar este gráfico.

Figura 4.9 – Gráfico A: Períodos que os alunos permanecem no curso



Fonte: Imagem do Autor

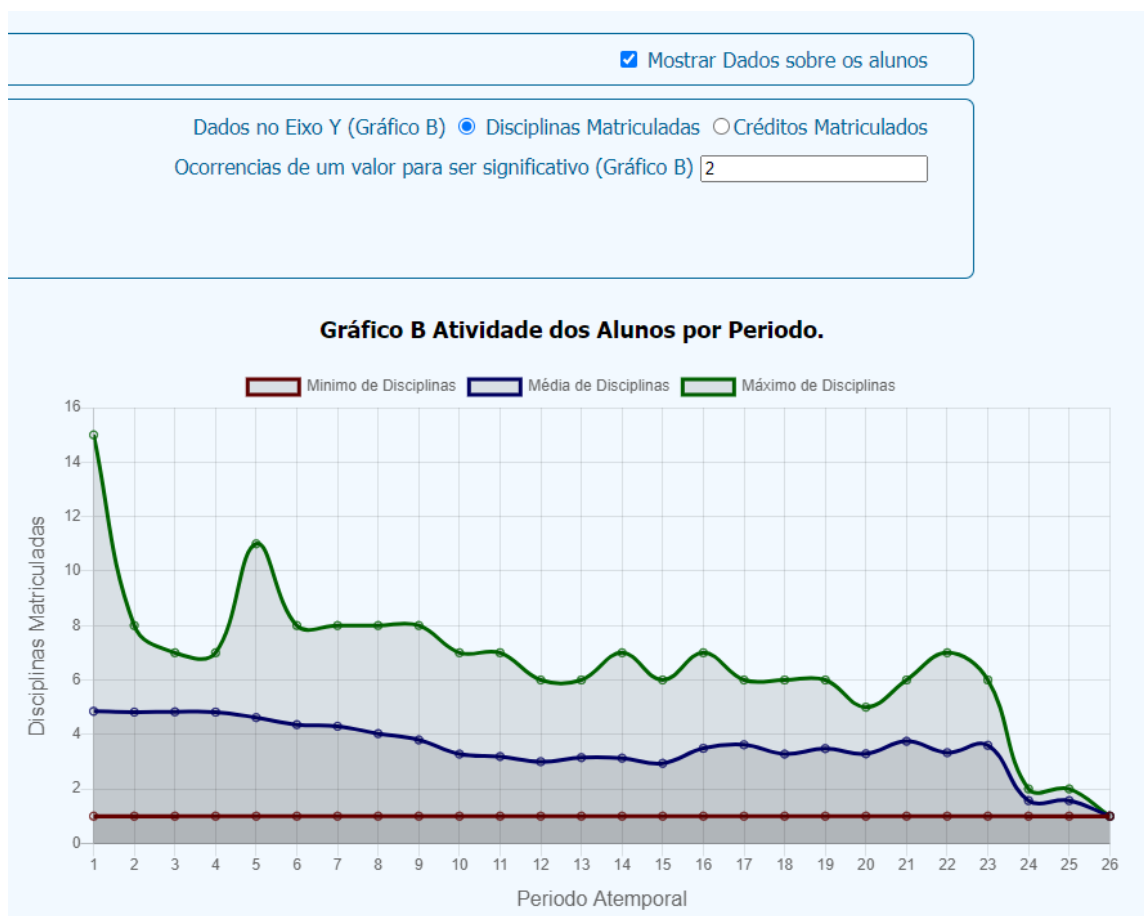
Para que seja possível remover valores não representativos do eixo X, os dois filtros superiores controlam o máximo e o mínimo de alunos para que um valor seja considerado.

Os dois filtros inferiores por sua vez são utilizados para que possamos informar uma cadeira inicial e final para restringir nossa análise. Estes filtros têm, em conjunto, duas funções básicas: garantir que não levemos em consideração matrículas relacionadas a cursos anteriores/posteriores ao ingresso naquele que estamos analisando (por se tratar de um histórico escolar) e também permitir analisar o número de matrículas realizadas entre duas disciplinas do curso. Todos os filtros são opcionais.

No Gráfico B, visível na Figura 4.10, temos a análise de diferentes métricas do conjunto de alunos em relação a sua enésima matrícula. Desta forma podemos analisar o histórico dos alunos do curso a partir de diferentes dados do nosso interesse.

Nessa primeira versão temos como escolher entre a análise de disciplinas e créditos matriculados, mas poderíamos facilmente expandir essa análise para abranger outras métricas de interesse, como créditos aprovados e reprovados, disciplinas aprovadas e reprovadas, dentre outros. Sempre com uma linha de mínimo, média e máximo que podem ser apresentadas e escondidas livremente, bastando um clique na legenda.

Figura 4.10 – Gráfico B: Atividade dos alunos por período.



Fonte: Imagem do Autor

Levando em consideração os filtros, temos a opção de escolher qual valor queremos ver no eixo Y, alternando entre disciplinas e créditos.

Podemos ainda escolher o mínimo de ocorrências valores no eixo Y para que aquele valor seja considerado nos cálculos. Essa análise é importante para analisarmos se o comportamento do conjunto de alunos está de acordo com o definido no currículo do curso, e onde existem pontos de melhoria.

No centro da página, visível na Figura 4.11, encontra-se um informativo quantitativo sobre os dados que foram carregados no sistema. Podemos visualizar a quantidade total de alunos inseridos, o número de matrículas que esse conjunto de alunos realizou e o número total de disciplinas inclusas nessas matrículas.

Figura 4.11 – Informativo sobre os dados que foram carregados no sistema

Alunos	Matriculadas Efetuadas	Disciplinas Matriculadas
796	6542	28456

Fonte: Imagem do Autor

É importante notar que este espaço pode ser facilmente expandido para apresentar novas métricas importantes que se desejam calculadas sobre o conjunto dos alunos. Pode também ser incluído um filtro para maior compreensão sobre a distribuição dos dados nos diferentes grupos.

No final da página temos a lista de todos os alunos inseridos no sistema, e um conjunto de métricas individualizadas indicando o aproveitamento do aluno em sua passagem pela UFRGS, como pode ser observado na Figura 4.12. O acréscimo e substituição das colunas listadas é trivial, podendo se adaptar às necessidades dos usuários.

Em termos de filtros, foi incluído um por nome e outro por grupo do aluno. Este filtro por grupo pode eventualmente ser generalizado, para abranger toda a página de forma a melhorar a usabilidade.

Os nomes utilizados foram anonimizados, mas podem ser facilmente revertidos para mostrar o nome ou matrícula do aluno, quando já em ambiente seguro, sob tutela da Universidade.

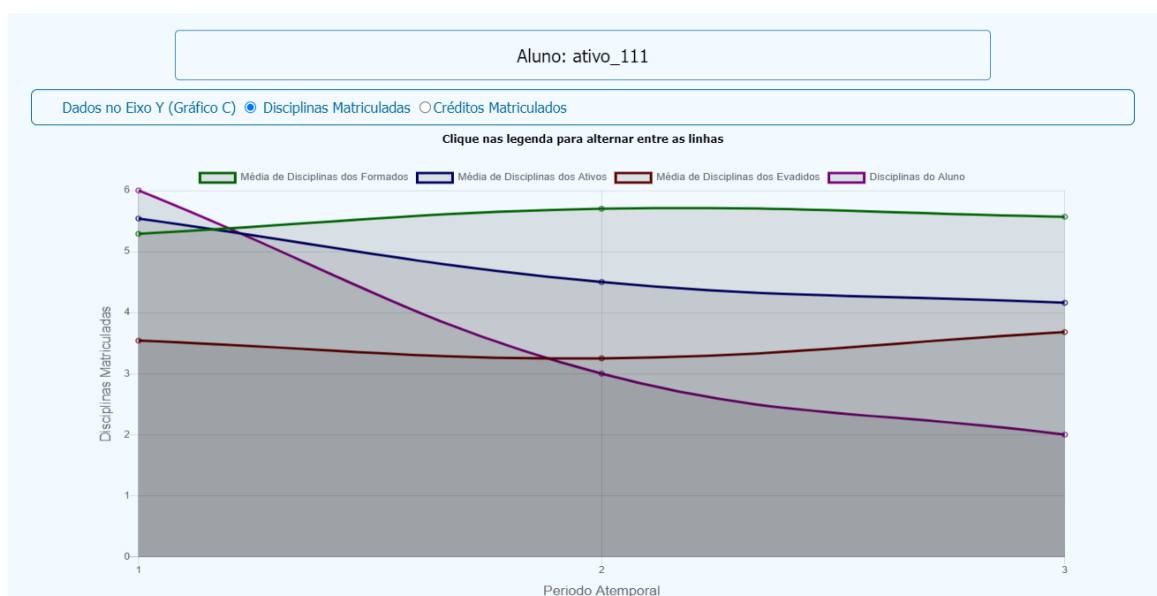
Figura 4.12 – Métricas individualizadas sobre cada aluno

Nome	Matriculas Realizadas	Disciplinas Matriculadas	Disciplinas Aprovadas	Créditos Matriculados	Créditos Aprovados
formado_111	10	51	46	239	213
ativo_111	3	11	0	40	0
evadido_111	3	14	10	66	46

Fonte: Imagem do Autor

Para ter acesso às métricas de um aluno, podemos clicar em sua linha correspondente, o que nos revelará o Gráfico C, como é possível observar na Figura 4.13.

Figura 4.13 – Gráfico C: Atividade do aluno selecionado por período.



Fonte: Imagem do Autor

Este gráfico nos mostra a evolução do aluno selecionado (linha lilás) em relação a determinada métrica quando contraposto à média dos alunos Formados (linha verde), Ativos (linha azul) e alunos Evadidos (vermelho escuro), tendo todos como referência as matrículas do aluno.

Este gráfico é bem significativo para acompanhar o aproveitamento e evolução dos alunos de graduação, identificando visualmente alunos que estão com baixo rendimento.

Um exemplo prático da importância deste gráfico é a possibilidade de identificar alunos ativos com rendimento abaixo da média e buscar uma forma de evitar que o aluno se torne evadido.

Por exemplo, o aluno ativo_111 vem se matriculando em cada vez menos disciplinas no decorrer de suas matrículas, selecionando apenas duas disciplinas em seu terceiro período, o que é inferior à média de 3.68 disciplinas entre os alunos evadidos. Esta informação por si só é um sinal de alerta, de que este aluno pode estar em risco de evadir-se.

Atualmente, assim como no gráfico B, temos as métricas Disciplinas Matriculadas e Créditos Matriculados, mas podem ser criadas e disponibilizadas facilmente novas métricas para ambos os gráficos. Novamente, podemos alternar a visibilidade de cada linha realizando um clique, na legenda correspondente.

4.4 Análises de Históricos com Foco no Aproveitamento das Disciplinas

Ao abrir a análise de disciplinas podemos observar a Área de Filtro e a Grade Curricular referente ao curso, como pode ser visto na Figura 4.14.

Figura 4.14 – Grade curricular.

Análise Geral das Disciplinas

Mostrar Grade Curricular
 Mostrar Dados sobre as Disciplinas
 Mostrar Aproveitamento das Disciplinas
 Mostrar Dependências
 Mostrar Liberações

Filtrar por Período: Período de Início Até Fim

Modalidade de Ingresso: Vestibular Transferência Interna

Situação do Aluno: Alunos Formados Alunos Evadidos Alunos Ativos

Grade Curricular

Dependência			CÓDIGO			Liberação		
APR	R1X	R2x	APR	R1X	R2x	APR	R1X	R2x
Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6			
INF01202	MAT01355	INF01112	ENG10002	ENG10044	INF01147			
611 74 31	568 88 28	522 11 1	63 25 19	53 12 6	234 25 4			
MAT01353	INF01108	INF01058	MAT01168	INF01127	INF01185			
616 81 43	568 32 12	313 28 12	457 78 30	432 7 3	400 17 6			
FIS01181	MAT01354	ENG10001	MAT02219	ENG10003	ENG10045			
584 121 51	578 65 25	69 27 18	522 69 15	22 0 0	45 0 0			
INF01107	INF01203	INF01124	INF01175	INF01113	ENG10032			
645 60 17	552 27 7	528 24 4	458 24 7	431 21 12	56 20 11			
ENG04009	FIS01182	MAT01167	INF01120	INF01142	INF01154			
452 5 4	537 77 26	514 76 46	482 29 5	422 49 14	399 53 13			
MAT01375	INF05508	FIS01183	INF05501	ENG04010	INF01151			
605 93 41	542 52 9	501 42 14	467 38 2	409 39 18	405 29 6			

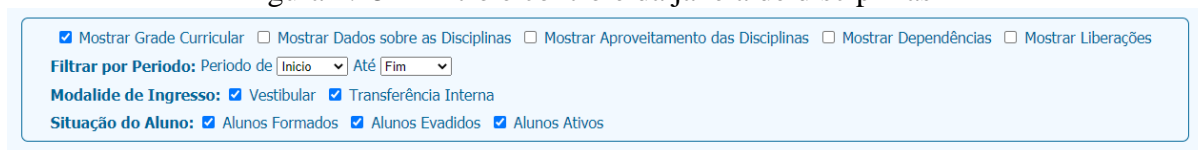
Fonte: Imagem do Autor

Pode-se notar através da Figura 4.15 que na primeira da linha do Filtro é possível selecionar qual das cinco visualizações deseja-se mostrar ou esconder, as quais discutiremos a seguir.

Na segunda linha podemos selecionar um intervalo temporal ANO/SEMESTRE para marcar o início e o fim de nossas análises.

Nas próximas linhas podemos filtrar os dados por Modalidade de Ingresso e Situação do aluno perante o curso.

Figura 4.15 – Filtro e controle da janela de disciplinas



Mostrar Grade Curricular Mostrar Dados sobre as Disciplinas Mostrar Aproveitamento das Disciplinas Mostrar Dependências Mostrar Liberações

Filtrar por Período: Período de Até

Modalidade de Ingresso: Vestibular Transferência Interna

Situação do Aluno: Alunos Formados Alunos Evadidos Alunos Ativos

Fonte: Imagem do Autor

A visualização padrão, a Grade Curricular nos mostra a estrutura das disciplinas do curso em relação à etapa curricular na qual está inserida. Cada disciplina é descrita por seu código, e três números os quais, número de aprovados (APR), reprovados uma vez (R1X) e reprovados duas vezes ou mais (R2X). Todos estes números respeitam os filtros selecionados.

Podemos acompanhar na Figura 4.16 que ao selecionar uma disciplina a mesma troca para a cor amarela. Todas as disciplinas que precisam estar concluídas para sua liberação são marcadas como vermelhas. Recebem a cor verde por sua vez todas as disciplinas que dependem da disciplina selecionada para sua liberação. Nesta visualização são consideradas todas as dependências recursivas, não apenas as diretas.

Figura 4.16 – Grade curricular com disciplina selecionada.

Grade Curricular

Dependência			CÓDIGO			Liberação											
APR	R1X	R2x	APR	R1X	R2x	APR	R1X	R2x									
Etapa 1			Etapa 2			Etapa 3			Etapa 4			Etapa 5			Etapa 6		
INF01202			MAT01355			INF01112			ENG10002			ENG10044			INF01147		
611	74	31	568	88	28	522	11	1	63	25	19	53	12	6	234	25	4
MAT01353			INF01108			INF01058			MAT01168			INF01127			INF01185		
616	81	43	568	32	12	313	28	28	432	7	3	432	7	3	400	17	6
FIS01181			MAT01354			ENG10001			MAT02219			ENG10003			ENG10045		
584	121	51	578	65	25	69	27	18	522	69	15	22	0	0	45	0	0
INF01107			INF01203			INF01124			INF01175			INF01113			ENG10032		
645	60	17	552	27	7	528	24	4	458	24	7	431	21	12	56	20	11
ENG04009			FIS01182			MAT01167			INF01120			INF01142			INF01154		
452	5	4	537	77	26	514	76	46	482	29	5	422	49	14	399	53	13
MAT01375			INF05508			FIS01183			INF05501			ENG04010			INF01151		
605	93	41	542	52	9	501	42	14	467	38	2	409	39	18	405	29	6

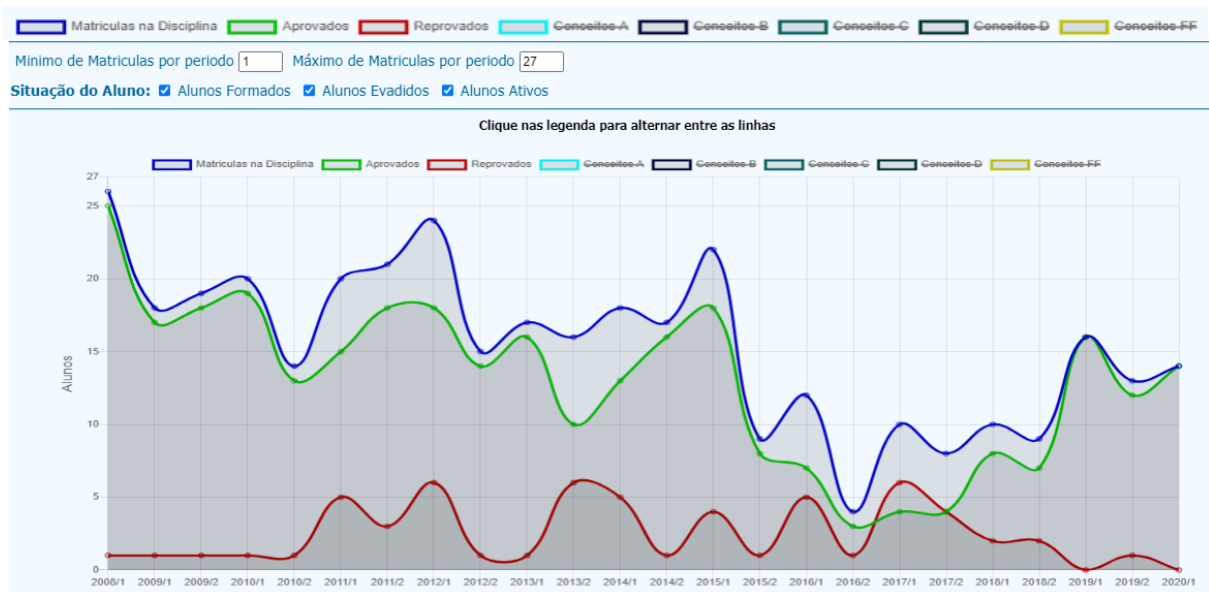
Fonte: Imagem do Autor

Além da análise de quantos alunos aprovaram e reprovaram em cada disciplina, podemos realizar análises mais amplas, como buscar padrões com por exemplo:

- Onde existe represamento de alunos?
- Até quais cadeiras os evadidos costumam cursar?
- Considerando a distribuição dos alunos ativos, quantas turmas serão necessárias para determinada disciplina, levando em conta as taxas históricas de aprovação?

Ao clicar duas vezes sobre determinada disciplina é possível obter uma visão cronológica e mais detalhada sobre a mesma, conforme Figura 4.17.

Figura 4.17 – Gráfico histórico com métricas das disciplinas



Fonte: Imagem do Autor

Temos à disposição um gráfico de linhas com oito métricas relacionadas aos alunos que cursaram a disciplina em cada um dos períodos temporais, tendo sido estes períodos extraídos dos históricos dos alunos, não necessariamente abrangendo toda a existência da disciplina.

Em termos de filtro podemos descartar períodos que não respeitem um número máximo e/ou mínimo de alunos além de alternar os alunos quanto sua situação perante o curso. Esta visão pode ser muito útil para avaliar a necessidade e/ou impacto de mudanças estruturais na disciplina em função do aproveitamento dos alunos. Podem, facilmente, ser incluídas e/ou substituídas métricas conforme a necessidade.

Figura 4.18 – Visualização dados sobre as disciplinas

Mostrar Grade Curricular
 Mostrar Dados sobre as Disciplinas
 Mostrar Aproveitamento das Disciplinas
 Mostrar Dependências
 Mostrar Liberações

Filtrar por Período: Período de Até

Modalidade de Ingresso: Vestibular Transferência Interna

Situação do Aluno: Alunos Formados Alunos Evadidos Alunos Ativos

Dados sobre as Disciplinas

Código	Nome	Créditos	Etapa	Dependências	Liberações
INF01202	ALGORÍTMOS E PROGRAMAÇÃO - CIC	6	1	0	7
MAT01353	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	6	1	0	15
FIS01181	FÍSICA I-C	6	1	0	9
INF01107	INTRODUÇÃO À ARQUITETURA DE COMPUTADORES	4	1	0	10
ENG04009	INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	2	1	0	0
MAT01375	MATEMÁTICA DISCRETA B	4	1	0	8
MAT01355	ÁLGEBRA LINEAR I - A	4	2	1	6
INF01108	ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES I	4	2	1	9
MAT01354	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	6	2	1	9
INF01203	ESTRUTURAS DE DADOS	4	2	1	6

Fonte: Imagem do Autor

Pode ser observado na Figura 4.18 a visualização ‘Dados sobre as Disciplinas’, onde temos uma forma prática de visualizar os dados das disciplinas carregadas atualmente no sistema, juntamente com uma análise numérica de quantas ela depende e quantas dependem dela.

Figura 4.19 – Visualização aproveitamento das disciplinas

The screenshot shows a web interface for course performance analysis. At the top, there are several filter options: 'Mostrar Grade Curricular', 'Mostrar Dados sobre as Disciplinas', 'Mostrar Aproveitamento das Disciplinas' (which is selected), 'Mostrar Dependências', and 'Mostrar Liberações'. Below these are filters for 'Filtrar por Período' (with 'Início' and 'Até' dropdowns), 'Modalidade de Ingresso' (with 'Vestibular' and 'Transferência Interna' selected), and 'Situação do Aluno' (with 'Alunos Formados', 'Alunos Evadidos', and 'Alunos Ativos' selected). The main content is a table titled 'Aproveitamento das Disciplinas' with the following data:

Código	Nome	Reprov. 1X	Reprov. 2X +	Conc. A	Conc. B	Conc. C	Conc. FF
INF01202	ALGORÍTMOS E PROGRAMAÇÃO - CIC	74	31	278	170	163	46
MAT01353	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	81	43	157	186	273	37
FIS01181	FÍSICA I-C	121	51	112	177	295	40
INF01107	INTRODUÇÃO À ARQUITETURA DE COMPUTADORES	60	17	230	257	158	36
ENG04009	INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	5	4	302	121	29	16
MAT01375	MATEMÁTICA DISCRETA B	93	41	133	208	264	43
MAT01355	ÁLGEBRA LINEAR I - A	88	28	128	201	239	44
INF01108	ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES I	32	12	245	193	130	22
MAT01354	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	65	25	134	202	242	40
INF01203	ESTRUTURAS DE DADOS	27	7	229	182	141	19
FIS01182	FÍSICA GERAL - ELETROMAGNETISMO	77	26	97	162	278	48

Fonte: Imagem do Autor

Já na Visualização “Aproveitamento das Disciplinas”, Figura 4.19, é possível obter um entendimento maior em relação aos resultados que os alunos obtêm em cada disciplina.

Quando selecionados apenas os alunos evadidos é possível compreender as disciplinas que causaram maiores dificuldades.

A opção “Filtrar por Período” também é capaz de proporcionar resultados mais claros, podendo ser utilizado para desconsiderar dados muito antigos, focando a atenção nos resultados que os alunos têm obtido nos semestres mais recentes.

As visualizações de ‘Dependências’ e de ‘Liberações’ presentes na Figura 4.20, são utilizadas para consultar rapidamente quais são as dependências e liberações recursivas de determinada disciplina. Pode ser utilizado para validar as informações de disciplina inseridas no sistema, para garantir que as mesmas estejam de acordo com a realidade.

No futuro pode ser reestruturada para mostrar essas informações em formato de gráfico para melhor visualização, tornando-se complementar à ‘Grade Curricular’.

Figura 4.20 – Análises de dependências e liberações

Análise das Dependências	Análise das Liberações
<p>INF01202 - ALGORÍTMOS E PROGRAMAÇÃO - CIC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não Existem Dependências <p>MAT01353 - CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não Existem Dependências <p>FIS01181 - FÍSICA I-C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não Existem Dependências <p>INF01107 - INTRODUÇÃO À ARQUITETURA DE COMPUTADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não Existem Dependências <p>ENG04009 - INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não Existem Dependências <p>MAT01375 - MATEMÁTICA DISCRETA B</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não Existem Dependências <p>MAT01355 - ÁLGEBRA LINEAR I - A</p> <p>Depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A <p>INF01108 - ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES I</p> <p>Depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • INTRODUÇÃO À ARQUITETURA DE COMPUTADORES <p>MAT01354 - CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A</p> <p>Depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A <p>INF01203 - ESTRUTURAS DE DADOS</p> <p>Depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ALGORÍTMOS E PROGRAMAÇÃO - CIC <p>FIS01182 - FÍSICA GERAL - ELETROMAGNETISMO</p> <p>Depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • FÍSICA I-C • CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A <p>INF05508 - LÓGICA PARA COMPUTAÇÃO</p> <p>Depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MATEMÁTICA DISCRETA B <p>INF01112 - ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES II</p> <p>Depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • INTRODUÇÃO À ARQUITETURA DE COMPUTADORES • ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES I <p>INF01058 - CIRCUITOS DIGITAIS</p>	<p>INF01202 - ALGORÍTMOS E PROGRAMAÇÃO - CIC</p> <p>Libera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ESTRUTURAS DE DADOS • CLASSIFICAÇÃO E PESQUISA DE DADOS • TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO DE PROGRAMAS • ENGENHARIA DE SOFTWARE N • SISTEMAS OPERACIONAIS I N • REDES DE COMPUTADORES N • SISTEMAS OPERACIONAIS II N <p>MAT01353 - CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A</p> <p>Libera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ÁLGEBRA LINEAR I - A • CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A • FÍSICA GERAL - ELETROMAGNETISMO • CIRCUITOS ELÉTRICOS I - C • EQUAÇÕES DIFERENCIAIS II • FÍSICA III-C • CIRCUITOS ELÉTRICOS II - C • MATEMÁTICA APLICADA II • PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA • ELETRÔNICA FUNDAMENTAL I - B • LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS • TEORIA ELETROMAGNÉTICA E ONDAS • LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA • MICROCONTROLADORES • REDES DE COMPUTADORES N <p>FIS01181 - FÍSICA I-C</p> <p>Libera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • FÍSICA GERAL - ELETROMAGNETISMO • CIRCUITOS ELÉTRICOS I - C • FÍSICA III-C • CIRCUITOS ELÉTRICOS II - C • ELETRÔNICA FUNDAMENTAL I - B • LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS • TEORIA ELETROMAGNÉTICA E ONDAS • LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA • MICROCONTROLADORES <p>INF01107 - INTRODUÇÃO À ARQUITETURA DE COMPUTADORES</p> <p>Libera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES I • ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES II

Fonte: Imagem do Autor

5 CONCLUSÃO E POSSÍVEIS EXTENSÕES DA FERRAMENTA

As universidades brasileiras enfrentam hoje índices de evasão que colocam em risco o direito à educação. Tendo em vista esta situação, no presente trabalho foi proposta uma ferramenta computacional capaz de auxiliar na gestão dos cursos de graduação, com foco em acompanhar a evolução dos alunos matriculados. Através da medição dos resultados a cada semestre do conjunto de alunos e deles individualmente buscou-se equipar as comissões de graduação com dados e visualizações, auxiliando na identificação de alunos e disciplinas que necessitem de intervenção pedagógica.

Visando a construção de tabelas, gráficos e relatórios foram obtidos junto à COMGRAD do curso de Engenharia da Computação da UFRGS e do CPD arquivos contendo amostra históricos escolares previamente anonimizados dos estudantes deste curso. Os dados foram divididos em três grupos: 393 alunos egressos, 189 ativos e 212 evadidos.

Tendo como base os dados estáticos e históricos recebidos, foi concebida e implementada ferramenta computacional que auxilie na gestão dos cursos de graduação da Universidade. Foram propostas duas formas diferentes de analisar o mesmo conjunto de dados, sendo a primeira uma análise baseada na evolução dos alunos e a segunda com um olhar atento na evolução de métricas relacionadas às disciplinas.

A ferramenta foi concebida de forma a ser independente de conexão com a internet, de forma que seja possível uma execução local e independente, tendo apenas como pré-requisito um computador e históricos escolares dos alunos de um determinado curso. Além disso foi tomado cuidado para que seja de fácil manutenção, modificação e para que seja fácil expandir suas funcionalidades.

Importante ressaltar que a ferramenta está em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei Nº 13.853, de 2019) não possuindo nenhuma divulgação de dados, tratando-se de um instrumento para tratamento de dados, que podem ser anonimizados, com o fim de gestão interna de órgão público.

Através da elaboração de estudo de caso foi possível confirmar a viabilidade de construir ferramenta que tendo por base dados já existentes no âmbito da universidade contribua para o acompanhamento dos alunos através de diversas métricas.

A ferramenta proposta em sua versão atual encontra-se estável, funcional e podendo ser aprimorada conforme necessidade por ser pública, possuir código aberto e estar disponível em repositório online descrito no Apêndice A deste documento.

Em um primeiro momento a forma mais prática e direta de expandir este trabalho é a implementação de novas métricas de interesse, segundo o que se deseja saber sobre alunos e/ou disciplinas e que facilitem no entendimento do contexto geral do curso.

Uma evolução natural do trabalho seria a inclusão da análise das disciplinas com base nos alunos ativos de forma a garantir uma visão geral do curso, baseado no número de alunos que cursaram, cursam e podem cursar cada disciplina, de forma a permitir uma alocação racional dos professores, vagas, salas de aula e laboratórios.

Uma extensão que poderá ser adicionada é a introdução do conceito de relatórios que sintetizem, através de indicadores, os dados já presentes no sistema e elaborem documentos formais capazes de sintetizar, padronizar e facilitar o entendimento dos gráficos, através de métricas de interesse, inclusive com a introdução de um sistema de alertas.

Por fim, é importante salientar que este trabalho é parte de uma iniciativa de construir um conjunto de ferramentas de auxílio à gestão da Universidade. Conforme já explicitado há vários aspectos a expandir, como a inclusão de novas métricas de interesse, indicadores, novos gráficos além dos já mencionados relatórios.

REFERÊNCIAS

CASIMIRO, Arilthon. **A evasão universitária na UnB: uma pesquisa nos cursos de Licenciatura em Ciências Naturais diurno e noturno da Faculdade UnB de Planaltina – FUP no período de 2013 a 2017**. Brasília, 2020. Disponível em maio de 2021 em https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/38232/1/2019_ArilthonRomuloCavalcanteCasimiro.pdf

CAVALHEIRO, Daniela. **Visualização de dados quantitativos como apoio à análise de desempenho de alunos de graduação da UFRGS**. Porto Alegre, 2018. Disponível em maio/2021 em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/175037>.

LOBO, Maria Beatriz de Carvalho Melo. Panorama da evasão no ensino superior brasileiro: aspectos gerais das causas e soluções. In **ABMES Caderno 25: Evasão no Ensino Superior**. Brasília, 2012. Disponível em abril/2021 em <https://abmes.org.br/arquivos/publicacoes/Cadernos25.pdf>.

TURING, Alan Mathison. **I-COMPUTING MACHINERY AND INTELIGENCE**, Mind, Volume LIX, Issue 236, October 1950, Pages 433-460 Disponível em abril/2021 em <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>

PAINEL DE DADOS. Portal Painel de Dados da UFRGS. Disponível em: <https://www1.ufrgs.br/paineldedados/base/index>. Acesso em 03 jun. 2021.

UFRGS EM NÚMEROS. Portal UFRGS em números. Disponível em: https://www1.ufrgs.br/paineldedados/ufrgs_numeros.html. Acesso em 03 jun. 2021.

MYSQL. MySql Documentation. Disponível em: <https://dev.mysql.com/doc>. Acesso em 18 abr. 2021.

PHP. Manual do PHP. Disponível em: https://www.php.net/manual/pt_BR/. Acesso em 21 abr. 2021.

PDO. PHP Data Objects. Disponível em: https://www.php.net/manual/pt_BR/book.pdo.php. Acesso em 30 abr. 2021.

XAMPP. O que é XAMPP? Disponível em: https://www.apachefriends.org/pt_br/index.html/. Acesso em 23 abr. 2021.

JAVASCRIPT. MDN Web Docs JavaScript. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript/>. Acesso em 13 mar. 2021.

VUE. Vue.js o Framework Javascript Progressivo. Disponível em: <https://br.vuejs.org/v2/guide/>. Acesso em 16 mar. 2021.

CHARTJS. Documentação Chart.js. Disponível em: <https://www.chartjs.org/docs/latest/>. Acesso em 12 abr. 2021.

GLOSSÁRIO

APACHE	Servidor Web de código aberto
MySQL	Banco de dados relacional de código aberto
PDO	Extensão PHP que abstrai conexão com diferentes bancos de dados.
VUE	Vue.js - framework Javascript para construção de interfaces
XAMPP	Ambiente de desenvolvimento PHP, que inclui APACHE e MySQL

APÊNDICE A – CÓDIGO FONTE

O código fonte desenvolvido durante a execução deste projeto está disponível no link: <https://github.com/NicolasCendron/Ferramenta-Computacional-de-Auxilio-a-Gestao-de-Curso-de-Graduacao>

A ferramenta é livre para todos interessados em conhecer, utilizar, manter, modificar e expandir o código em caráter irrevogável a partir da publicação deste trabalho.