

MATEUS DO NASCIMENTO MAGALHÃES DA SILVA

FABRICIO ALMEIDA DA SILVA NUNES

**BIG DATA ANALYTICS E DATA-DRIVEN-DESIGN NA EDUCAÇÃO: ANÁLISE DO DESEMPENHO E DOS DADOS SOCIOECONÔMICOS DOS PARTICIPANTES DO ENEM 2019 ATRAVÉS DA MINERAÇÃO DE DADOS E BUSINESS INTELLIGENCE**

RIO DE JANEIRO

2021

MATEUS DO NASCIMENTO MAGALHÃES DA SILVA

FABRICIO ALMEIDA DA SILVA NUNES

**BIG DATA ANALYTICS E DATA-DRIVEN-DESIGN NA EDUCAÇÃO: ANÁLISE DO DESEMPENHO E DOS DADOS SOCIOECONÔMICOS DOS PARTICIPANTES DO ENEM 2019 ATRAVÉS DA MINERAÇÃO DE DADOS E BUSINESS INTELLIGENCE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário Carioca (Unicarioca), como requisito exigido parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador(a): Prof.ª Daisy Cristine Albuquerque da Silva, M.Sc.

RIO DE JANEIRO

2021

MATEUS DO NASCIMENTO MAGALHÃES DA SILVA

FABRICIO ALMEIDA DA SILVA NUNES

**TEMA:** BIG DATA ANALYTICS E DATA-DRIVEN-DESIGN NA EDUCAÇÃO: ANÁLISE DO DESEMPENHO E DOS DADOS SOCIOECONÔMICOS DOS PARTICIPANTES DO ENEM 2019 ATRAVÉS DA MINERAÇÃO DE DADOS E BUSINESS INTELLIGENCE

**Banca Examinadora**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Daisy Cristine Albuquerque da Silva, M. Sc – Orientadora

Centro Universitário Carioca

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. André Luiz Avelino Sobral, M. Sc - Coordenador

Centro Universitário Carioca

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Manuel Martins Filho, D. Sc - Professor Convidado

Centro Universitário Carioca

**2021**

**AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, а Deus, qυе fez com que os nossos objetivos fossem alcançados, durante todos os nossos anos de estudos.

A nossa família, por nos apoiar e estar ao nosso lado neste momento atribulado e de esforço intensificado na reta final da formação.

À nossa orientadora Daisy Albuquerque, por prover todo suporte e elucidar os caminhos nas dificuldades

Ao professor Manuel Martins e à professora Catiúscia Borges, por nos propiciar a base matemática e fomentar nossa visão estatística crucial para que este trabalho se desenvolvesse

A todo o corpo docente da Unicarioca e toda sua contribuição que convergiu nas bases técnicas para realizarmos este projeto

Aos licenciados em letras Matheus Queiroz e Rovoalni Mendes, por apoiar com afinco a avaliação diagnóstica presente neste trabalho

Ao assistente social Damião Santos, por apoiar na interpretação dos resultados obtidos e participar da análise diagnóstica dos dados

Ao arquiteto de Cloud Adam Marczak, por disponibilizar vastos e ricos materiais gratuitos e abertos de orientação e treinamento sobre uso dos serviços da Azure e computação em nuvem da Microsoft

Ao Luís Renato de Souza, por providenciar tutoriais e treinamentos introdutórios sobre análise de big data e tecnologias analíticas em nuvem na plataforma Azure.

Ao Luan Moreno, por suas orientações técnicas e teóricas sobre engenharia e ciência de dados em big data, com foco também em tecnologias em nuvem da Microsoft

A todos os educadores e assistentes sociais que nos apoiaram ao dedicar minutos do seu tempo para responder nossos questionários de pesquisa, com foco em entender como usar dados para extrair conhecimento sobre avaliação pedagógica e desempenho escolar

Ao portal Radacad e o site Datacamp, por fornecerem treinamentos, artigos técnicos e projetos de aprendizado das técnicas de ciência e análise de dados

Ao canal de vídeos Planilheiros, por seus treinamentos específicos sobre tecnologias de análise de dados da Microsoft

Aos nossos amigos que estudam na mesma universidade, que nos apoiaram e nos ajudaram muito nessa caminhada.

**DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho a todos os profissionais de educação. Todos os esforços concentrados aqui são para empoderamento tecnológico a esses profissionais em suas tomadas de decisão que visem melhoria nos processos de métodos educativos.

Este trabalho dedica-se também a todos estes alunos que, em alguma medida, são vitimados pelo descaso público e desequilíbrio socioeconômico que os limite na busca por suas potencialidades.

**RESUMO**

O presente trabalho utiliza a arquitetura moderna de business intelligence e engenharia de grandes volumes de dados para realizar análise de dados ad-hoc e técnicas de mineração de dados com foco no levantamento estatístico de dados sociais, econômicos e de desempenho dos participantes do exame nacional do ensino médio (ENEM) no ano de 2019. O fluxo de ETL e a modelagem de um RDM permitiram aplicar o algoritmo de descoberta de regras de associação para definir a correlação e o grau probabilístico de causalidade entre variáveis correspondentes a informações pessoais, as provenientes do questionário socioeconômico e as que correspondem ao desempenho dos participantes nas cinco áreas de conhecimento e na redação e suas competências. O conjunto de dados modelado também possibilitou a análise de dados ad-hoc para levantamento estatístico do perfil dos participantes.

**Palavras chaves**: Mega dados, ETL & ELT, Mineração de dados educacionais, DBCD, Apriori, Regras de associação, Análise de dados, Power BI, Consulta Ad-hoc, Inteligência de negócio, Lago de dados, Mercado de dados, Armazém de dados, ENEM, INEP, Computação em nuvem, OLAP, Linguagem R, Power Query, DAX, Analysis Services, Azure, SQL Server, Banco de dados.

**ABSTRACT**

The current study utilizes the modern business intelligence architecture and engineering of big volumes of data to carry ad-hoc data analysis and data mining techniques focused on the statistical survey of social, economic and performance data of the participants of the National High School Exam (ENEM) in 2019. The ETL flow and the modeling of a RDM allowed applying the association rule discovery algorithm to define the correlation and the probabilistic degree of causality between variables corresponding to personal information, those from the socioeconomic questionnaire, and those corresponding to the participants performance in the five knowledge areas and in the essay and its competencies. The modeled dataset also enabled ad-hoc data analysis to statistically survey the participant's profile.

**Keyword**: Big data, ETL & ELT, Educational data mining, KDD, Apriori, Association rules, Data analysis, Power BI, Ad-hoc query, Business intelligence, Data Lake, Data mart, Data warehouse, ENEM, INEP, Cloud computing, OLAP, R Language, Power Query, DAX, Analysis Services, Azure, SQL Server, Database.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

[Figura 1 - Limitação da versão licenciada expressa do SQL Server 29](#_Toc74422417)

[Figura 2 - Backup do banco EnemRDM 30](#_Toc74422418)

[Figura 3 -Restauração com sobrescrita do banco EnemLinkedServerSQL 30](#_Toc74422419)

[Figura 4 - Arquivos do banco de dados restaurado EnemLinkedServerSQL 31](#_Toc74422420)

[Figura 5 - Script de esvaziamento dos logs de transações no banco 31](#_Toc74422421)

[Figura 6 - Banco de dados restaurado EnemLinkedServerSQL com a tabela fato e algumas de suas colunas 32](#_Toc74422422)

[Figura 7 - Gráfico de linha contendo análise de tempo de interesse sobre fogão, ar-condicionado, aquecedor e ferro de passar. 34](#_Toc74422423)

[Figura 8 - Gráfico de linha contendo análise de tempo de interesse sobre geladeira, freezer, máquina de lavar louça, secadora de roupas e forno de micro-ondas. 35](#_Toc74422424)

[Figura 9 - Gráfico de linha contendo análise de tempo de interesse sobre o aspirado de pó e sobre a lavadora de roupas. 35](#_Toc74422425)

[Figura 10 - Informações da coluna de status de redação. 37](#_Toc74422426)

[Figura 11 - Gastos da assinatura gratuita para usuário comum 38](#_Toc74422427)

[Figura 12 - Gastos do usuário 1 da assinatura para estudante 38](#_Toc74422428)

[Figura 13 - Gastos do usuário 2 na assinatura para estudante 39](#_Toc74422429)

[Figura 14 - Gasto dos recursos do Data Lake do usuário 2 41](#_Toc74422430)

[Figura 15 - Gasto dos recursos do SQL do Azure do usuário 1 43](#_Toc74422431)

[Figura 16 - Gastos do Analysis Services, Recuso B1 44](#_Toc74422432)

[Figura 17 - Gastos dos recursos do Data Factory da assinatura de estudante do usuário 1 45](#_Toc74422433)

[Figura 18 - Gastos por recursos 45](#_Toc74422434)

[Figura 19 - Diagrama Entidade Relacionamento de sistema de imobiliária 65](#_Toc74422435)

[Figura 20 - Esquema Estrela (Star Schema) 66](#_Toc74422436)

[Figura 21 - Esquema flocos de neve (Snowflake Schema) 67](#_Toc74422437)

[Figura 22 - Ciência de dados no contexto dos diversos processos relacionados a dados na organização. 72](#_Toc74422438)

[Figura 23 - A pirâmide de conhecimento 73](#_Toc74422439)

[Figura 24 - Ilustração dos atributos da técnica de regras de associação 79](#_Toc74422440)

[Figura 25 - Painel de tarefas do Planner ou Tasks Office 101](#_Toc74422441)

[Figura 26 - Gráficos do Planner 102](#_Toc74422442)

[Figura 27 - Agenda do Planner 102](#_Toc74422443)

[Figura 28 - Organização das tarefas no Planner 103](#_Toc74422444)

[Figura 29 - Questionários feitos no Microsoft Forms 103](#_Toc74422445)

[Figura 30 - Diretório de arquivos do Data Lake da Azure 105](#_Toc74422446)

[Figura 31 - Pasta do Data Lake TransformedRDW 105](#_Toc74422447)

[Figura 32 - Pasta do Data Lake TransformedRDW 106](#_Toc74422448)

[Figura 33 - Pasta do Data Lake TransformedRDW - tabelas dimensões 106](#_Toc74422449)

[Figura 34 - Configuração dos pipelines para o Azure SQL DB 106](#_Toc74422450)

[Figura 35 - Configuração do Data Factory na Azure 107](#_Toc74422451)

[Figura 36 - Integração do MSSQL da Azure 107](#_Toc74422452)

[Figura 37 - Relacionamento entre as tabelas do banco de dados 108](#_Toc74422453)

[Figura 38 - Conexão do Data Lake com Servidor SQL 108](#_Toc74422454)

[Figura 39 - Propriedades do pipeline de cópia de dados do DL para o SQL Server usando o ADF versão 2 109](#_Toc74422455)

[Figura 40 - Propriedades de formatação dos dados do pipeline ADF 109](#_Toc74422456)

[Figura 41 - Propriedades da transferência e compatibilização dos dados entre fonte e destino. No exemplo estão as variáveis NU\_INSCRICAO e NU\_NOTA\_COMP2 110](#_Toc74422457)

[Figura 42 - Propriedades da transferência e compatibilização dos dados entre fonte e destino. No exemplo estão as variáveis NU\_NOTA\_MT e NU\_NOTA\_REDACAO 110](#_Toc74422458)

[Figura 43 - Relacionamento entra as tabelas do banco de dados transformado 111](#_Toc74422459)

[Figura 44 - Tabela de quantidade de inscritos segmentados pelo item cor e raça 112](#_Toc74422460)

[Figura 45 - Configuração de dados de uma coluna 113](#_Toc74422461)

[Figura 46 - Tabela utilizando filtragem de dados 113](#_Toc74422462)

[Figura 47 - Filtragem de dados de uma coluna no Power BI 114](#_Toc74422463)

[Figura 48 -Tabela de média das notas da redação por faixa de idade 114](#_Toc74422464)

[Figura 49 - Configuração do Power BI para a definição da operação de média 115](#_Toc74422465)

[Figura 50 - Tabela de porcentagem das faixas das notas da prova objetiva aplicada a gênero feminino 115](#_Toc74422466)

[Figura 51 - Gráfico e colunas que mostra a comparação de totais de inscritos para cada região do Brasil 116](#_Toc74422467)

[Figura 52 - Mapa de arvore exibindo uma comparação entre a quantidade de inscritos de distintos sexos e suas respectivas faixas notas 117](#_Toc74422468)

[Figura 53 - Gráfico de cascata que exibi as distribuições da proporção das quantidades de celulares que há na residência dos inscritos 118](#_Toc74422469)

[Figura 54 - Visualização de funil das informações das faixas de idade com a nota média da redação. 118](#_Toc74422470)

[Figura 55 - Gráfico de pizza exibindo a média da nota da redação segmentado pelo estado civil dos participantes do exame 119](#_Toc74422471)

[Figura 56 - Gráfico de rosca exibindo a média da nota da redação segmentado pelo estado civil dos participantes do exame 119](#_Toc74422472)

[Figura 57 -Tabela comparativa sobre DVD e TV por assinatura junto da média da nota da redação 120](#_Toc74422473)

[Figura 58 - Média de notas da redação distribuídas por cidades do Brasil. 120](#_Toc74422474)

[Figura 59 - Visualização de cartão, destacando o número de inscritos no exame 121](#_Toc74422475)

[Figura 60 - Segmentação dos gráficos que contêm as informações de nota da redação 122](#_Toc74422476)

[Figura 61 - Segmentação com a opção trocada e a interação dos visuais 122](#_Toc74422477)

[Figura 62 - Gráfico de árvore hierárquica com os dados dos participantes solteiros, brancos, brasileiros com faixa de nota entre 400 até 600 pontos na prova objetiva, mensurando pela quantidade de inscrito por atributos 123](#_Toc74422478)

[Figura 63 - Primeiro questionário 124](#_Toc74422479)

[Figura 64 - Segundo questionário 125](#_Toc74422480)

[Figura 65 - Pré-processamento – Tratamento de redundâncias - Estado Civil 128](#_Toc74422481)

[Figura 66 - Pré-processamento – Tratamento de redundâncias - Cor ou raça 128](#_Toc74422482)

[Figura 67 - Pré-processamento – Tratamento de redundâncias - Questionários Socioeconômicos 129](#_Toc74422483)

[Figura 68 - Transformação - Cálculo de média das notas 130](#_Toc74422484)

[Figura 69 - Transformação - Tratamento de nulos – Idade - 2 130](#_Toc74422485)

[Figura 70 - Base de dados transformada - Classificação de discretos – Idade - 1 131](#_Toc74422486)

[Figura 71 - base de dados transformada - Classificação de discretos – Idade - 2 131](#_Toc74422487)

[Figura 72 - Leitura de transações e remoção de cabeçalhos do arquivo contendo questionários de situação familiar 132](#_Toc74422488)

[Figura 73 - Base de dados transformada - 2 133](#_Toc74422489)

[Figura 74 - base de dados transformada - 1 134](#_Toc74422490)

[Figura 75 - Base de dados transformada - 2 134](#_Toc74422491)

[Figura 76 - Documentos CSVs de consultas para os casos de uso 135](#_Toc74422492)

[Figura 77 - Leitura e geração de regras dos casos de uso de questionários socioeconômicos 137](#_Toc74422493)

[Figura 78 - Leitura e geração de regras dos casos de uso de informações pessoais, da prova, do ensino médio e de localidade 137](#_Toc74422494)

[Figura 79 - Regras de associação lidas dos arquivos de transação a partir dos conjuntos de dados CSV 138](#_Toc74422495)

[Figura 80 - Exemplo de um data frame criado para busca e exibição detalhada de todas as regras de associação de cada cenário de análise 139](#_Toc74422496)

[Figura 81 - Alteração da codificação das tabelas 143](#_Toc74422497)

[Figura 82 - Transformação das colunas sobre o a nacionalidade dos participantes. 144](#_Toc74422498)

[Figura 83 - Adicionando uma coluna condicional 144](#_Toc74422499)

[Figura 84 - Distribuição por faixa da tabela Info\_Pessoal 145](#_Toc74422500)

[Figura 85 - Criação da coluna condicional para a faixa de idade na tabela Info\_Pessoal 145](#_Toc74422501)

[Figura 86 - Colunas das tabelas de inclusão 146](#_Toc74422502)

[Figura 87 - Adicionando coluna condicional a partir das colunas sobre a utilização de recursos 147](#_Toc74422503)

[Figura 88 - Configuração de conexão do Analysis Services com o Visual Studio 147](#_Toc74422504)

[Figura 89 - Painel do Analysis Services da Azure com a opção de baixar o arquivo 148](#_Toc74422505)

[Figura 90 - Painel do Power BI 148](#_Toc74422506)

[Figura 91 - Quantidade de inscritos por faixa da média nota da prova objetiva 149](#_Toc74422507)

[Figura 92 - Gráfico de colunas onde exibe a quantidade de inscritos por regiões do Brasil, situando as suas respectivas residências 150](#_Toc74422508)

[Figura 93 - Distribuição da renda familiar pela quantidade de inscritos 151](#_Toc74422509)

[Figura 94 - Gráfico de barras que mostra a comparação dos inscritos com a situação do ensino médio 151](#_Toc74422510)

[Figura 95 - Gráfico de rosca exibindo a diferença de quantidade de inscritos que solicitaram atendimento específico 152](#_Toc74422511)

[Figura 96 - Caso de uso - Informações pessoais 153](#_Toc74422512)

[Figura 97 - Caso de uso - Informações pessoais - 2 154](#_Toc74422513)

[Figura 98 - Caso de uso - Situação familiar - 1 154](#_Toc74422514)

[Figura 99 - Caso de uso - Situação familiar - 2 155](#_Toc74422515)

[Figura 100 - Caso de uso - Situação familiar - 3 155](#_Toc74422516)

[Figura 101 - Caso de uso - Situação doméstica 156](#_Toc74422517)

[Figura 102 - Caso de uso - Multimídia e telecomunicação 156](#_Toc74422518)

[Figura 103 - Caso de uso - Eletrodomésticos 157](#_Toc74422519)

[Figura 104 - Caso de uso - Situação do ensino médio 157](#_Toc74422520)

[Figura 105 - Caso de uso - Situação do ensino médio - 2 158](#_Toc74422521)

[Figura 106 - Caso de uso - Informações da prova 158](#_Toc74422522)

[Figura 107 - Caso de uso - Localidade 158](#_Toc74422523)

[Figura 108 - Gráfico de árvore que analise a quantidade de inscritos para os quesitos de faixa de nota da redação, região de estado de onde realizou a prova e faixa da média da prova objetiva. 159](#_Toc74422524)

[Figura 109 - Gráfico de árvore hierárquica exibindo o desenvolvimento de um participante através de seus atributos 160](#_Toc74422525)

[Figura 110 - Gráfico de Pareto, para comparar as regiões e as notas dos participantes 161](#_Toc74422526)

[Figura 111 - Gráfico de Pareto exibindo uma comparação entre as rendas familiares e as aplicando as médias da nota redação a quantidade de pessoas por residência. 162](#_Toc74422527)

[Figura 112 - Média da nota da redação por quantidade de pessoas. 163](#_Toc74422528)

[Figura 113 - Comparação da média da nota da redação por quantidade de carros na residência 163](#_Toc74422529)

[Figura 114 - Média da redação mediante a ter empregadas na residência 164](#_Toc74422530)

[Figura 115 - Gráfico de arvore hierárquica que demonstra o caminho percorrido e aplicando a quantidade de participantes que está correlacionado a cada atributo 166](#_Toc74422531)

[Figura 116 - Gráfico de arvore hierárquica que demostra o caminho percorrido e aplica a média da redação para cada atributo correlacionado. 166](#_Toc74422532)

[Figura 117 - Gráfico de Pareto comparando a média das notas da redação dos participantes e simultaneamente verificando os participantes que possuem computador e internet 168](#_Toc74422533)

**LISTA DE TABELAS**

[Tabela 1 - Classificação dos eletrométricos pontuas através do Google Trends 37](#_Toc74422412)

[Tabela 2 - Pós-pago 40](#_Toc74422413)

[Tabela 3 - Pacotes de compromisso mensal 41](#_Toc74422414)

[Tabela 4 - Transição de dados 41](#_Toc74422415)

[Tabela 5 - Preço Analysis Services 45](#_Toc74422416)

**LISTA DE ABRIVEATURA E SIGLAS**

AAR - Apriori Association Rules

AAS – Azure Analysis Services

ADF - Azure Data Factory

ADLS – Azure Data Lake Storage

API – Application Program Interface

ARM – Association Rule Mining

BD – Big Data

BDA – Big Data Analytics

BI - Business Intelligence

BPC - Benefício de prestação continuada

CORS - Cross-Origin Resource Sharing

CRAN – Comprehensive R Archive Network

CRM - Customer Relationship Management

CSV - Comma-separated-values

DAAS - Development as a Service

DAX – Data Analysis Expressions

DB – Data Base

DCBD – Descoberta de conhecimento em bancos de dados.

DCL - Data Control Language

DDD – Data-Driven Design

DDL - Data Definition Language

DER - DIAGRAMA ENTIDADE-RELACIONAMENTO

DIKW– Data Information Knowledge Wisdom

DL – Data Lake

DM- Data Mining

DML - Data manipulation language

DQL - Data Query Language

DRA – Descoberta de Regras de Associação

DTL - Data Transaction Language

DW - Data Warehouse

ELT – Extract Load Transform

ENADE - Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

ENCCEJA - Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

ENEM PPL - Exame Nacional do Ensino Médio para Pessoas Privadas de Liberdade

ERP - Enterprise Resourse Planning

ETL – Extract Transform Load

FIES - Fundo de Financiamento Estudantil

FTP - File Transfers Protocols

IA - Inteligencia Artificial

IAAS – Infrastructure as a Service

IDE - Integrated Development Environment

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

JSON - JavaScript Object Notation

KDD – Knowledge Discovery in Databases

LS – Linked Server

MDW - MODERN DATAWAREHOUSE

MEC - Ministério da Educação

MER - modelo e diagrama entidade-relacionamento

MOLAP - Multidimensional On-line Analytical Processing

MSSQL - Microsoft Sql Server

NoSQL - Not Only SQL

OLAP – On-line Analytical Processing

OLTP – On-line Transaction Processing

PAAS – Plataform as a Service

P-FIES - Programa de Financiamento Estudantil

PISA - Programme for International Student Assessment

QPU - Quantum Processing Unit

RDM - Relation data mart

REST - Representational State Transfer

ROLAP - Relacional Online Analytical Processing

SAAS – Software as a Service

SFM - snow flake

SISU - Sistema de Seleção Unificada

SISUTEC - Sistema de Sistema de Seleção Unificada da Educação Profissional e Tecnológica

SLT – Standart Template Library

SO - Sistema operacional

SQL – Structured Query Language

SSH - Security ShelL Protocol

SSIS - SQL Server Integration Services

SSM - star schema

SSMS - SQL Server Management Studio

TDW - Tradicional da data warehouses

TI - Tecnologia da informação

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

T-SQL - Transact-SQL

UF - Unidade federativa

WEKA - Waikato Environment for Knowledge Analysis

**SUMÁRIO**

[1 INTRODUÇÃO 23](#_Toc74603341)

[1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA 24](#_Toc74603342)

[1.1.1 OBJETIVO GERAL 25](#_Toc74603343)

[1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 26](#_Toc74603344)

[1.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DO TRABALHO 27](#_Toc74603345)

[1.2.1 IDEIA INICIAL 27](#_Toc74603346)

[1.2.2 LIMITAÇÕES TECNOLÓGICAS 28](#_Toc74603347)

[1.2.2.1 UNIFICAÇÃO DO OLAP E DO DATA MINING 28](#_Toc74603348)

[1.2.2.2 LIMITAÇÃO DA FERRAMENTA DE SELF-SERVICE BI (POWERBI) 28](#_Toc74603349)

[1.2.2.3 LIMITAÇÃO DO BANCO DE DADOS SQL SERVER EXPRESS 29](#_Toc74603350)

[1.2.3 LIMITAÇÕES DA BASE DE DADOS 31](#_Toc74603351)

[1.2.4 CUSTOS DE INFRAESTRUTURA 36](#_Toc74603352)

[1.2.4.1 AZURE DATA LAKE 38](#_Toc74603353)

[1.2.4.2 AZURE SQL DATA BASE 40](#_Toc74603354)

[1.2.4.3 ANALYSIS SERVICES 41](#_Toc74603355)

[1.2.4.4 DATA FACTORY 43](#_Toc74603356)

[1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA 44](#_Toc74603357)

[1.5 STACK DE TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS ESCOLHIDAS 45](#_Toc74603358)

[1.6 ANONIMIZAÇÃO DE DADOS SENSÍVEIS E LGPD 46](#_Toc74603359)

[1.7 TRABALHOS RELACIONADOS 46](#_Toc74603360)

[2 BIG DATA, ANÁLISE DE DADOS E O ENEM 49](#_Toc74603361)

[2.1 INEP 49](#_Toc74603362)

[2.2 EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO 50](#_Toc74603363)

[2.2.1 ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO SOCIAL 51](#_Toc74603364)

[2.3 BIG DATA 52](#_Toc74603365)

[2.3.1 BIG DATA ANALYTICS 53](#_Toc74603366)

[2.5 BUSINESS INTELLIGENCE (INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIO) 53](#_Toc74603367)

[2.5.1 ARQUITETURA DE BI 54](#_Toc74603368)

[2.5.2 MODELO DE PROCESSAMENTO DE DADOS EM BANCOS DE DADOS 55](#_Toc74603369)

[2.5.2.1 OLTP 55](#_Toc74603370)

[2.5.2.2 OLAP 56](#_Toc74603371)

[2.5.3 CUBOS OLAP 56](#_Toc74603372)

[2.5.3.1 MULTIDIMENSIONAL 57](#_Toc74603373)

[2.5.3.2 TABULAR 57](#_Toc74603374)

[2.6 MODELO DE ARMAZENAMENTO DE DADOS MASSIVOS (BIG DATA) 57](#_Toc74603375)

[2.6.1 DATA WAREHOUSES 57](#_Toc74603376)

[2.6.2 DATA MART 58](#_Toc74603377)

[2.6.3 DATA LAKE 58](#_Toc74603378)

[2.6.4 MODERN DATAWAREHOUSE(MDW) 59](#_Toc74603379)

[2.6.7 DATA-DRIVEN-DESIGN (DDD) 60](#_Toc74603380)

[2.7 ETL & ELT 60](#_Toc74603381)

[2.7.1 ELT 61](#_Toc74603382)

[2.8 MODELAGEM DE DATABASES E DATA WAREHOUSES 61](#_Toc74603383)

[2.8.1 MODELO E DIAGRAMA ENTIDADE-RELACIONAMENTO (MER / DER) 62](#_Toc74603384)

[2.8.2 MODELAGEM DE STAR SCHEMA E SNOWFLAKE 64](#_Toc74603385)

[2.9 ENGENHARIA DE DADOS E BIG DATA 65](#_Toc74603386)

[2.9.1 TIPOS DE PROCESSAMENTO DE DADOS EM PIPELINES 66](#_Toc74603387)

[2.10 ANÁLISE DE DADOS 67](#_Toc74603388)

[2.10.1 TIPOS DE ANÁLISE DE DADOS EM BIG DATA 68](#_Toc74603389)

[2.10.2 ANÁLISE DE DADOS AD HOC 68](#_Toc74603390)

[2.11 CIÊNCIA DE DADOS 69](#_Toc74603391)

[2.12 MINERAÇÃO DE DADOS 71](#_Toc74603392)

[2.12.1 A PIRÂMIDE DO CONHECIMENTO PARA MINERAÇÃO DE DADOS: HIERARQUIA DIWK 71](#_Toc74603393)

[2.12.2 KDD 73](#_Toc74603394)

[2.12.3 TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS 74](#_Toc74603395)

[2.12.3.1 TÉCNICA DE MINERAÇÃO E ALGORITMO ESCOLHIDOS 76](#_Toc74603396)

[2.12.3.1.1 DEFINIÇÃO FORMAL DO ALGORITMO DE MINERAÇÃO POR REGRAS DE ASSOCIAÇÃO (ARM) 77](#_Toc74603397)

[2.12.3.1.2 TÉCNICA E ALGORITMO ESCOLHIDO: REGRAS DE ASSOCIAÇÃO APRIORI (APRIORI ASSOCIATION RULES) 78](#_Toc74603398)

[2.13 CLOUD SERVICES (SERVIÇO EM NUVENS) 80](#_Toc74603399)

[2.13.1 SAAS 82](#_Toc74603400)

[2.13.2 IAAS 82](#_Toc74603401)

[2.13.3 PAAS 82](#_Toc74603402)

[2.14.4 DAAS 82](#_Toc74603403)

[2.14.5 CAAS 83](#_Toc74603404)

[2.14.6 EAAS 83](#_Toc74603405)

[2.14.7 SERVIÇOS ESCOLHIDOS 83](#_Toc74603406)

[2.14.7.1 AZURE 83](#_Toc74603407)

[2.14.7.2 AZURE DATA LAKE GEN1 83](#_Toc74603408)

[2.14.7.3 AZURE SQL DATABAZE 84](#_Toc74603409)

[2.14.7.4 AZURE DATA FACTORY 84](#_Toc74603410)

[2.14.7.5 AZURE ANALYSIS SERVICES 84](#_Toc74603411)

[2.15 FORMATOS DE DOCUMENTOS DE TEXTO 85](#_Toc74603412)

[2.16 VISUALIZADORES DE DADOS 85](#_Toc74603413)

[2.16.1 VISUALIZADOR ESCOLHIDO: POWER BI 87](#_Toc74603414)

[2.16.2 POWER QUERY/M LANGUAGE (MARCAÇÃO) 88](#_Toc74603415)

[2.17 LINGUAGEM PARA ANÁLISE DE DADOS 89](#_Toc74603416)

[2.17.1 DAX 89](#_Toc74603417)

[2.17.2 R LANGUAGE AND ENVIRONMENT 89](#_Toc74603418)

[2.17.2.1 CRAN 90](#_Toc74603419)

[2.17.3 SQL 90](#_Toc74603420)

[2.18 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO 92](#_Toc74603421)

[2.18.1 STORAGE EXPLORER 92](#_Toc74603422)

[2.18.2 IDES E DBMS 92](#_Toc74603423)

[2.18.2.1 VISUAL STUDIO 92](#_Toc74603424)

[2.18.2.2 SQL SERVER 93](#_Toc74603425)

[2.18.2.3 NOTEPAD ++ 93](#_Toc74603426)

[2.18.2.4 R STUDIO 93](#_Toc74603427)

[2.18.3 DBMS(SGBD) 95](#_Toc74603428)

[2.18.3.1 AZURE DATA STUDIO 95](#_Toc74603429)

[2.18.3.2 SQL SERVER MANAGEMENT STUDIO(SSMS) 95](#_Toc74603430)

[2.19 GIT E GITHUB 96](#_Toc74603431)

[3 PROJETO DE BI MODERNO COM MINERAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS PARA ESTUDO DO ENEM 2019 97](#_Toc74603432)

[3.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO OPERACIONAL 97](#_Toc74603433)

[3.1.1 GERÊNCIA DO PROJETO 99](#_Toc74603434)

[3.1.2 ENGENHARIA DE DADOS 102](#_Toc74603435)

[3.1.3 CIÊNCIA DE DADOS 109](#_Toc74603436)

[3.1.4 ANÁLISE DE DADOS 110](#_Toc74603437)

[3.1.5 VISUALIZAÇÃO DE DADOS 114](#_Toc74603438)

[3.2 ENTENDIMENTO DO NEGÓCIO 121](#_Toc74603439)

[3.2.1 QUESTIONÁRIOS PARA ENTENDIMENTO DO USO DE DADOS PEDAGÓGICOS PARA AVALIAÇÃO DE AMBIENTES EDUCACIONAIS 122](#_Toc74603440)

[3.2.2 ENTREVISTAS PARA DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO DE CONJUNTOS DE ITENS PERTINENTES PARA ASSOCIAÇÃO NO CONTEXTO DO DESEMPENHO E DOS PERFIS SOCIOECONÔMICOS DOS PARTICIPANTES DO ENEM 2019 123](#_Toc74603441)

[3.2.3 FEEDBACK PARA INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS 123](#_Toc74603442)

[3.3 KDD 124](#_Toc74603443)

[3.3.1 COLETA DE DADOS 124](#_Toc74603444)

[3.3.2 PRÉ-PROCESSAMENTO 124](#_Toc74603445)

[3.3.2.1 SELEÇÃO DOS DADOS 125](#_Toc74603446)

[3.3.2.2 LIMPEZA DE DADOS 125](#_Toc74603447)

[3.3.2.3 ELIMINAÇÃO DE REDUNDÂNCIA DOS DADOS DE VALORES IDÊNTICOS: INSERÇÃO DE IDENTIFICADOR DE CÉLULAS 125](#_Toc74603448)

[3.3.3 TRANSFORMAÇÃO 127](#_Toc74603449)

[3.3.3.1 CÁLCULO DE MÉDIA DAS NOTAS 128](#_Toc74603450)

[3.3.3.2 REMOÇÃO DE NULOS 128](#_Toc74603451)

[3.3.3.3 DISCRETIZAÇÃO DE VALORES CONTÍNUOS 129](#_Toc74603452)

[3.3.3.4 AGRUPAMENTO CLASSIFICATÓRIO DE VALORES DISCRETOS 129](#_Toc74603453)

[3.3.3.5 TRANSFORMAÇÃO TRANSACIONAL DOS ITENS 130](#_Toc74603454)

[3.3.4 MINERAÇÃO DE DADOS 130](#_Toc74603455)

[3.3.4.1 DESCRIÇÃO DO DICIONÁRIO DE DADOS PRÉ-PROCESSADOS 130](#_Toc74603456)

[3.3.5 MODELO DE DADOS PARA MINERAÇÃO 131](#_Toc74603457)

[3.3.6 GRUPOS DE ANÁLISE - CASOS DE USO 133](#_Toc74603458)

[3.3.6.1 CENÁRIO DE ANÁLISE 134](#_Toc74603459)

[3.3.7 ANÁLISE E ASSIMILAÇÃO DE RESULTADOS 137](#_Toc74603460)

[3.3.7.1 ANÁLISE DOS AGRUPAMENTOS – CASOS DE USO 138](#_Toc74603461)

[3.3.7.2 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS 138](#_Toc74603462)

[3.4 ANÁLISE DE DADOS A PARTIR NO CONJUNTO DE DADOS MODELADOS 140](#_Toc74603463)

[3.4.1 ETL 140](#_Toc74603464)

[3.4.1.1 AJUSTES DA IMPORTAÇÃO 140](#_Toc74603465)

[3.4.1.2 TRANSFORMAÇÃO DAS TABELAS 141](#_Toc74603466)

[3.4.2 ESTATÍSTICA GERAIS 147](#_Toc74603467)

[3.4.2.1 ESTATÍSTICAS DE DESEMPENHO 147](#_Toc74603468)

[3.4.2.2 ESTATÍSTICAS DAS INFORMAÇÕES PESSOAIS E GEOGRÁFICAS 147](#_Toc74603469)

[3.4.2.3 ESTATÍSTICAS DE SOCIOECONÔMICAS 148](#_Toc74603470)

[3.4.2.4 ESTATÍSTICAS DA SITUAÇÃO DE CONCLUSÃO DO ENSINO MÉDIO 149](#_Toc74603471)

[3.4.2.5 ESTATÍSTICAS DE INCLUSÃO 149](#_Toc74603472)

[4 RESULTADOS COMPARATIVOS E ANÁLISE DIAGNÓSTICA 151](#_Toc74603473)

[4.1 MINERAÇÃO DE DADOS 151](#_Toc74603474)

[4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DA MINERAÇÃO DE DADOS 157](#_Toc74603475)

[4.3 INTERPRETAÇÃO DIAGNÓSTICA DOS RESULTADOS PELOS ESPECIALISTAS EM ASSISTÊNCIA SOCIAL E EDUCAÇÃO. 159](#_Toc74603476)

[4.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES E O SEGUNDO QUESTIONÁRIO DOS ESPECIALISTAS. 165](#_Toc74603477)

[5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS 167](#_Toc74603478)

[5.1 TRABALHOS FUTUROS 170](#_Toc74603479)

# 1 INTRODUÇÃO

O ENEM atualmente passou a ser um vetor decisivo para ingressar em universidades públicas federais e, em alguns casos, estaduais, além de também permitir ingresso em instituições de ensino privadas por meio de financiamento estudantil ou programas de bolsa universitária. Além disto, permite também o ingresso no ensino técnico subsequente em instituições conveniadas. Tendo em vista este panorama, pode-se encarar o exame como sendo muito além de um levantamento do nível educacional do ensino médio no país, mas também um veículo relevante para egressos na carreira acadêmica.

Tanto se encarado como uma forma de acesso a instituições de ensino superior e técnico quando como uma avaliação de desempenho dos estudantes no fim do ciclo da educação básica, o exame nacional do ensino médio é uma ferramenta poderosa em termos de dados e informações úteis para investigar desigualdades sociais e econômicas e disparidades geográficas, geracionais, entre outros, em termos do rendimento dos participantes nas provas e na redação. Além disto, é possível estudar a situação socioeconômica dos alunos, pois ao se inscreverem na prova, realizam o preenchimento de um questionário para levantamento destes dados.

A base de dados utilizada para aplicação das técnicas analíticas neste trabalho é a base de micro dados do ENEM 2019, que pode ser extraída do portal online do INEP, que produz estes dados. A base foi baixada, extraída devidamente colocada em um repositório em nuvem de onde foi consumida para a modelagem dos dados que foi preparado para originar os conjuntos de dados para análise estatística e para aplicação da mineração de dados a partir das técnicas do KDD e do algoritmo de descoberta de regras de associação *apriori*.

O modelo arquitetado segue o projeto de um *data mart* em esquema estrela, o conjunto de dados para análise *ad-hoc* foi construído em um cubo OLAP e a mineração foi realizada após as transformações em SQL de uma tabela com mescla dos dados e o algoritmo foi aplicado a documentos textuais no formato CSV, extraídos a partir de consultas específicas que fracionam o conjunto de dados de acordo com os grupos de análise.

O trabalho que se segue possui dois objetivos. O primeiro é realizar um levantamento estatístico geral a partir da análise dos dados do tipo *ad-hoc* de caráter descritivo, para expor a estatística de todos os dados tratados segundo o objetivo analítico. O segundo é minerar os dados socioeconômicos, geográficos, pessoais, de escolaridade e do desempenho dos alunos caracterizado pela média das notas e pela nota na redação, sob a ótica do KDD em uma abordagem diagnóstica da situação do exame realizado no ano de 2019.

O trabalho aplica a arquitetura moderna de *business intelligence* em todo seu escopo, com escala reduzida. É realizada a aplicação de técnicas de engenharia de dados, para movimentação e transformação de dados entre fonte de origem e destino dos dados, conceitos e práticas de inteligência de negócios para modelar a base a ser analisada e foram contempladas as ferramentas de análise e ciência de dados, com o algoritmo de mineração, a análise *ad-hoc* e a visualização de dados.

## 1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

O presente estudo avaliará o impacto dos dados socioeconômicos no rendimento dos participantes do Exame Nacional do Ensino Médio, edição de 2019. Objetiva-se diagnosticar a relação entre os dados deles e sua performance nas provas que compõe o exame, que contempla todo conteúdo da base nacional comum curricular.

Este hiato acadêmico motivou o projeto, sendo importante ressaltar o vínculo pessoal que os autores possuem com o presente tema. Mediante aos seus preparatórios para as tentativas de ingressos as universidades. Sobretudo durante o período de pandemia, as disparidades econômicas e desigualdades sociais se acentuaram e o prejuízo a qualidade educacional será certamente de grande proporção.

Por isto, faz-se necessário aplicar análises descritivas e diagnósticas das bases de dados nacionais de educação que forem disponíveis para compreender quais variáveis impactam qualitativamente no ensino de base, através de estatística e probabilidade. Coma abordagem da análise de Big Data, é possível viabilizar tecnologias de automatização para realizar estes levantamentos.

A pesquisa irá investigar por possíveis correlações de dados socioeconômicos, da realização da prova, escolares e pessoais, e através disso entender o que acarretou tais rendimentos dos participantes. Estes dados serão agrupados a média das notas das provas e a nota geral da redação, para então aferir potenciais causalidades a partir de cada um destes grupos de análise.

Por meio do apoio de especialistas, temos como objetivo traçar linhas argumentativas de interpretação das associações entre estes fatores para então diagnosticar os perfis socioeconômicos e as possíveis causas das métricas de desempenho nas áreas de conhecimento e na redação, através da associação destas variáveis com os dados supracitados.

Toda a investigação de correlações e suas possível causalidades, bem como descrição dos elementos do exame são organizadas dentro do contexto de um projeto de inteligência de negócios modernizado, que contemple fim a fim todas as etapas de transformação de dados através da pirâmide de conhecimento. Desta forma, pode-se obter o panorama geral dos inscritos e relacionar seu desempenho com os demais dados presentes na base.

Através do levantamento destes fatores de influência no desempenho, buscamos elucidar um caminho para avaliação da qualidade do ensino médio do país fornecendo uma ferramenta de análise orientada a dados para extração de conhecimentos e produção de sabedoria acerca do ensino médio no Brasil, que apoie em tomadas de decisão por parte de organizações da área da educação e propicie orientação para pautas de políticas públicas com foco nas vulnerabilidades educacionais do país.

Por conseguinte, esperamos contribuir com o tema apontando para a desigualdade social. E com isso expor que há vários quesitos para serem levados em consideração ao rendimento de um participante.

### 1.1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a base de micro dados do Exame Nacional do ensino médio referente ao ano de 2019 para aplicação da mineração de dados através do ciclo KDD para estruturar o conhecimento contido nela e produzir sabedoria acerca de fatores sociais e econômicos que impactam o desempenho dos alunos participantes do exame, de modo a desvendar possíveis gargalos e problemas que afetam a qualidade do ensino médio no país.

Fornecer uma ferramenta analítica capaz de automatizar a extração de conhecimento a partir de bases de dados para produção de sabedoria para auxiliar tomada de decisões orientada a dados (Data Driven Design), através da estruturação operacional de uma engenharia de BD para ETL que viabilize o consumo de conjuntos de dados modelados das bases por parte de algoritmos de mineração de dados.

Modelar a base de dados ingerida no processo ETL e operar o algoritmo de descoberta de regras de associação *apriori* utilizando a linguagem R e o repositório CRAN, no ambiente de desenvolvimento integrado R Studio com o carregamento das regras em um *dataframe* para melhor visualização e criar relatórios através da aplicação Power BI desktop e online, baseada nos resultados da mineração.

Aplicar análise estatística de dados da base através da ferramenta analítica Power BI com a camada semântica de ETL em um cubo de processamento analítico on-line na plataforma como serviço em nuvem AAS, a fim de extrair informações da base de dados que norteiem a seleção das regras de associação com foco no escopo de pesquisa, que é socioeconômico e pedagógico.

A interpretação dos resultados e a avaliação das regras de associação mineradas foram feitas com apoio e parecer técnico dos especialistas em educação, pedagogia e assistência social, através das regras de associação obtidas que expressem as relações entre os dados avaliados.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Coletar, armazenar e disponibilizar a base de dados que contém os micros dados do ENEM 2019 para modelagem.

Limpar e preparar a base de dados para que seja modelada

Entender o domínio de negócio da educação de base e levantar possíveis fatores que possam influenciar no rendimento do aluno em exames através de entrevista com especialistas.

Compreensão e visão dos dados existentes na base sobre os participantes que possam ser associados com desempenho no exame e quais as associações relevantes entre dados socioeconômicos, dados sobre o desempenho na prova e dados pessoais do participante, para definir perfis sociais do participante, através de questionário com especialistas da educação secundária, pedagogos e assistentes sociais.

Realizar a ingestão, orquestração de movimentação de dados e o processo de ETL da base de dados para então modelá-la em um conjunto apropriado para e estruturá-la para a mineração, de modo a formatar e transformar dados em um modelo transacional para aplicação do algoritmo minerador.

Submeter o conjunto de dados modelado da base ao algoritmo de descoberta de regras de associação, que se caracteriza pelo algoritmo *apriori* com consumo da biblioteca de dependência *arules* do ambiente R disponibilizado no repositório CRAN.

Aplicar o algoritmo AAR em diferentes cenários hipotéticos de calibração dos valores de medida distintos, de forma a testar a descoberta de regras de associação em diferentes cenários probabilísticos pré-definidos para realização de análise diagnóstica dos dados do ENEM. Produzir a organização visual dos resultados de saída da técnica de mineração da descoberta de associações.

Avaliação do modelo de dados sob a ótica da análise de dados, para obter padrões e analisar agrupamentos estatísticos dos dados presentes na base. Gerar visualização dos dados organizada e limpa para cada cenário e comparar os resultados obtidos e organizados com as informações provisionadas pelos especialistas.

Expor de forma clara e consistente aos especialistas consultados os resultados obtidos e a sua comparação em relação as prioridades que apontaram, para que elucidem e definam conclusões embasadas a partir do lhes for exposto. Coletar estas conclusões e determinar a interpretação dos resultados como última etapa do processo de descoberta de conhecimento em bancos de dados.

## 1.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Nesta seção são listadas as principais dificuldades apresentadas durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

### 1.2.1 IDEIA INICIAL

Ao iniciar este trabalho, a ideia era a criação de uma web API consumível em sistema de gestão escolar para mineração e análise de dados pedagógicos para avaliação dos rendimentos dos alunos e desempenho dos professores.

Esta ideia foi descartada, pois os dados escolares são sensíveis segundo a Lei Geral de Proteção de dados e, portanto, a base de dados de uma escola ou sua rede não poderiam ser disponibilizados, por não estarem anonimizados.

Então, decidiu-se criar uma arquitetura de *business intelligence* com análise e mineração de dados para ser aplicada em bases de dados públicas disponíveis no portal do INEP, que já possuem camada anônima e estão prontas para consumo e análise. Foi escolhida a base de micro dados do ENEM aplicado no ano de 2019.

A ideia após a seleção da fonte e escolha da base, foi feito planejamento inicial de aplicar análise para extração de insights de toda a base e suas informações, porém o escopo do trabalho ficaria muito amplo e além do que o que poderia ser feito em uma pesquisa de monografia. As informações de inclusão e acessibilidade necessitam de uma abordagem de estudo mais profunda e especializada e, portanto, precisaria de um rigor científico maior com apoio direto de profissionais da área.

Portanto, a escolha do escopo do trabalho foi definida pautada apenas nos dados sociais e regionais a partir de informações pessoais dos estudantes, os dados de desempenho nas provas e os dados presentes nos questionários socioeconômicos. Todos os dados de inclusão ficam como oportunidade para um trabalho futuro de análise e mineração da base sob a ótica da educação inclusiva.

### 1.2.2 LIMITAÇÕES TECNOLÓGICAS

Esta seção destina-se a exposição das barreiras tecnológicas e limitações das ferramentas utilizadas.

#### 1.2.2.1 UNIFICAÇÃO DO OLAP E DO DATA MINING

De início, tentou-se realizar a análise de dados e a aplicação do algoritmo de DM no mesmo lugar, utilizando um modelo carregado do ADLS para o Analysis Services da Azure. Este modelo seria transformado para bifurcar para as duas aplicações de tratamento de dados.

No entanto, o modelo OLAP não atenderia a formatação de dados transacionais utilizadas pelo algoritmo *apriori* e não há nenhum conector nativo aberto para vincular uma ligação direta entre o ambiente R e o cubo OLAP do AAS, Desta forma, foi decidido utilizar um banco de dados gerenciado como serviço em nuvem da Azure, o SQL Database, para realizar a modelagem de um *data mart* relacional que servisse de modelo para ambas as aplicações e então realizar a bifurcação deste *data mart* para o conjunto de dados da mineração utilizando R e do cubo do AAS.

Posteriormente, o modelo definitivo do projeto foi desenvolvido em uma instância local de SQL Server 19 Express e linkado com o Azure Data Factory para ser carregado com o pipeline de dados. Os modelos de junções das tabelas para análise *ad-hoc* e para o data mining foram extraídos manualmente e carregados no Data Lake, para uso comum.

#### 1.2.2.2 LIMITAÇÃO DA FERRAMENTA DE SELF-SERVICE BI (POWERBI)

O Power BI gratuito possui uma limitação de funcionamento para leitura de bases de dados carregadas, pois suporta apenas 1GB de dados em um arquivo PBIX do modelo *ad-hoc* e realiza apenas a leitura de 1 milhão de linhas por arquivo.

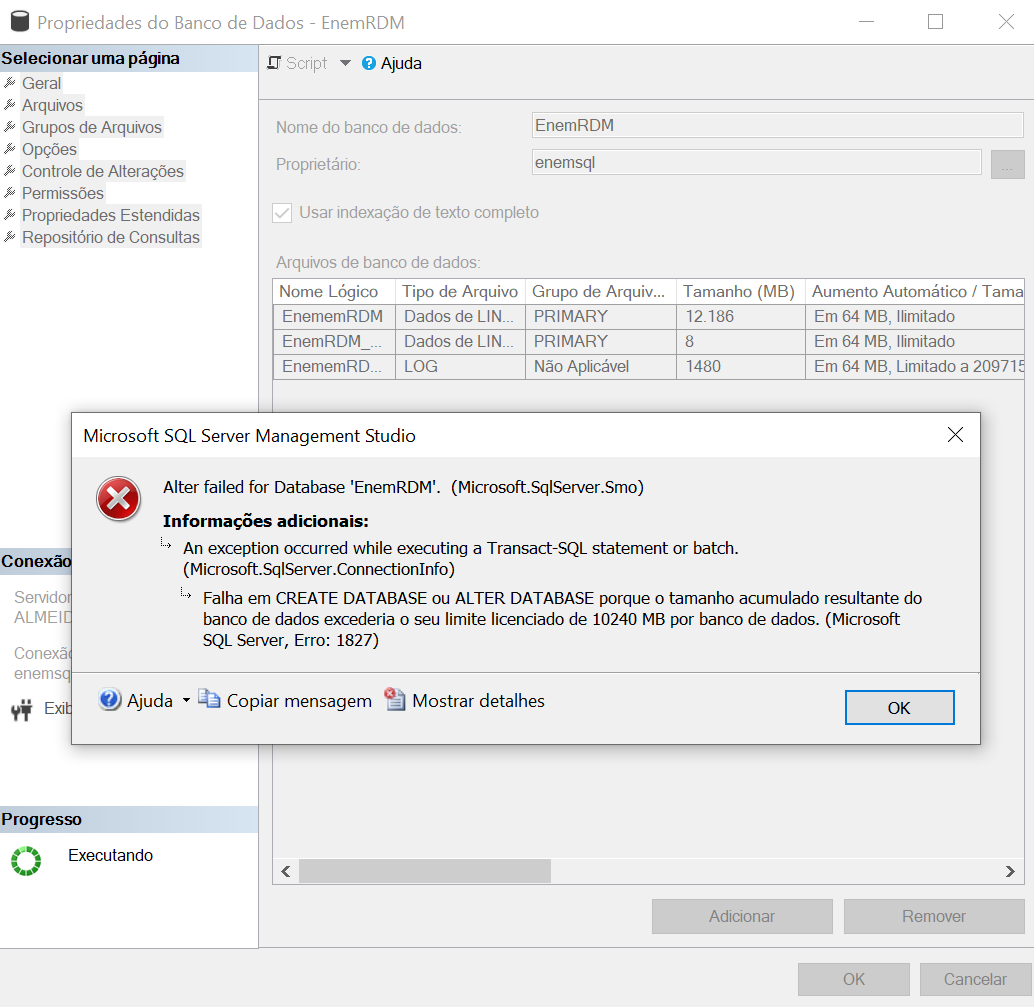
Como a base, mesmo transformada, possui um tamanho de arquivo maior e uma quantidade de registros superior ao suportado, a utilização de uma camada semântica para atuar como intermediário entre a fonte de dados e o Power BI faz-se estritamente necessária.

Neste escopo entra a ferramenta de cubo para On-line Analytical Processing (OLAP), que é o Analysis Services em nuvem, na Azure.

#### 1.2.2.3 LIMITAÇÃO DO BANCO DE DADOS SQL SERVER EXPRESS

O modelo de licença expresso do banco SQL Server é limitado e permite apenas os tamanhos totais dos arquivos de dados no banco de até 10.2 GB e dos arquivos de log dos registros de até 20.9 GB. Devido a isto, não foi possível realizar as transformações nas tabelas de junção para gerar os conjuntos de dados onde se aplicaria a mineração no mesmo modelo completo de *RDM* utilizado para a arquitetura da base de dados para o cubo OLAP.

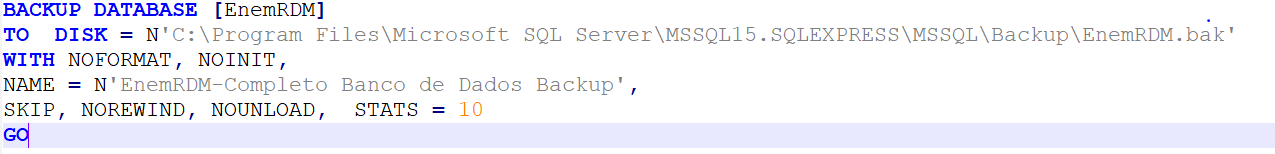
Figura 1 - Limitação da versão licenciada expressa do SQL Server



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

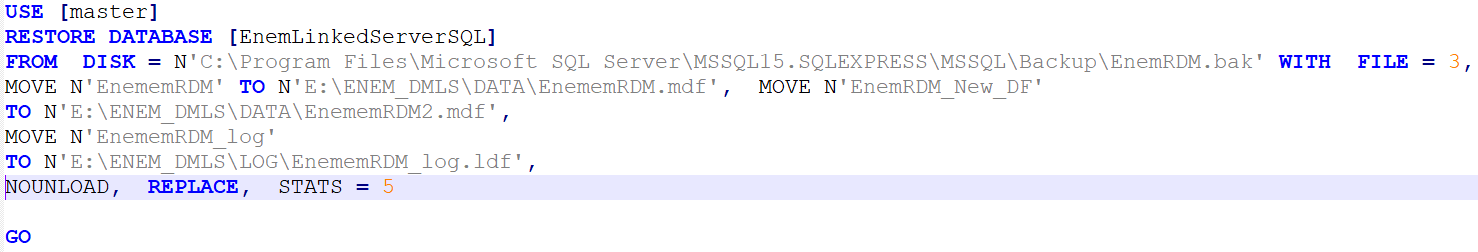
Assim, foi necessário aplicar o backup do banco inteiro, com o esquema estrela e as tabelas de *Join*, logo em seguida as tabelas do banco foram “truncadas”, ou esvaziadas, e logo em seguida excluídas, restando apenas aquela que aplica o a junção da tabela fato com as tabelas dimensionais. Neste outro banco restaurado, foram também excluídas as colunas que fariam sentido para a análise *ad-hoc*, mas não tem utilidade par ao *apriori*, como o código das localidades. Além disto, após cada transformação e alteração para eliminar redundâncias, se fez necessário aplicar o *shrink*, ou esvaziamento dos arquivos de log, para não estourar o espaço total. Também se adicionou um arquivo de dados extra com 8MB, apenas para transbordo, com autoincremento ilimitado de 64 em 64 MB habilitado.

Figura 2 - Backup do banco EnemRDM



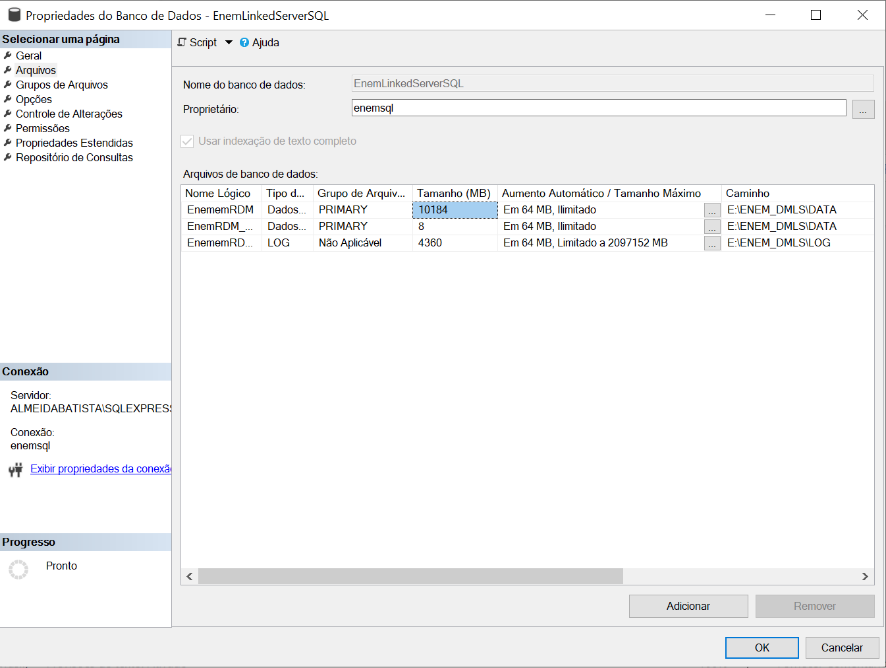
Fonte: elaborada pelo autor (2021)

Figura 3 -Restauração com sobrescrita do banco EnemLinkedServerSQL



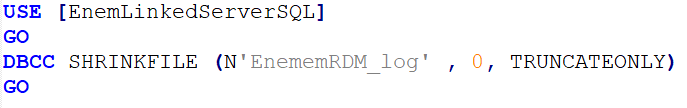
Fonte: elaborada pelo autor (2021)

Figura 4 - Arquivos do banco de dados restaurado EnemLinkedServerSQL



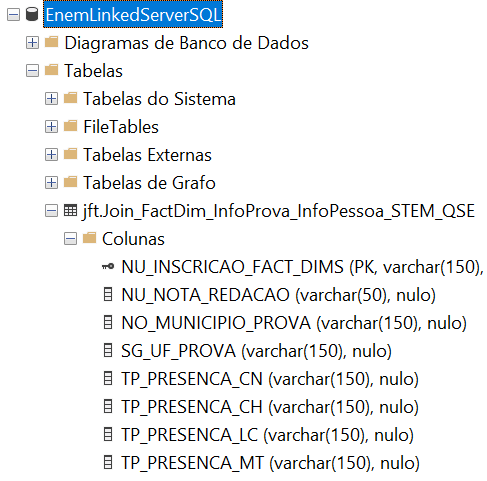
Fonte: elaborada pelo autor (2021)

Figura 5 - Script de esvaziamento dos logs de transações no banco



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

Figura 6 - Banco de dados restaurado EnemLinkedServerSQL com a tabela fato e algumas de suas colunas



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

### 1.2.3 LIMITAÇÕES DA BASE DE DADOS

A base de dados disponibilizada pelo INEP do ENEM 2019 é rica em informações dos participantes, entretanto nós detectamos a falta de algumas informações que julgamos ser importante e há informações que poderiam ser substituídas, devido estarem obsoletas e terem perdido o seu valor, tento em vista que vivemos em uma sociedade que está em constante desenvolvimento.

Podemos destacar que a coleta dos dados de estado e cidade de nascimento dos inscritos só são coletadas quando o inscrito é brasileiro, mas quando os inscritos são brasileiros naturalizados, brasileiros natos nascido no exterior ou estrangeiros, não há coleta desses dados, além disso não a origem do seu país, isso poderia agregar valores nas análises dos dados.

Entendemos que as colunas de cidade e estado de residência dos inscritos, são itens obrigatório para o cadastro dos participantes, nesse caso, isso inviabiliza o acesso ao exame para pessoas sem residência e para pessoas que vivem em outro país, mas cruzam a fronteira para realizá-la, sem necessariamente estarem vivendo no Brasil.

Outra informação que podemos contestar é na coluna de sexo, onde há a opção de masculino e feminino, todavia não há opção de não declaração do gênero, como há a opção de não declaração de cor e raça.

Um dado crucial que o INEP possui e poderia adicionar a base de dados que seria de grande valor seria informação sobre os inscritos que tiveram isenção, pois isso também auxiliaria na montagem e entendimento dos relatórios, baseado nesse tipo de informação.

Não há uma especificação de onde está localizado a residência dos inscritos como está descrito por exemplo as escolas do ensino médio, como rural e urbana, pois isso também facilitaria o entendimento sobre a localidade vivida dos inscritos, pois atualmente podemos ter uma ideia sobre os inscritos que estão cursando o ensino médio, devido a localidade de sua escola, mas não dos demais.

É visto que falta a informação de quais inscritos que estão privados da liberdade, que realizam o ENEM PPL (Exame Nacional do Ensino Médio para Pessoas Privadas de Liberdade) fizeram a inscrição para o exame.

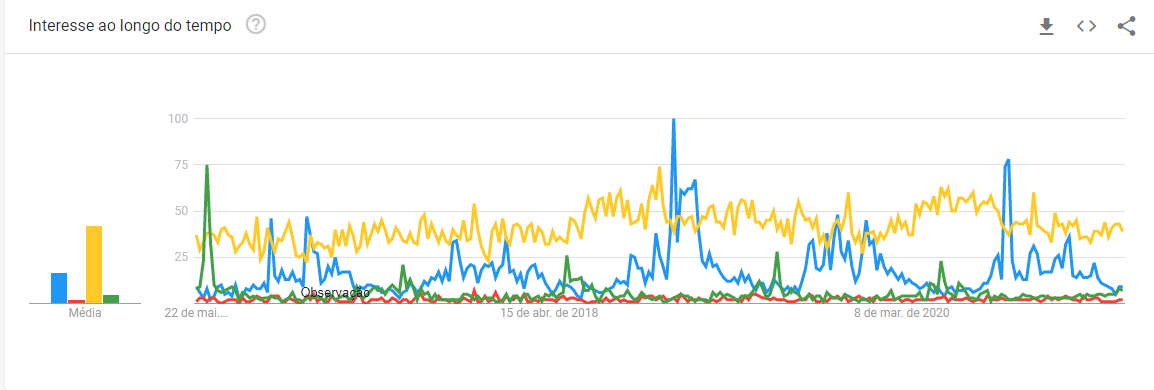
Uma informação que poderia ser acrescentada a base de dados de informações correspondente aos pais, seria o grau de relacionamento atual entre os pais, pois segundo Moreira (2010) baseado em entrevistas com professores e analistas podemos chegar à conclusão de que a separação dos pais afeta na aprendizagem do aluno. Ainda falando sobre as informações dos pais ou responsáveis, nas informações sobre a ocupação dos responsáveis não há informações sobre beneficiários BPC, aposentados, pensionista, desempregado ou desalento, nas notas de rodapé a respeito do questionário informa que se o responsável não estiver trabalhando deve ser marcado a última profissão, entretanto entendemos que isso pode causar um desequilíbrio na análise dos dados.

Uma informação que enriqueceria a base de dados é o status profissional do participante, pois se somente estuda, pode se dedicar mais que os participantes que já estão numa atividade laboral.

No questionário há questões sobre a estrutura da residência, mas sobre a quantidade e existência dos quartos e banheiros, embora esses itens sejam relevantes, não há questões sobre luz elétrica, água encanada, esgoto e suas variações, além disso poderiam ser questionados se utilizam gás encanado, botijão ou até fogão a lenha. Sobre a residência não possuímos informações sobre o tipo de residência, se é alugada, própria, cedida, entre outros termos.

Podemos destacar que no questionário de informações socioeconômica que abrange os eletrodomésticos não constam as informações sobre a possibilidade de os inscritos possuir um fogão, ar-condicionado, aquecedor e ferro de passar. Utilizamos o Google Trends para fazer uma análise de interesse sobre esses itens e podemos verificar na figura 7 a distribuição do interesse ao longo do tempo, foram utilizados alguns filtros para podermos ser mais específicos, como o da região que está configurado para podemos ver somente o Brasil, o período é nos últimos 5 anos e o local de pesquisa sendo o Google Shopping, já que estamos nos baseando na busca pela aquisição desses itens.

Figura 7 - Gráfico de linha contendo análise de tempo de interesse sobre fogão, ar-condicionado, aquecedor e ferro de passar.



Fonte: Print da pesquisa do Google Trends

Na figura 7 o azul corresponde ao ar-condicionado que contém 17 pontos de interesse, o vermelho ao ferro de passar que contém 2 pontos de interesse, o amarelo ao fogão que contém 42 pontos de interesse e o verde ao aquecedor que contêm 45 pontos de interesse.

Realizamos mais algumas pesquisas dentro do Google Trend utilizando os mesmos parâmetros supracitados, para os itens que estão na base de dados do ENEM.

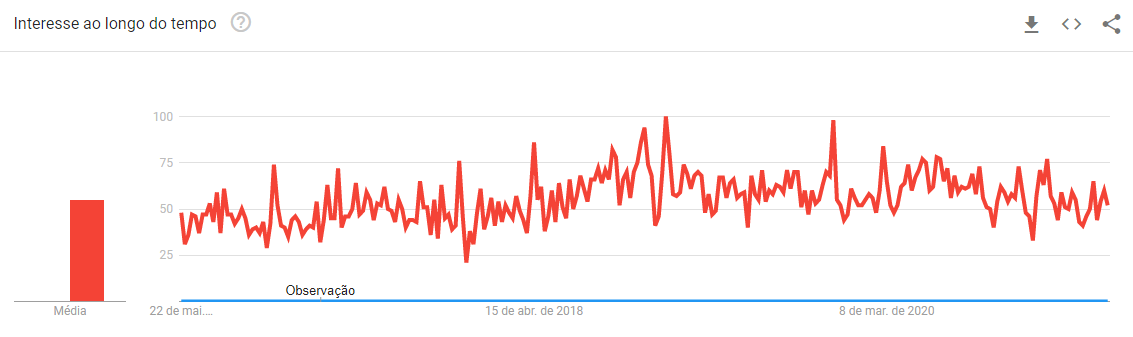
Figura 8 - Gráfico de linha contendo análise de tempo de interesse sobre geladeira, freezer, máquina de lavar louça, secadora de roupas e forno de micro-ondas.



Fonte: Elaborado pelo autor através do Google Trends (2021)

Na figura 8, o azul corresponde a geladeira que contém 52 pontos de interesse, o vermelho corresponde ao freezer que contém 9 pontos de interesse, o amarelo corresponde a máquina de lavar louça que contém 3 pontos de interesse, o verde corresponde a secadora de roupas que contém 3 pontos de interesse e o lilás corresponde ao forno micro-ondas que contém 20 pontos de interesse.

Figura 9 - Gráfico de linha contendo análise de tempo de interesse sobre o aspirado de pó e sobre a lavadora de roupas.



Fonte: Elaborado pelo autor através Google Trends (2021)

Na figura 9 o azul corresponde o aspirador de pó que não contém nenhum ponto de interesse e o vermelho corresponde a lavadora de roupas que contém 55 pontos de interesse

Baseando-se nessa pesquisa podemos expressar esses pontos através da tabela 1, que mostra de forma classificada, do que possui mais interesse para o que possui menos.

Tabela 1 - Classificação dos eletrométricos pontuas através do Google Trends

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Produto | Pontos de interesse | Base de dados do ENEM |
| Lavadora de roupas | 55 pontos | Está na base de dados |
| Geladeira | 52 pontos | Está na base de dados |
| Fogão | 42 pontos | Não está na base de dados |
| Forno micro-ondas | 20 pontos | Está na base de dados |
| Ar-condicionado | 17 pontos | Não está na base de dados |
| Freezer | 9 pontos | Está na base de dados |
| Aquecedor | 5 pontos | Não está na base de dados |
| Secadora de roupas | 3 pontos | Está na base de dados |
| Máquina de lavar louça | 3 pontos | Está na base de dados |
| Ferro de passar | 2 pontos | Não está na base de dados |
| Aspirador de pó | 0 pontos | Está na base de dados |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

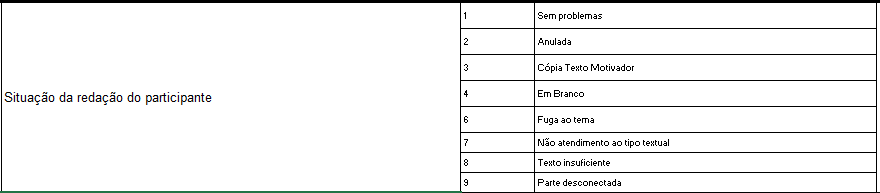
Conforme destacamos na tabela acima, há itens que não estão na lista de eletrodomésticos, mas são também tão procurados e adquiridos, quanto os outros que já estão no questionário. Acreditamos que não seja necessário remover nenhum, mas sim, acrescentar. No apêndice G os especialistas elegeram os itens que julgam influenciar mais no desempenho dos participantes, mas somente os que estão na base de micro dados.

Ainda há na base de dados a questão que implica na quantidade e existência de televisão em cores, entretanto não questiona sobre a existência ou quantidade televisões com acesso à internet ou dispositivos que possibilitam a televisão ter acesso a internet, isso por ser mais um recurso que tem acesso à internet e de certa forma pode favorecer ao inscrito. Da mesma forma também não é conferido se na residência do inscrito há assinaturas de serviços *stream*, entretanto nas especificações multimidia tem a opção de DVD, mesmo sendo obsoleto, e não há a opção de consoles de jogos, pois é uma central multimidia. Averiguamos que também não há a especificação do tablet ou aparelhos de leitura de livro digital, que podem auxiliar no estudo dos inscritos. Além dessas informações não constam a diferença os tipos de computadores em desktop e portáteis, justamente pela facilidade de locomoção.

Já sobre a internet, ela não é especificada como fixa ou móvel.

A única inconsistência que encontramos na base de dados foi na coluna STATUS da Redação onde falta um número, como pode ser visto na figura 10.

Figura 10 - Informações da coluna de status de redação.



Fonte: Print do Dicionário de Dados dos Micro dados no ENEM de 2019

Podemos constatar a ausência do número 5.

### 1.2.4 CUSTOS DE INFRAESTRUTURA

O Azure tem vários tipos de assinaturas. A assinatura é um contrato assinado com a Microsoft para usar uma ou mais plataformas ou serviços em nuvem da Microsoft. A taxa é baseada na taxa de licença de cada usuário ou com base no consumo de recursos da nuvem.

Nos serviços de nuvem baseados em Azure PAAS, as licenças de software foram integradas ao preço do serviço.

Para máquinas virtuais baseadas em Azure IAAS, pode ser necessário ter outras licenças para usar o software ou aplicativos instalados na imagem da máquina virtual. Algumas imagens de máquina virtual já possuem uma versão licenciada do software instalada e a taxa está incluída no custo por minuto do servidor.

O Azure tem uma assinatura de estudante gratuita, que permite aos usuários começar a usar o Azure com um crédito de US $ 100. Além de escolher serviços gratuitos e não exigir um cartão de crédito ao se registrar, o crédito também pode ser usado nos primeiros 12 meses.

Esta assinatura está disponível apenas para alunos que atendam aos seguintes requisitos. É necessário confirmar que o usuário tem no mínimo 18 anos, e que foi admitido em um curso de graduação de 2 a 4 anos por uma instituição de ensino reconhecida, e que o usuário é estudante em período integral. Os usuários devem usar o endereço de e-mail de sua organização para verificar seu status acadêmico.

Esta assinatura fornecerá acesso a certos benefícios de download de software, cujo propósito expresso é apoiar a educação, pesquisa não comercial ou esforços para criar, desenvolver, testar e demonstrar aplicativos de software para os fins mencionados supracitados.

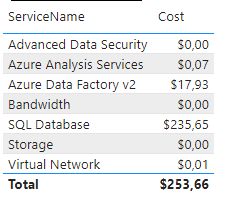
Utilizamos três assinaturas, duas assinaturas de estudante e uma assinatura grátis para usuário comum.

Figura 11 - Gastos da assinatura gratuita para usuário comum



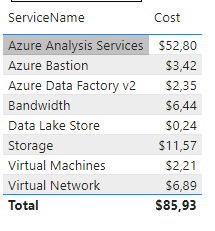
Fonte: Elaborado pelo autor através do da Azure (2021)

Figura 12 - Gastos do usuário 1 da assinatura para estudante



Fonte: Print do Power BI (2021)

Figura 13 - Gastos do usuário 2 na assinatura para estudante



Fonte: Print do Power BI (2021)

Nas figuras 11, 12 e 13, podemos ver os gastos de cada assinatura e de cada serviço utilizado.

Nota-se que assinatura de estudante do usuário 1 excedeu os créditos utilizados, isso devido ao serviço de SQL, entretanto a conta sofreu um bloquei de escrita, ela pode ser acessada, mas somente para consulta.

#### 1.2.4.1 AZURE DATA LAKE

O custo total do Azure Data Lake Store Gen1 depende da quantidade de armazenamento, como o número e o tamanho das transferências e transações de dados de saída.

O armazenamento é dividido em pacotes *pay-per-use* e pacotes de compromisso mensal.

Tabela 2 - Pós-pago

|  |  |
| --- | --- |
| Uso | Preço/mês |
| Primeiros 100 TB | R$0,1911 por GB |
| Próximos 100 TB a 1.000 TB | R$0,1862 por GB |
| Próximos 1.000 TB a 5.000 TB | R$0,1813 por GB |
| Mais de 5.000 TB | Valor gerado através de cotação da Microsoft |

Fonte: Azure Microsoft (2021)

Comparado ao preço pago com base no uso, o pacote de compromisso mensal tem um desconto significativo (até 33%). O restante do armazenamento incluído será cobrado a R $ 0,1911 / GB / mês.

Tabela 3 - Pacotes de compromisso mensal

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Capacidade comprometida | Preço/mês | Economia no pago conforme o uso |
| 1 TB | R$171,462 | 12% |
| 10 TB | R$1.567,648 | 20% |
| 100 TB | R$14.206,810 | 27% |
| 500 TB | R$65.155,37 | 32% |
| 1.000 TB | R$127.371,400 | 33% |
| Mais de 1.000 TB | Valor gerado através de cotação da Microsoft | |

Fonte: Azure Microsoft (2021)

O próximo valor se aplica às transações executadas com os dados. Tanto o pacote de uso pago quanto o pacote de compromisso mensal cobram a mesma taxa de transação.

Tabela 4 - Transição de dados

|  |  |
| --- | --- |
| Uso | Preço |
| Operações de gravação (por 10.000) | R$0,245 |
| Operações de leitura (por 10.000) | R$0,0196 |
| Operações de exclusão | Gratuito |
| Limite de tamanho de transação | Sem limite |

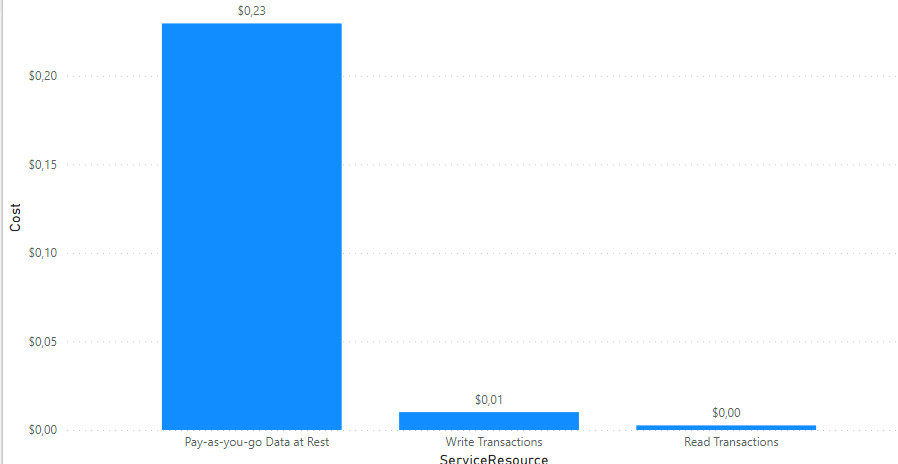
Fonte: Azure Microsoft (2021)

Os acordos de suporte e nível de serviço são gratuitos para o gerenciamento de cobranças e assinaturas, mas para planos de suporte flexível, o preço inicial é de R $ 142.069 / mês. Exceto para serviços de visualização, a disponibilidade de garantia é de 99,9% ou mais.

Qualquer operação no Azure Data Lake Store Gen1 é cobrada como uma única transação. Isso inclui operações HTTP e operações concluídas por trabalhos do Azure Data Lake Analytics.

Nossos custos com o Data Lake foram relativamente baixo como mostra a figura 14, podemos ver o gasto pela utilização dos recursos.

Figura 14 - Gasto dos recursos do Data Lake do usuário 2



Fonte: Print Power BI (2021)

A nossa utilização do Data Lake foi para armazenar os dados originais e os dados transformados. Através do Data Lake, nós conectamos o Analysis Services e outros serviços da Azure e Microsoft. A utilização foi por 59 dias.

#### 1.2.4.2 AZURE SQL DATA BASE

O banco de dados SQL do Azure faz parte da série de serviços de banco de dados SQL do Azure SQL. É um serviço de banco de dados inteligente e escalonável criado para a nuvem. Ele tem funções de plataforma AI e pode manter o desempenho e a durabilidade ideais. Por meio da computação sem servidor e da expansão automática de recursos de armazenamento ultra grandes, os custos podem ser otimizados sem se preocupar com o gerenciamento de recursos.

Buscando flexibilidade, controle e transparência no uso de um único recurso, o modelo de compra baseado em *vCore* será melhor. Esse modelo permite o dimensionamento de computação, memória e armazenamento de acordo com as necessidades da carga de trabalho e é uma maneira fácil de mover as necessidades de cargas de trabalho locais para a nuvem.

A camada de computação sem servidor do SQL Server otimiza o desempenho de preço e simplifica o gerenciamento de desempenho de um único banco de dados com uso intermitente e imprevisível, dimensionando cálculos automaticamente e cobrando por cálculos usados por segundo.

Como listado na tabela de custos de infraestrutura, a manutenção da estrutura de um banco de dados como serviço gerenciável e sem servidor(*serverless*) como o Azure SQL Database é bastante alta. Isto inviabilizou o uso da tecnologia em nuvem para a produção final do trabalho, sendo então utilizado apenas como uma ferramenta de teste para homologação do modelo.

O desenvolvimento do projeto final maturado do modelo de banco de dados no esquema de RDM foi inteiramente desenvolvido em uma instância de banco de dados Microsoft SQL Server Express 2019 em uma máquina local, que é o mesmo banco utilizado como tecnologia concreta no *back-end* do PaaS Azure SQL DB, que abstrai o MSSQL Server em sua versão mais estável.

Todo o processo de pipeline para cópia de dados com uso da ferramenta de ingestão e orquestração de movimentação e transporte de dados PAAS da Microsoft Azure Data Factory tinha sido realizada com o banco de dados em nuvem e foi efetuado com sucesso tendo como destino o banco de dados local MSSQL, através da configuração de um *runtime* de integração auto hospedado para tornar a máquina um servidor ADF.

Assim, o banco na máquina local foi o destino da ingestão de dados no ETL e foi modelado de acordo com a necessidade do presente trabalho.

Figura 15 - Gasto dos recursos do SQL do Azure do usuário 1



Fonte: Print do Power BI (2021)

#### 1.2.4.3 ANALYSIS SERVICES

O Azure Analysis Services fornece recursos de modelagem semântica de BI de nível empresarial e tem as vantagens de escala, flexibilidade e gerenciamento fornecidas pela nuvem. O AAS pode ajudá-lo a transformar dados complexos em informações acionáveis. O AAS inclui um mecanismo de análise confiável do Microsoft SQL Server Analysis Services.

O custo total do AAS depende da camada e instância selecionadas.

O AAS está disponível nas camadas de Desenvolvedor, Básica e Standard.

As principais diferenças entre os recursos de cada camada estão nos atributos de perspectivas, variedade de partições e modo de armazenamento DirectQuery

Em cada camada, o preço de uma instância varia de acordo com o poder de processamento, QPU e tamanho da memória.

A camada básica é para uso geral e é recomendada para soluções de produção que têm um modelo tabular pequeno, simultaneidade de usuário limitada e requisitos simples de atualização de dados.

Tabela 5 - Preço Analysis Services

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Instância | QPUs | Memória (GB) | Preço |
| B1 | 40 | 10 | R$1.537,765/mês |

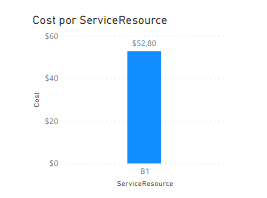
Fonte: Azure Microsoft (2021)

Aplicam-se taxas de transferência de dados padrão. A estimativa de preço mensal é baseada em 730 horas por mês.

O Analysis Services do Azure cobra uma taxa previsível por hora com base na camada de serviço e no nível de desempenho de uma instância única. O uso real é calculado para o segundo e cobrado por hora.

Nosso período de uso do Analysis Service foi de 26 dias, utilizamos com pausa, só o tirávamos da pausa para a utilização, assim que o uso não era mais necessário, nós desligávamos para economizar os créditos.

Figura 16 - Gastos do Analysis Services, Recuso B1



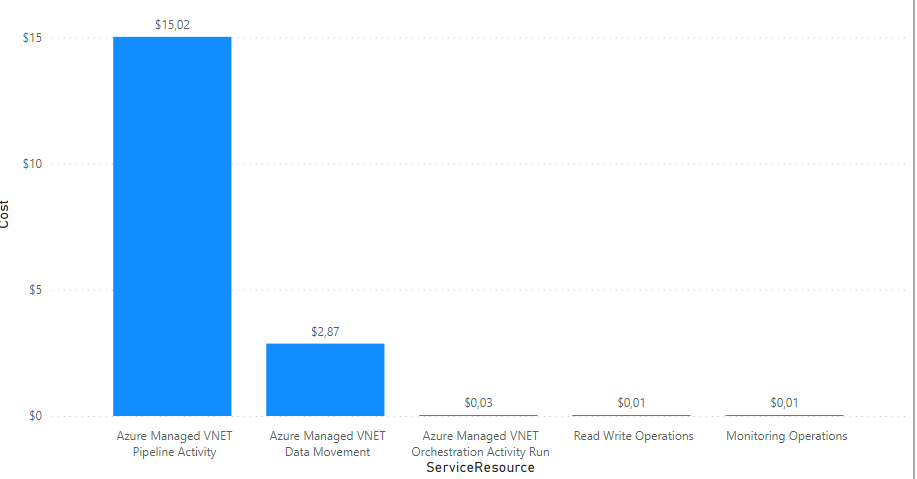
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

#### 1.2.4.4 DATA FACTORY

O Azure Data Factory é um serviço elástico de integração de dados sem servidor projetado para escala de nuvem. Isso significa que não há necessidade de planejar cálculos de tamanho fixo para cargas de pico. Em vez disso, ele especifica a quantidade de recursos alocados para cada operação sob demanda, o que permite o design de processos ETL de uma forma mais escalonável. Além disso, o ADF é cobrado de acordo com o plano de consumo, o que significa que você paga apenas pelas mercadorias que utiliza.

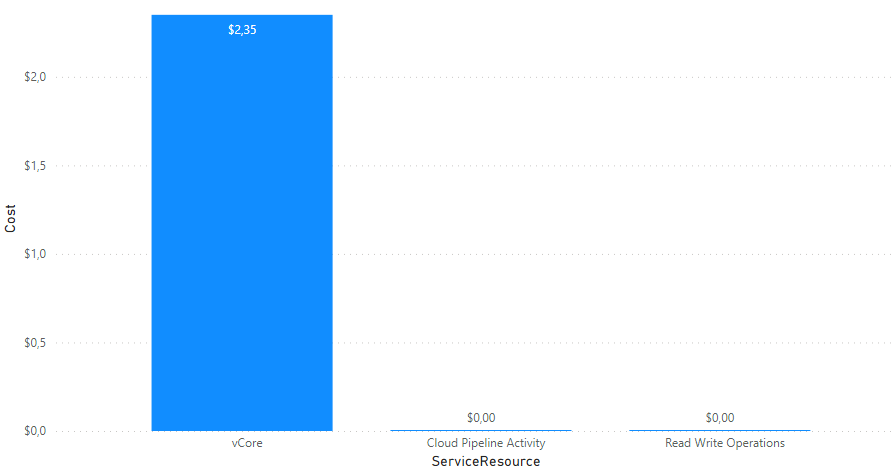
O Data Factory foi utilizado por 9 dias na assinatura para estudantes do usuário 1 e por 2 dias na de assinatura de estudante do usuário 2.

Figura 17 - Gastos dos recursos do Data Factory da assinatura de estudante do usuário 1



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021)

Figura 18 - Gastos por recursos



Fonte: Elaborado pelo auto (2021)

## 1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O exame nacional do ensino médio é o principal meio de ingresso para as universidades públicas no país, federais e estaduais, mas além disto, é uma forma de medir o nível de qualidade do ensino no país, por integrar toda a base nacional comum curricular no conteúdo programático do exame. Como trata-se de uma prova extensível em escala nacional e geracional, disponível para alunos a partir do 2º ano do ensino médio e para pessoas que já o concluíram, é uma fonte de análise com potencial para aferir o nível educacional do país de forma abrangente em dimensões geográficas, históricas, sociais e econômicas.

Ao analisar os dados dos participantes presentes na base de micro dados do instituto nacional de pesquisas educacionais Anísio Teixeira (INEP), pode-se extrair insights e produzir conhecimentos e sabedoria através deles na direção da detecção das variáveis que estão diretamente relacionadas com níveis de desempenho variados e traçar indicadores socioeconômicos e regionais que apoiem na avaliação do rendimento no ENEM e, por consequência, apoie na identificação de impactos educacionais no ensino médio do país.

1.4 ESCOPO E METODOLOGIA DO TRABALHO

O trabalho que se segue é delimitado a análise estatística e mineração de dados socioeconômicos e de desempenho educacional na base de micro dados do ENEM fornecida pelo INEP, que se encontra disponível publicamente para ser baixada em seu portal online.

Para isto, utiliza-se tecnologias de manipulação e armazenamento dos dados, ferramentas operacionais de apoio e execução nos processos de orquestração e tratamento do conjunto de dados e metodologia analítica para aplicação da ciência de dados, que se caracteriza pelo ciclo de descoberta de conhecimento em bases de dados (KDD).

O objetivo final é desenvolver uma série de procedimentos para gestão e modelagem da base de dados baseada no foco estabelecido para a mineração, que é o estudo de informações socioeconômicas e pedagógicas, e aplicar o algoritmo minerador designado, que é o de descoberta de regras de associação *apriori* (AAR).

A intenção do trabalho é, especificamente, avaliar o impacto de desigualdades sociais e econômicas no rendimento dos participantes do exame de modo a levantar fatores de influência em seu desempenho no ensino médio, através de ciência de dados e utilizar a análise dos dados preparados para obter estatísticas que demonstrem o panorama geral destes participantes, segundo estas métricas analisadas (fatos sociais, condições econômicas e desempenho na prova e informações pessoais).

O estudo dos dados sobre inclusão não foi aprofundado, sendo resumido apenas a avaliação da existência ou não de necessidade especial ou específica, pois não é o foco do trabalho atual e, portanto, coloca-se como uma oportunidade de trabalho futuro.

## 1.5 STACK DE TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS ESCOLHIDAS

Foram utilizadas as seguintes ferramentas e tecnologias para a aplicação dos processos executados neste trabalho:

* Armazenamento dos dados: Azure Data Lake Storage Gen1(Tecnologia) e Azure Data Explorer (Ferramenta)
* Ingestão e ETL de dados: Azure Data Factory (ferramenta PAAS) e Mapping Data Flows(tecnologia)
* Modelagem de *DataWarehouse* e Banco de Dados: Azure SQL Database (Ferramenta PAAS) SQL Server 2019 Express (ferramenta *On-Premises*), SGBD Azure Data Studio (Ferramenta *On-Premisses*) e SQL Server Management Studio (ferramenta On-Premisses)
* Modelagem de Cubo OLAP e Camada Semântica de BI: AAS (Ferramenta PAAS) e IDE Visual Studio Community (Ferramenta *On-Premisses*)
* *Businesse Intelligence* e Análise de dados: Power BI (ferramenta) e DAX Language (Tecnologia)
* Ciência e mineração de dados: R Language (tecnologia) e IDE R Studio (ferramenta *On-Premisses*)
* Modelo de formatação de arquivos brutos: Comma-Separated Values ou CSV (tecnologia)

## 1.6 ANONIMIZAÇÃO DE DADOS SENSÍVEIS E LGPD

O INEP utiliza anonimização dos dados para os micros dados do ENEM para que não seja possível identificar as pessoas que estão na base de dados, conforme se depreende art. 5 inciso XI da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, *in verbis*:

**Art. 5º.** Para os fins desta Lei, considera-se:

**XI** - anonimização: utilização de meios técnicos razoáveis e disponíveis no momento do tratamento, por meio dos quais um dado perde a possibilidade de associação, direta ou indireta, a um indivíduo;

Na nota de rodapé do dicionário de micro dados há uma nota que informa assim,

Referente ao Enem 2019, trata-se de uma máscara e não o seu número de inscrição original no Enem. O mesmo NU\_INSCRICAO para anos diferentes não identifica o mesmo participante no exame, não permite o acesso aos dados cadastrais como nome, endereço, RG etc., nem identifica o mesmo participante em microdados de pesquisas diferentes (INEP, 2020).

Com essas informações anonimizadas o INEP fica dentro das normas da LGPD, assim evitando qualquer tipo de correlação dos dados da base com algum indivíduo.

## 1.7 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, são detalhados alguns trabalhos na área de educação para estudo dos dados referentes ao ENEM, que fazem uso da mineração de dados e tem como objetivo analisar dados socioeconômicos e o desempenho dos inscritos, para extrair conhecimento neste sentido utilizando algoritmos mineradores através da metodologia do ciclo de DCBD e suas etapas.

O trabalho ALVES e col (2020) faz a apresentação de utilização de técnicas de mineração de dados focada em identificar desigualdades sociais a partir da análise do desempenho dos estudantes que prestaram o ENEM no ano de 2019. Este trabalho possui o mesmo objeto de estudo e utiliza também a técnica de mineração por regras de associação para mapeamento de variáveis terminantes no desempenho, no entanto utilizam algoritmos de clusterização para caracterização de dois grupos definidos a partir dos resultados das provas objetivas e redação. Aplicam o ciclo KDD com participação de um integrante de ciências humanas para interpretar os achados, porém o trabalho é totalmente focado na mineração, não fornecendo um ecossistema completo de inteligência de negócios e análise de dados em Big Data que complemente os resultados coletados do levantamento feito pela descoberta de regras de associação, de forma a testar hipóteses e analisá-las sob a ótica de especialistas para aplicar análise diagnóstica. O foco deste trabalho é analisar escolas do estado de Minas Gerais, e não o país como um todo.

Em SIMON e CAZELLA (2017), são analisadas as métricas de desempenho médio dos participantes do ENEM do ano de 2015 especificamente na área de conhecimento “ciência das naturezas e suas tecnologias”, uma das provas objetivas. Apontam os dados educacionais do *Programme for International Student Assessment* (PISA) para identificar as defasagens educacionais e justificar a necessidade deste tipo de trabalho. Utilizam a técnica de árvores de decisão com aplicação j48 da plataforma Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA). Neste trabalho, há uma abordagem interessante de motivação que aplica estudos internacionais que avaliam o desempenho educacional para explicitar as baixas posições nacionais neste *ranking*. No entanto, o foco é intrinsicamente voltado para a mineração e na análise descritiva e, apesar de avaliar dados em escala nacional, apenas analisam provas objetivas da área de ciências da natureza.

Já em GOMES e col (2017), é realizada a mineração de dados educacionais para apoio a tomada de decisões por gestores e educadores, aplicada ao estudo dos dados educacionais do ENEM de 2014 no âmbito da região nordeste. Neste trabalho, utiliza-se a descoberta de regras de associação com o algoritmo *apriori* para avaliar os fatores associados ao desempenho médio dos alunos nas 4 áreas de conhecimento correspondentes as provas objetivas e da redação. Realizam análise estatística ampla, com medição indicadores mínimo, máximo e médio de cada nota, além da contagem de frequências absolutas e relativas para cada faixa de nota, além de avaliar sob a ótica dos extratos regionais do país. Mesmo com um rigor estatístico mais apurado na aplicação do *apriori*, o foco é presente apenas nisto, e todo o levantamento foi realizado pela aplicação das dependências do *apriori* para levantar as frequências, sem a utilização de uma ferramenta eficiente para análise de dados através da inteligência de negócios.

Pelo que já foi explicitado acima a respeito dos trabalhos correlatos, nota-se uma larga adoção acadêmica pela utilização da mineração de dados no âmbito educacional com enfoque nos fatores socioeconômicos de impacto no desempenho nas pesquisas científicas de computação estatística e ciência de dados, sobretudo especificamente um uso preferencial pela descoberta de regras de associação com uso do algoritmo *apriori*. Não obstante, não há, na maioria dos trabalhos até o presente momento, nenhum número significativo de pesquisas que projetem uma arquitetura de vida de BI que abranja o ciclo de vida da análise de dados fim a fim, da engenharia até a ciência, na análise e visualização de dados, que provisione uma metodologia um conjunto de ferramentas para construção de uma ferramenta completa de apoio a tomada de decisão em projetos *data-driven* para o setor de educação focadas em estudo do ENEM e suas nuances sociais.

Posto esta oportunidade, o presente trabalho se assemelha a ALVES e col (2020) e GOMES e col (2017), no entanto não foca em uma região como principal e se aplica a análise nacional, além de adicionar camadas adicionais relacionadas a BI e atualizar as práticas operacionais dos trabalhos supracitadas para o atual contexto de serviços em nuvem e BD, com a estruturação de uma arquitetura moderna de *business intelligence* para o estudo de dados socioeconômicos e do desempenho dos participantes do ENEM de 2019, afim de desenvolver uma solução aplicável em sistemas de paradigmas DDDque podem ser adotados por diferentes instituições educacionais.

# 2 BIG DATA, ANÁLISE DE DADOS E O ENEM

Nesse capítulo são postas as definições teóricas deste trabalho

## 2.1 INEP

O Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, mas conhecido apenas como "INEP", foi criado há mais de 80 anos e é na verdade o braço direito do Ministério da Educação (MEC). Isso porque se trata de uma instituição que se responsabiliza pelas ações educativas realizadas no Brasil para o desenvolvimento do país.

O INEP é responsável pela organização e aplicação do ENEM, mas o Instituto também desempenha muitas outras funções. Uma delas é o desenvolvimento do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), aplicável aos alunos dos anos finais da graduação e é um dos indicadores utilizados nas avaliações atribuídas a cada professor pelo MEC.

Outros indicadores educacionais também são de responsabilidade do INEP:

* + - Conceito Preliminar de Curso;
    - Sistema Nacional da Educação Básica;
    - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica;
    - Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior;
    - Avaliação externa das faculdades.

Por meio de pesquisas e avaliação do sistema educacional brasileiro, o INEP investiga ações de melhoria da educação básica e superior.

Por ser um instituto de pesquisa, é responsável pela realização de censos educacionais e avaliações diversas.

Portanto o objetivo do instituto é fazer com que os planos e projetos de governo na área da educação sejam formulados e implementados, garantindo assim o desenvolvimento educacional, social e até econômico do país. Por meio de avaliação e pesquisa realizadas pelos INEP, é possível encontrar carências e necessidades na educação brasileira e atuar contra essas lacunas.

## 2.2 EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) consiste em um exame anual que é aplicado em dois dias, geralmente entre o fim de outubro e o início de novembro.

Atualmente, a prova do ENEM é realizada em dois domingos consecutivos, com duas aplicações distintas, uma para a versão impressa e outra para a versão digital.

O ENEM possui 180 questões objetivas e uma redação. As questões são subdivididas entre quatro áreas do conhecimento que abrangem o conteúdo curricular dos três anos do ensino médio.:

* + - Linguagens, Códigos e suas Tecnologias: Língua Portuguesa, Literatura, Artes, Educação Física, Tecnologias da Informação e Comunicação e Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol)
    - Matemática e suas Tecnologias: Matemática
    - Ciências Humanas e suas Tecnologias: História, Geografia, Filosofia e Sociologia
    - Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Química, Física e Biologia

No primeiro dia, os alunos devem responder a perguntas sobre linguagens, Códigos e suas Tecnologias e fazer a redação, possuindo um tempo total de 5 horas e 30 minutos.

No segundo dia, é a vez do candidato testar os conhecimentos de ciências naturais e de conteúdos relacionados à tecnologia relacionados à matemática e sua tecnologia. Nesta fase, o tempo de prova é ainda menor: 5 horas.

O ENEM foi criado em 1998 para avaliar o desempenho de egressos do ensino médio. Desde 2004, o exame é utilizado como ferramenta de ingresso em instituições de ensino superior e foi incluído no Sistema de Seleção Unificada (SISU) em 2010. É reconhecido como o maior e mais completo exame educacional do Brasil.

O ENEM também é o método utilizado pelos alunos para a obtenção de recursos do governo federal: Fundo de Financiamento Estudantil (FIES) e Programa de Financiamento Estudantil (P-FIES). O exame também inclui alunos que realizaram cursos técnicos por meio do Sistema de Sistema de Seleção Unificada da Educação Profissional e Tecnológica (SISUTEC). Milhares de alunos participam das avaliações todos os anos.

É opcional a participação no ENEM, mas embora não seja obrigatório, é altamente recomendável realização do exame, pois através dele é possível:

* + - Ingressar nas universidades por meio de qualquer programa do governo federal para expandir as oportunidades de ensino superior.
    - Para pessoas que não concluíram seus estudos a tempo e não frequentaram uma escola regular, podem passar no exame para obter um certificado do ensino médio.
    - Serve também para melhorar a pontuação no vestibular que aceita o ENEM como complemento de sua pontuação.
    - Elimina a necessidade de fazer exames de admissão para universidades privadas.

A importância desse exame para o estudante é que o ENEM é um exame que explora diversas áreas do conhecimento e aplica o conceito de interdisciplinaridade na elaboração da prova. Assim, os estudantes que realizam o exame têm o desafio de demonstrar sua capacidade de raciocínio lógico e interpretação.

Além do mais, ele prevê que o candidato seja capaz de desenvolver uma redação com elementos de dissertação, desenvolvendo seus argumentos e defendendo seu ponto de vista. Quando obtém uma boa nota no ENEM, o estudante está credenciado para ingressar em universidades públicas e privadas concorridas. Inclusive, o estudante pode conseguir acesso a algumas universidades no exterior.

O público-alvo do ENEM são todos os estudantes que estão no ensino médio ou que já concluíram o ensino básico. No caso dos estudantes do 1º e do 2º ano do ensino médio, eles participam do exame como treineiros, ou seja, não poderão usar as notas para ingressar no ensino superior.

E ainda, os alunos de supletivo e os aprovados no Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA) também podem fazer o ENEM.

### 2.2.1 ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO SOCIAL

A Política de Acessibilidade e Inclusão do Instituto Nacional de Educação Anísio Teixeira (INEP) organiza o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que garante auxílio profissional a determinados participantes no dia do exame. Pessoas com baixa visão, cegueira, deficiência física, deficiência auditiva, deficiência intelectual (mental), surdez, surdez-mude, dislexia, autismo, mulheres grávidas, mulheres que estejam amamentando, idosos, estudantes hospitalizados e / ou outros podem solicitar ajuda em situações específicas. São recursos de acessibilidade que podem tornar o espaço ou tempo do teste mais adequado. Salas de fácil acesso, tempo extra, aparelhos auditivos, tradução em linguagem de sinais, tratamento por nome social e acompanhantes são alguns desses exemplos.

Salienta-se que o ENEM não é um exame gratuito e, ainda que possua um valor inferior comparado com os principais vestibulares do país, há diversas pessoas que não conseguem arcar com os custos de inscrição. O Ministério da Educação (MEC) instituiu parâmetros para a gratuidade da taxa para determinados grupos, fundamentados na renda e na escolaridade dos participantes.

A isenção pode ser requerida pelos determinados grupo de participantes:

* + - * Estudantes que estão no terceiro ano do ensino médio em escolas públicas:
      * Participantes que se enquadrem na Lei Federal nº 12.799/2013:
      * Inscritos no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal:

## 2.3 BIG DATA

*Big data* significa grandes dados ou mega dados. Em outras palavras, big data é um esforço para extrair informações de grandes quantidades de dados. Mas não é necessário apenas extrair o conteúdo, mas também dar-lhe sentido, e usar isso para orientar estratégias e ações (BLOG DO EAD UCS, 2020).

Sendo assim, big data é um conceito que descreve a grande quantidade de dados estruturados e não estruturados gerados a cada segundo (NASCIMENTO, 2017).

As diferenças de BD estão intimamente relacionadas à possibilidade e oportunidade de cruzar esses dados de diferentes fontes para obter insights rápidos e valiosos.

A essência do conceito é criar valor para a empresa. Quanto mais dados há, mais trabalho de processamento para gerar as informações. Portanto, a rapidez na obtenção de informações faz parte do sucesso que o BD pode proporcionar para os negócios.

O conceito de BD considera três pilares principais, e eles são, volumes, velocidade e variedade.

Para transformar os dados em informações inteligentes, é necessário seguir um ciclo que consiste em três ações principais, que são integrar, gerenciar e analisar.

Talvez o maior desafio seja implementar a reestruturação necessária. Isso porque, para executar o BD com excelente desempenho, é necessária uma grande infraestrutura técnica de suporte ao processamento dos dados. Nesse sentido, devido ao trabalho árduo, os profissionais muitas vezes encontram algumas resistências. Afinal, todos devem cooperar para revisar o processo antigo e criar por sua vez. Outro entrave que pode dificultar a implantação do BD é a falta de mão de obra qualificada. Por se tratar de uma profissão relativamente nova, é difícil encontrar especialistas neste campo. Por outro lado, é uma oportunidade promissora para quem deseja construir uma carreira de sucesso. (BLOG DO EAD UCS, 2020)

### 2.3.1 BIG DATA ANALYTICS

A análise de big data é onde as técnicas de análise avançadas operam em grandes conjuntos de dados. Portanto, a análise de big data envolve duas coisas - big data e análise, além de como os dois juntos criam uma das tendências mais profundas da inteligência de negócios de hoje.

O processo de análise de dados criou o princípio para isso. Tudo isso devido a uma análise muito cuidadosa e precisa. Todos esses modos são projetados para filtrar e fornecer todas as informações úteis. Por trás disso, existe um ciclo que vai desde a extração dos dados, até a organização, processamento e análise dos dados. Quando se trata de BDA, podemos dizer que sua aplicação ocorre de três formas principais, sendo elas *social data*, *enterprise data* e *personal data*.

Dessa forma, os principais benefícios que a BDA pode gerar são a análise competitiva, a determinação de padrões precisos, a redução de custos, a tomada de decisões e o desenvolvimento de produtos e serviços.

## 2.5 BUSINESS INTELLIGENCE (INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIO)

Business intelligence é “Um conjunto de conceitos, métodos e recursos tecnológicos que habilitam a obtenção e distribuição de informações geradas a partir de dados operacionais, históricos e externos, visando proporcionar subsídios para a tomada de decisões gerenciais e estratégicas”, segundo o Gartner Group. Traduzido como “Inteligência de negócios”, é um conjunto de ferramentas e metodologias de aplicação de softwares diversificados na exploração e análise de dados de um negócio com objetivo de apoiar tomadas de decisão empresariais, sendo uma forma automatizada e de instrumentalizar o processo decisório do negócio através das TIC. Baseia-se na capacidade e potencial analítico que integram em um único lugar toda e qualquer informação necessária nos processos de decisão.

### 2.5.1 ARQUITETURA DE BI

A arquitetura de *Business Intelligence* é uma estrutura organizacional de gerenciamento de informações e componentes integrados que são utilizados para a construção dos sistemas de inteligência de negócios e as tecnologias empregadas nestes.

Os componentes compreendem as estruturas de ferramentas aplicadas, como as fontes de dados utilizados por analistas usuários do sistema de BI para avaliar aspectos da empresa que apoiem a tomada de decisões assertivas e a transformação de dados brutos obtidos destas fontes e das informações contidas neles em conhecimento referenciado para o uso dos processos de BI.

As arquiteturas dependem do escopo e do propósito de aplicação do BI, no entanto seguem determinados padrões, que compreendem na organização dos conceitos chave envolvidos como fonte, transformação, armazenamento, processamento e análise dos dados. A maioria das arquiteturas utilizam o esquema dado pelo fluxo entre fonte, repositório e apresentação de dados. Entre a fonte e o repositório há a área de estágio, onde as fontes de dados distintas se relacionam no processo de extração, transformação e carregamento (ETL) dos dados para organizar as informações neles contidas, sendo a etapa de preparação e adaptação dos dados para então armazená-los em um banco de dados para big data, construído em uma modelagem de DW ou Data Mart, a depender do propósito e escopo.

Por fim, os dados contidos em um repositório para armazenagem massiva são utilizados na aplicação dos processos finais de BI, que compreendem a análise de dados caracterizada pelo processamento analítico de dados on-line (OLAP) e a ciência de dados que se caracteriza pelas técnicas de DM. Uma típica arquitetura de soluções de BI segue uma série de três etapas, conhecidas como camadas estruturais. São estas:

* + **ETL (Extract Transform Load):** conjunto de aplicativos e ferramentas que fazem a coleta de dados nos repositórios da organização, procedem com a limpeza e transformação para enfim carregar o DW (BRACKET, 1996; INMON, 1997; KIMBALL et al., 1998);
  + **Repositório de dados (Data Warehouse ou Data Marts):** repositório de dados integrado e não-volátil onde são armazenados os dados transformados pelo módulo ETL. Esse repositório deverá suportar as demandas analíticas das ferramentas de apoio à decisão e os aplicativos de extração de conhecimento (INMON, 1997; KIMBALL et al., 1998; SELL; PACHECO, 2001);
  + **Apresentação de dados (Front-end):** diz respeito ao conjunto de instrumentos que serão utilizados pelos usuários na organização para navegar no DW. Esses instrumentos correspondem a relatórios previamente configurados, aplicativos para confecção de relatórios, ferramentas OLAP (On-line Analytical Processing), ferramentas de Data Mining (mineração de dados), entre outras (BERRY; LINOFF, 1997; BERSON, 1997; GONZAGA; 2005; THOMSEN, 2002).

### 2.5.2 MODELO DE PROCESSAMENTO DE DADOS EM BANCOS DE DADOS

Os bancos de dados possuem dois formatos operacionais e de aplicação, que são os transacionais e analíticos. Bancos de dados transacionais caracterizam-se pelo funcionamento baseado em interações entre usuários e banco caracterizada pela manipulação de dados concorrente e mutuamente exclusiva entre usuários, interação esta referenciada por um registro com histórico rastreável, fechamento de recursos concorrentes(*lock*) e em alguns casos a possibilidade de desfazer a operação(*rollback/undo*).

Já os bancos de dados analíticos, são concebidos para armazenar e prover métricas sob medida conforme a demanda de analistas de dados que consultem o banco, e tais medidas são organizadas em modelos geralmente multidimensionais, ou por vezes relacionais(tabulares). A principal característica dos bancos analíticos é a interatividade entre o usuário e banco de forma concorrente e consultiva, com retorno da métrica solicitada e não a manipulação dos dados.

Os modelos de processamento dos dados em um banco são divididos com base nestes dois modelos, sendo caracterizados como *On-line Transactional Processing* (Processamento transacional online) e *On-line Analytical Processing* (Processamento analítico online).

#### 2.5.2.1 OLTP

O Processamento Transacional On-line refere-se a sistemas de bancos de dados transacionais, que são aqueles que fazem parte da área operacional de um negócio. Os bancos de dados orientados a transação provêm armazenamento de bases de dados de uma empresa para que possam ser manipulados e registrem informações críticas para os negócios de uma corporação. Focam em realização de um vasto número de transações em tempo real em uma base de dados conectados em aplicações de linha de frente de um negócio, como CRMs, ERPs e *E-Commerce*.

#### 2.5.2.2 OLAP

O Processamento Analítico On-line está relacionado a sistemas de bancos de dados analíticos, que são os que fazem parte da área estratégica de um negócio. Os bancos de dados orientados a análise destinam-se a coletar os registros de dados e informações contidos nos bancos transacionais e aplicar a extração de métricas e testes de hipóteses com base nestes dados, a fim de produzir conhecimento sobre a base através da análise realizada, com intuito de servir de apoio estratégico na tomada de decisão para os negócios de uma organização. Focam em aplicar análises de alta velocidade em grandes volumes de dados provenientes de DW, *data marts* e DL.

#### 2.5.3 CUBOS OLAP

Os cubos cruzam as diversas dimensões de dados existentes em um banco de dados DW ou *data mart* e os integram em um conjunto organizado e coeso, que por isto retratado como um modelo de dados multidimensional(cubo). Esta abordagem permite com que seja feito a mescla da dimensão com o fato e a junção de todos eles conforme o tipo de análise aplicado, possibilitando focalização ou generalização da análise. Dimensão é um aspecto da informação que classifica um dado em um agrupamento bem definido, como endereço, dados pessoais ou informações de um produto. Os cubos de um banco de dados baseado em *On-line Analytical Processing* caracterizam-se por formato de armazenagem dos dados estruturados em várias dimensões intercambiáveis e correlacionáveis. Os cubos OLAP, atualmente, dividem-se nas estruturas multidimensional e tabular.

##### 2.5.3.1 MULTIDIMENSIONAL

Os cubos OLAP Multidimensionais ou MOLAP diferem dos bancos de dados relacionais tradicionais ao tratar cada dimensão em separado. As dimensões são tratadas como uma entidade atômica e podem ser cruzadas para extrair informações analíticas. Cada entidade de um banco de dados relacional pode ser subdividida em várias dimensões contendo as informações normalizadas e um fato, que é o centralizador de correlação entre elas.

##### 2.5.3.2 TABULAR

Os cubos tabulares são uma implementação limitada dos antigos multidimensionais que utilizam a linguagem de expressões para análise de dados (do inglês, *Data Analysis Expressions* ou DAX). Armazenam dados em formato colunar dentro de tabelas, que são divididas em duas dimensões, a de fato e a de medidas. Cada entidade de um banco relacional pode ser dividida nestas dimensões e podem ser cruzadas para aplicar as análises. São modelos relacionais de cubos, portanto ROLAP (*Relacional Online Analytical Processing*).

### 2.6 MODELO DE ARMAZENAMENTO DE DADOS MASSIVOS (BIG DATA)

Sistemas de informação funcionais apresentam dificuldades em integrar informações, especialmente no que tange a necessidade de análise de histórico de problemas ou situações ou então analisar tendências para elaborar modelos preditivos. Além disto, também há problemas de redundância nos dados e, conforme a escala do sistema quando possui patamar de dados massivos (*big data*) elevam a acentuação da gravidade destes problemas.

#### 2.6.1 DATA WAREHOUSES

Os armazéns de dados (do inglês, *data warehouses*) ou DW são conjuntos de dados (ou *datasets*) específicos para um propósito que são extraídos de diversas fontes distintas como bancos de dados relacionais OLTP, CRMs, ERPs, Websites entre outros.

Os DWs são um tipo de base de dados centralizadora e coesa de informações para convergência de dados e informações com utilidade analítica para uma empresa, portanto é construído com a definição de um modelo empresarial que abrange a apresentação de suas principais entidades e relacionamentos críticos.

Segundo Bill Inmon, em seu livro “*Building the Data warehouse*”, o *Data warehouse* é um conjunto de dados orientado, orientado para o assunto, integrado, não volátil, variante ao tempo, no apoio de decisões gerenciais. Seu foco é a organização de todo o ecossistema de negócios como um todo, englobando várias áreas de assuntos distintos e consequentemente criando *data marts* para área em específico.

#### 2.6.2 DATA MART

O mercado de dados (do inglês, *data mart*) é uma versão reduzida de um DW, que abrange somente uma determinada área de assunto para oferecer informações mais detalhadas sobre o mercado ou departamento em questão.

Podem obtidos através de sistemas de bancos de dados transacionais tradicionais ou a partir de um DW central como fonte, que agrega dados de diversos outros sistemas para si.

Buscando dados de um sistema ou fonte de dados transacional diretamente, é possível construir um DM mais rapidamente, por focar apenas no assunto específico que ele atende e não precisar tratar todos os outros envolvidos na estrutura de um DW.

#### 2.6.3 DATA LAKE

O lago de dados (do inglês, *data lake*) é um repositório central de uma empresa para armazenamento e disponibilização de todos os dados de valor gerados pela empresa, como imagens, documentos textuais, logs de chat (conversa por texto ou voz), vídeos, entre outros. São repositórios para dado de qualquer tipo e qualquer formato, estruturado, semi ou não estruturado e diferentes formatos de arquivo suportados.

O objetivo do DL é disponibilizar dados de diferentes fontes para serem consumidos por vários destinos, para fins de tratamento e análise diversificados. São fontes de dados brutos para transformação e processo analítico e destino dos conjuntos de dados processados, transformados e treinados nos modelos onde se aplica análise exploratória, *ad-hoc*, mineração ou até mesmo *machine learning*.

Os *data lakes* são soluções ideais para casos em que se tem muitos dados de várias fontes diferentes com inúmeras possibilidades de extração de conhecimento e informações sobre eles, ou também quando não há um plano estruturado e bem definido do que fazer com uma quantidade considerável de dados e existe a necessidade de organizá-los em um lugar.

O nome Data Lake foi cunhado por James Dixon, CTO (*Chief Techinical Officer* ou Administrador técnico) da Pentaho, solução tecnológica de BD. A ideia por trás da terminologia é expressar o conceito de um local em comum de onde todos os dados vem e para todos só resultantes vão, com níveis de gerenciamento e segurança bem definidos para separar cada tipo de dados de acordo com seu objetivo. Os princípios que caracterizam um *data lake* são: DW tradicional e moderno.

#### 2.6.4 MODERN DATAWAREHOUSE(MDW)

Os armazéns de dados tradicionais (do inglês, *tradicional data warehouses*) ou TDWs são organizados para aglutinar os dados em um único lugar de forma estática, e, portanto, precisa ser manualmente atualizado para atender as variações e evolução de um negócio e suas facetas distintas. Em situações de ganho de escalabilidade em alto nível, o custo de infraestrutura e manutenção pode ser elevado e não atender a demanda total de uma megaempresa.

Surge então a necessidade de implementar uma arquitetura moderna, sob demanda, mais rápida e que suporte mais tipos e formatos de dados diferentes. Neste contexto, os MDWs são implementações que utilizam a estrutura do TDW de forma aprimorada e adaptada a estas mudanças e novos paradigmas para tratar os dados massivos.

A modernização dos DWs visa o suporte a dados não estruturados em estruturas não relacionais, com a tecnologia NoSQL (Não apenas SQL, do inglês Not Only SQL), utilizam serviços de computação em nuvem para aplicar auto escalonamento, alta disponibilidade e contingência através da internet e são arquitetados para serem integrados aos DLs para consultarem dados diferentes de vários formatos e estruturas que não necessariamente são compatíveis entre si.

Desta forma, o MDW ultrapassa o SQL, modelo de entidade-relacionamento, as infraestruturas centralizadas de servidores dedicados e o OLAP, sendo soluções robustas e híbridas para atender a um mercado como um todo com suporte a qualquer tipo de implementação de BD.

### 2.6.7 DATA-DRIVEN-DESIGN (DDD)

A abordagem Data Driven Design consiste em desenvolver e projetar soluções baseada em dados, ou seja, arquitetar ações e estabelecer resposta a questões de negócios orientadas aos dados disponíveis e analisados. Dados são características e atributos atômicos a respeito de itens do mundo real, que se referenciados geram informação, quando ganham contexto. Esta contextualização pode ser aplicada e embasar a tomada de decisões para tomar ações resolutivas, de planejamento e arquitetura de processos de negócio nos mais variados segmentos. Esta base para tomar decisões de negócio ancorada nos dados a respeito deste é o que caracteriza a prática chamada de Projeto Orientado ao Dado ou DDD.

## 2.7 ETL & ELT

Sigla do inglês “*Extract Transform Load*” (Extrair, transformar e carregar), é o processo de ingestão e carga de dados de uma ou várias bases de dados através da integração de diferentes sistemas para compor um conjunto de dados, que será consumido nos processos de *business intelligence* e *data science*. Este procedimento é realizado por softwares especializados em integrar diferentes fontes de dados para se extrair o tipo de dado que provém informações úteis ao modelo a ser construído para exploração ou análise. As características de cada etapa do ETL são:

* ***Extract* (Extração):** é a fase de integração entre vários sistemas para capturar os conjuntos de dados que serão utilizados no destino para a análise
* ***Transform* (Transformação):** etapa que engloba a preparação, limpeza, pré-processamento e adequação dos dados para o uso no destino, de forma que todo dado seja compatível com as técnicas de BI utilizadas, tanto em tipos como em formatos.
* ***Load* (Carregamento):** o processo final, após as duas fases iniciais de preparação do conjunto de dados, onde é feito o carregamento do modelo de dados resultante da transformação para os destinos de armazenamento, podendo ser DWs, data marts, DLs e afins.

### 2.7.1 ELT

O processo ELT vem da sigla em inglês para *Extract Load and Transform* e pode ser considerado uma modernização do ETL tradicional, que permite uma agilidade e maior eficiência no processo da ingestão das fontes de dados e armazenamentos no destino ao inverter a abordagem do fluxo processual no tratamento dos dados.

No ELT, é realizado primeiro a extração dos dados brutos de uma ou várias fontes, estes dados são carregados sem quaisquer alteração ou modificação para um destino de armazenamento, para aí então sofrer transformações. O objetivo com esta inversão de tapas é diminuir substancialmente o tempo de carga entre base de dados da fonte e o conjunto de dados do destino.

Esta inversão permite com que os dados sejam disponíveis em formatos mais rápidos para o transporte, o que torna a velocidade de transferência no carregamento mais acelerada e coloca a transformação na ponta destinada ao modelo do dado modificado. Para situações em que é necessário aplicar transformações muito específicas, em grande quantidade e que gere dados em formatos mais robustos, o ELT é uma opção mais adequada.

## 2.8 MODELAGEM DE DATABASES E DATA WAREHOUSES

A arquitetura de bancos de dados é um procedimento necessário para adequar o sistema construído as necessidades e regras de um negócio, em correspondência com suas necessidades do mundo real. A modelagem de um banco de dados divide-se em modelagem conceitual, que organiza visualmente as entidades de uma base, seus relacionamentos e suas características e é construído em diagramas, a modelagem lógica, que detalha regras de negócio e especificidades de cada ente em uma base, como tipos de dados e chaves e é constituído por tabelas e a modelagem física, que é a definição prática em código do projeto do banco e da aplicação das regras de negócio, onde são desenvolvidos os códigos SQL para a criação do banco de dados de fato. No contexto de bancos de dados relacionais, os modelos de construção são o modelo entidade e relacionamento para bancos OLTP tradicionais e os modelos *star schema* e *snowflake*, que são específicos para *data marts* e DWs.

### 2.8.1 MODELO E DIAGRAMA ENTIDADE-RELACIONAMENTO (MER / DER)

O modelo e diagrama entidade-relacionamento é um paradigma de modelagem de sistemas de bancos de dados utilizado para descrever os objetos envolvidos em um negócio(entidades) com suas características(atributos) definidas pelos seus dados e as relações entre estes objetos(relacionamento).

As entidades são as partes interessadas envolvidas em um domínio de negócio, sendo classificados como físicos ou lógicos, a depender da sua forma de existência no mundo real. Entidades físicas são concretas, como produto, casa, pessoa, funcionário e as lógicas são abstratas como venda, salário, categoria de produtos, corrida de táxi, ou qualquer interação entre entidades concretas que gere um objeto não tangível.

Toda entidade é nomeada na forma de um substantivo de forma clara e atômica para expressar sua função dentro de um domínio. Exemplos de nomes de entidades são CategoriaProdutos, Venda, Aluno, PagamentoSalário, entre outros. Entidades são divididas em classificações segundo o motivo da sua existência, sendo elas:

* + - Entidade forte: são aquelas cujo a existência por si só é suficiente e independem de outras entidades para existir, como uma entidade produto, pessoa ou carro, por exemplo.
    - Entidade fraca: são as que dependem da existência de outra entidade para poder fazer sentido, como uma entidade venda associada a produto ou endereço associado a pessoa, por exemplo.
    - Entidade associativa: surge quando há a necessidade de relacionar diretamente uma entidade com um relacionamento. As entidades somente se relacionam entre si, e o relacionamento expressa a relação entre elas, não sendo possível relacionar uma entidade a um relacionamento, então ao torná-lo uma entidade é possível relacioná-lo a outras. Geralmente surgem em relações de cardinalidade muitos para muitos, onde o relacionamento em si passa a agregar atributos de duas entidades. Em um exemplo em que se tem a entidade venda e produto e é possível ter muitas ocorrências nas relações de detalhes da venda, uma entidade relacionamento desconto pode ser criada para se relacionar com os detalhes da venda, o produto e a venda.

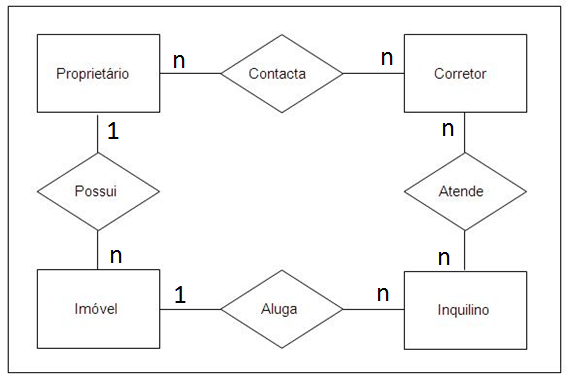
Os relacionamentos são os vínculos entre entidades, que são identificados por meio da sua cardinalidade, que mede a quantidade de objetos envolvidos em cada lado das partes da relação. Classifica-se pela sua cardinalidade da seguinte maneira:

* + - Relacionamentos 1 para 1(um para um): cada entidade envolvida referência apenas mais uma entidade da outra e vice-versa
    - Relacionamentos 1 para N (um para N): uma das entidades envolvidas pode referenciar várias unidades da outra, porém o outro lado pode referenciar apenas uma unidade.
    - Relacionamentos 0 para 1 (zero para um): Uma das entidades envolvidas pode referenciar apenas uma unidade da outra, e esta outra parte pode referenciar uma ou nenhuma.
    - Relacionamentos N para N (muitos para muitos): Uma das entidades envolvidas pode referenciar várias unidades da outra e vice-versa

Os atributos descrevem os dados de uma entidade. Podem ser descritivos, que expressam uma característica concreta, nominativos, que descrevem e identificam um objeto de forma única ou não, simples, quando são campos unificados e compostos, quanto possuem vários campos.

Os diagramas de entidade e relacionamento (DER) concretizam a modelagem abstrato de dados que abrange as entidades e relacionamentos, e expressa suas interações, a cardinalidades e atributos envolvidos.

Figura 19 - Diagrama Entidade Relacionamento de sistema de imobiliária



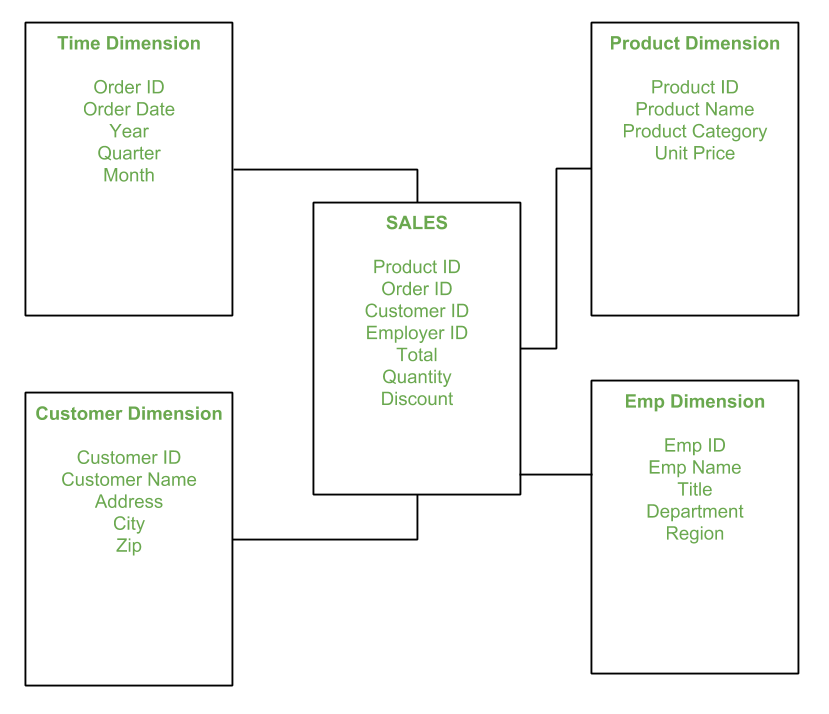
Fonte: Devmedia (2021)

### 2.8.2 MODELAGEM DE STAR SCHEMA E SNOWFLAKE

O esquema estrela é o modelo padrão para esquematizar a arquitetura de *data marts* dimensionais e DWs. É composto por uma ou mais tabelas de fatos que indexam um uma quantidade variável de dimensões.

Tabelas fatos se relacionam com todas as dimensões, sendo o centro de convergência para todas as relações no esquema, e todas as dimensões não se relacionam entre si, mas conectam-se necessariamente aos fatos, o que forma um modelo organizacional semelhante a uma estrela, como mostrado na figura 20 abaixo.

Figura 20 - Esquema Estrela (Star Schema)



Fonte: GeeksforGeeks (2021)

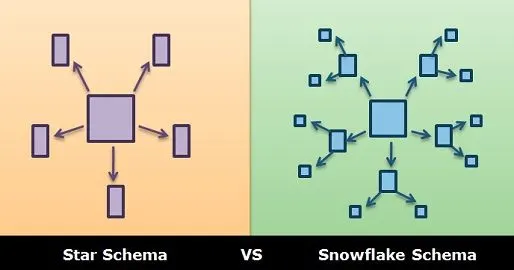
Na figura 20 acima, a coluna de vendas é a coluna fato, que abrange uma ocorrência concreta no mundo real e cada dimensão se relaciona a ela, cada uma mantendo registro de valores específicos a um fim, como os dados do cliente, do vendedor, da data e do produto. Esta organização visual é o que motiva a nomenclatura do modelo de *star schema* (SSM).

No SSM, todos os dados de processos de um negócio estão distribuídos em uma ou várias tabelas de fato, se forem quantitativos e em tabelas de dimensões, se forem características descritivas das partes envolvidas no negócio referenciado pelo fato. Em suma, a tabela fato armazena valores quantitativos de do domínio de negócio e as dimensões armazenam dados qualitativos que descrevem este domínio e o seus fatos.

O modelo de *snow flake* (SFM) são materializados quando as dimensões de um SSM possuem um nível de detalhamento e estrutura elevados, com diversos níveis de relacionamento entre eles incluindo relações de hierarquia entre as dimensões, que podem se relacionar de forma unidirecional e hierárquica em uma relação de super e sub dimensão.

Desta forma, o SFM é um caso especial e uma implementação mais robusta de um SSM que considera nivelamento elevado de relacionamentos e hierarquia de dimensões. Na imagem a seguir pode-se ver a comparação visual dos dois esquemas.

Figura 21 - Esquema flocos de neve (Snowflake Schema)



Fonte: Hevo Data (2021)

## 2.9 ENGENHARIA DE DADOS E BIG DATA

A engenharia de dados inclui o desenvolvimento e manutenção da arquitetura e infraestrutura de dados, portanto, é responsável pela geração, projeto, construção e manutenção do ambiente de dados, sistema de processamento e armazenamento. A possível ausência da engenharia de dados afetaria a ciência e análise dos dados.

As principais responsabilidades da engenharia de dados estão relacionadas ao projeto e desenvolvimento de rotinas e objetos usados para armazenar dados, normalmente a rotina é o processo de carregamento (ETL) ou ingestão de dados. Incluso nesses procedimentos também incluem procedimentos para processamento, limpeza e qualidade de dados.

A ingestão de dados é um termo que significa que os dados são inseridos em estruturas de dados normalmente não relacionais, essas estruturas podem ser baseadas em sistemas de arquivo de código aberto.

Outra função principal e praticamente exclusiva de um engenheiro de dados é a criação, manutenção e operação de pipelines de dados. Os data pipelines são métodos de orquestração da movimentação de dados entre sistemas diferentes, cujo formato de armazenamento e gerenciamento do dado geralmente difere da fonte para o destino.

O pipeline de dados permite então a integração entre diferentes bases de armazenamento dos dados, pela automatização do processo de cópia de um local para outro com a aplicação de transformações e consolidação dos dados movimentados, que podem ser disponibilizados em repositórios de armazenamento com alta performance e disponibilidade, como um DL (lago de dados).

Os pipelines são gerenciados pelo engenheiro de dados, que atua em todo o ciclo de vida do processo, que consiste na definição de origem e destino e suas ligações, o fluxo dos dados caracterizado pelo ETL, os modos de armazenamento para os resultados das fases do pipeline, o modo de processamento utilizado, o fluxo de trabalho com as tarefas agendadas e automáticas, a monitoria de execução dos procedimentos e toda a *stack* de tecnologias empregadas em cada ciclo.

### 2.9.1 TIPOS DE PROCESSAMENTO DE DADOS EM PIPELINES

Os pipelines para transpor de dados entre fontes diversas possuem paradigmas de processamento e execução a depender do seu propósito. Alguns sistemas de BDA necessitam de dados em tempo real, outros precisam de alimentação de dados esporadicamente, e tem alguns que necessitam de movimentação de dados em pulsos de duração quase instantânea. As formas de processamento do pipeline de dados são divididas nos seguintes modelos:

* *Batch Processing* (Processamento em lotes): este modelo consiste no processamento de grandes volumes de dados agrupados de uma só vez, e várias tarefas de processamento em batch podem ser executada simultaneamente sem interrupções e em ordem sequencial. São apropriados para movimentação transacional de dados que não dependem de continuidade, como o processamento de pagamento de faturas ou a carga de sistemas analíticos.
* *Real-time processing* (Processamento em tempo real): processamento de dados em tempo real é característico de sistemas reativos. O tempo de resposta na interação entre uma origem e um destino de dados deve ser um pulso de intervalo que tenda a zero na medição de tempo real. Processamento de tempo real é designado para trocas de dados em que a atualização entre a entrada e a saída precisa ser simultânea, como uma transação bancária em um caixa eletrônico ou um controlador de voo.
* *Streaming processing* (Processamento em fluxo corrente): o processamento corrente ou *stream processing* trata-se de uma troca de dados praticamente instantânea entre origem e destino, em que o intervalo de tempo de duração da interatividade e do transporte dos dados precisa ser relativamente curto e o tempo de processamento dos dados de entrada na fonte precisam ser iguais aos de saída no destino. O processamento em *stream* é aplicado a trocas de dados entre sistemas que precisam de uma sincronia com baixo nível de atraso, como serviços de vídeos sob demanda ou portais analíticos on-line.

## 2.10 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados é o trabalho de compreender uma grande quantidade de dados não estruturados que precisam ser compilados e organizados. Nesse processo, os profissionais podem obter resultados sobre vendas, marketing, relacionamento com clientes e outras possibilidades. (FERREIRA, 2019)

A análise de dados é um esforço para aprofundar os dados coletados pela empresa em suas principais fontes. E-mails, plataformas de gerenciamento, ferramentas automatizadas, planilhas, documentos e muitas outras fontes geram grandes quantidades de material não estruturado, mas muito útil, conhecido como big data.

Após a compilação, uma grande quantidade de informações pode ser analisada tecnicamente com o auxílio da tecnologia.

Existem sistemas de suporte aos analistas que podem identificar automaticamente os padrões de comportamento desses dados.

A análise dos dados pode garantir que, partindo da matéria-prima, trabalhemos sempre com a tecnologia e entendamos a empresa sob diversos ângulos com o suporte de tecnologia de ponta.

### 2.10.1 TIPOS DE ANÁLISE DE DADOS EM BIG DATA

A análise de dados em BD é definida mediante a sua finalidade, estrutura organizacional dos dados e foco analítico. Os fins da análise podem ser previsão, prescrição, diagnóstico, a estrutura pode ser composta por dados históricos, conjuntos de associações, variáveis numéricas contínuas e as análises podem focar em dados do passado, tendências ou correlação entre dados. Cada tipo de abordagem possui as características supracitadas que os compõe, são eles:

* **Análise preditiva:** possui a finalidade de predição de comportamentos futuros, com foco em situações específicas que condicionem determinados acontecimentos através de padrões.
* **Análise prescritiva:** destina-se à avaliação consequencial de ações tomadas com a análise dos dados provenientes de uma ação. Desta forma pode-se traçar prescrições de rumos e medidas necessárias para atingir resultados específicos.
* **Análise descritiva:** visa analisar de maneira geral os fatos que ocorrem no mundo real em tempo presente, sem aferir juízo de valor analítico, restrita apenas a dispor a visualização e exibição dos dados em ocorrência.
* **Análise diagnóstica:** pauta-se na análise de impacto de ações tomadas ou da ocorrência de eventos, a partir do levantamento de dados correlatos do passado, para que seja possível traçar causalidade entre eles.

### 2.10.2 ANÁLISE DE DADOS AD HOC

A expressão *Ad hoc* é latina e significa "para este fim". Ou seja, a consulta é criada para um propósito específico apenas para atender a necessidades específicas em um momento específico.

*Ad Hoc* é uma espécie de consulta SQL no banco de dados, que é criada dinamicamente de acordo com necessidades específicas (não pode ser generalizada, ou seja, pode ser utilizada em mais de uma situação) quando há demanda, ao invés de ser criada instantaneamente e salvos no SGBD para que possam ser reutilizados posteriormente.

Esse tipo de consulta é causado por solicitações não planejadas e imprevistas.

Normalmente, as solicitações não planejadas são características de aplicações de suporte à decisão, como aplicações de BI ou Data Mining, portanto, as consultas *ad hoc* são muito comuns em tais sistemas. As consultas temporárias são projetadas para fins específicos e são diferentes das consultas predefinidas.

Consultas temporárias podem ser criadas de várias maneiras, por exemplo, diretamente no processador de linguagem de consulta / script, criado manualmente, linha de comando, gerado dinamicamente na aplicação, entre outros.

Consultas temporárias não são armazenadas no banco de dados e o mecanismo do banco deve sempre analisar, criar planos de execução, entre outros. Quando a consulta é executada, eventualmente, elas se tornam consultas não otimizadas.

Se foi utilizado uma *string* dinâmica para criar uma consulta temporária, será uma consulta dinâmica.

As consultas dinâmicas são consideradas consultas *ad hoc* porque também não contêm instruções SQL criadas como procedimentos armazenados.

O problema que pode surgir ao usar consultas ad hoc é que elas podem ser suscetíveis a ataques de injeção SQL, pois quando esse tipo de consulta é executado, às vezes os objetos do banco de dados são eventualmente expostos. Portanto, neste caso, será melhor utilizar parâmetros ao criar as consultas, pois isso ajuda a proteger os objetos do banco.

## 2.11 CIÊNCIA DE DADOS

O termo ciência de dados é novo, pois surgiu por volta de 1960, podemos dizer que a ciência de dados é um tipo de ciência nova, por esse motivo ela pode ser mal compreendida. A ciência de dados procura examinar os dados em todo seu curso de vida. (AMARAL, 2016)

A importância da Ciência de dados está atrelada a ela permitir a extração de informações bastante valiosas a partir de uma base de dados.

A ciência de dados é um campo muito auspicioso para ser estudado e analisado, e a exploração desse gere grandes volumes de dados advindo de diversas fontes.

Há várias disciplinas envolvidas na ciência de dados. Sendo elas:

* + - Estatística
    - Computação
    - Conhecimento do negócio
    - Matemática

O processo se inicia com a coleta dos dados mediante a um questionamento correto sobre o problema e objetivo, após esse passo é feito a análise dos dados, utilizando a visualização, aplicação de técnicas e algoritmos, termina com a comunicação dos resultados. (PASSOS, 2016)

Figura 22 - Ciência de dados no contexto dos diversos processos relacionados a dados na organização.



**Fonte: Anello92 Medium (2021)**

A Figura 22 mostra a ciência de dados na circunstância de inúmeros outros processos correlacionados e associados com dados na organização. A imagem diferencia ciência de dados de outras perspectivas do processamento de dados.

## 2.12 MINERAÇÃO DE DADOS

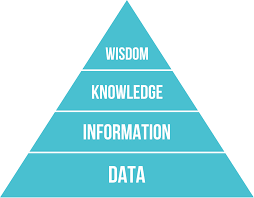
A mineração de dados (em inglês, *Data mining*) é um processo analítico de extração de conhecimento através da exploração automatizada de uma base de dados, com objetivo de detectar anomalias, padrões, correlações e potenciais causalidades entre os dados transacionais armazenados em um banco de dados padrão ou até mesmo em um conjunto de grande volume de dados (em inglês, *Big Data*). O objetivo principal que pode ser alcançado a partir disto é a descoberta de conhecimento ou sabedoria em uma base de dados, após sua estruturação para ser minerada.

As técnicas de mineração são algoritmos que analisam uma base ou conjunto de dados para aplicar sua metodologia para busca de conhecimento e produção de sabedoria de forma automática e preditiva, ao contrário das técnicas convencionais de BI, que consiste em definir hipóteses, problemas e estabelecimento de indicativos para serem testados e avaliados contra a base de dados através da análise de dados passados, apresentando os resultados obtidos na coleta para auxiliar na tomada de decisão orientada a dados.

Desta maneira, pode-se aferir que a mineração de dados é uma abordagem proativa na descoberta de conhecimento em base de dados com foco em projeção futura e generalista de um domínio de negócios a partir dos dados coletados, além da simples identificação de tendências anteriores contidas na base. Sendo um braço técnico da ciência de dados, trata-se da aplicação de inteligência computacional com enfoque em análise exploratória dos dados particulares de um segmento de mercado para produzir conhecimentos específicos sobre este setor.

### 2.12.1 A PIRÂMIDE DO CONHECIMENTO PARA MINERAÇÃO DE DADOS: HIERARQUIA DIWK

Figura 23 - A pirâmide de conhecimento



Fonte: Towards Data Science

A pirâmide de conhecimento conhecida como *Data-Information-Knowledge-Wisdom* (do inglês, dado-informação-conhecimento-sabedoria) é uma hierarquia de conceitos muito utilizado em análise e ciência de dados, e na arquivologia e na ciência da informação.

Foi primeiramente pesquisado pelo teórico Russel Ackoff por volta da década de 1980. Russel aponta que um dado em isolado não possui significado em si, pois necessita de interpretação para ganhar contextualização e referência sendo transformado em informação e o conjunto de compreensões acerca da informação é entendido como conhecimento. A sabedoria, no topo da pirâmide, seria o resultado composto pelas visões obtidas através dos diferentes cenários de conhecimento analisados.

Para Jennifer Rowley (2007), as informações são tipicamente definidas em termos de dados, o conhecimento em termos de informação e a sabedoria em termos de conhecimento.

Como cada etapa é uma composição da seguinte, é necessário analisar cada esfera da pirâmide para agrupar o nível e construir o caminho para o seguinte. Desta forma, a análise de dados é iterativa e ultrapassa etapas até chegar no momento desejado. Certas análises preocupam-se com produção de informações, outras de conhecimento e algumas buscam uma sabedoria acerca dos cenários. Em todos os casos, o dado é o objeto de estudo e a finalidade é sempre alguma etapa subsequente. Cada um dos estágios da pirâmide pode ser definido da seguinte maneira:

* + - Dado: dados são registros factuais de situações do mundo real, que produzem sinais ou símbolos, quantitativos ou qualitativos e nada a mais que isto. Podem ser compreendidos como ruídos, eventos, registros específicos ou qualquer ocorrência sem significado intrínseco. São inertes, desorganizados e não processados.
    - Informação: surge quando um ou mais dados são contextualizados e ganham referências, tornando-os úteis para um propósito. Ao aplicar classificação, organização e estruturar o(s) dado(s) produz-se informação, que é orientada a responder perguntas com os dados.
    - Conhecimento: é o resultado da estruturação e organização de toda informação produzida a partir de dados processados, para atingir objetivos e aferir utilidade as informações estruturadas. Está relacionado implicitamente ao aprendizado e permite a detecção de padrões informacionais e estabelecer modelos preditivos.
    - Sabedoria: é a interpretação geral de todo conhecimento produzido, que ultrapassa a fronteira da detecção de padrões e escala para a explicação e entendimento do que os motiva. É a forma de compreender o conhecimento sobre informações do passado para projetar com assertividade tendências futuras.

Neste trabalho que se segue, o objetivo final através da hierarquia DIKW é a produção de conhecimento acerca da base de dados do Enem 2019 através da análise de dados *ad-hoc* para extrair informações estatísticas a cerca dela e a extração de sabedoria a partir do conhecimento contido nesta base, produzindo modelos probabilísticos para detecção de correlação e confiança na inferência de causalidade entre eles, através da mineração de dados pela descoberta das regras de associação sob a ótica operacional do ciclo KDD.

### 2.12.2 KDD

O processo KDD (do inglês, *Knowledge Discovery in Databases*, ou Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados) objetiva a análise de informação contextualizada de uma base ou banco de dados BD.

O objetivo deste padrão analítico processual é orientar o fluxo de tratamento de dados em larga escala, organizando uma sequência cíclica da mineração de dados que leve em consideração todas as partes deste processo, abrangendo as várias áreas ou corpos de conhecimento por trás da manipulação de dados como infraestrutura de armazenamento (DBs, DWs e DLs), ciência de dados (estatística, matemática aplicada e inteligência artificial) e análise de dados (detecção de padrões, testes de hipóteses e visualização de dados).

O KDD é uma estrutura em ciclo comum a qualquer técnica de mineração de dados e vai envolver todos estas áreas subordinadas a esta abordagem analítica orientada a dado (do inglês, *data-driven analysis*). As etapas dos processos de descoberta de conhecimento em bancos de dados são:

* **Coleta (ou seleção) de dados:**  uma vez estabelecido o entendimento do negócio e delimitado o domínio de risco pertencente a ele onde se deseja produzir o conhecimento, é necessário coletar os dados de uma ou várias fontes, através da seleção daquelas de maior relevância para o objetivo da análise e armazenamento dos conjuntos de dados obtidos das bases ou repositórios escolhidos. O objetivo a alcançar é selecionar conjuntos de dados úteis e então disponibilizá-los para o pré-processamento.
* **Pré-processamento e limpeza dos dados:** nesta etapa, realiza-se o carregamento inicial para uma análise preliminar da situação dos dados. Este procedimento visa varrer todo o conjunto ou base de dados para identificar possíveis inconsistências, incompletudes, heterogeneidade na integração de dados distintos, incompletude e redundância sem propósito que incida em cada dado. Também se busca potenciais problemas que o formato ou disposição de um dado possa ocasionar durante a aplicação do algoritmo no momento da mineração. O Objetivo é ajustar inconsistências, mitigar falhas de integridade e descartar dados inúteis para a técnica a se aplicar.
* **Transformação de dados:** feita a remoção de dados desnecessários ou ofensores no pré-processamento dos dados coletados, realiza-se a transformação dos que foram aproveitados para que sejam compatíveis com o algoritmo de mineração a ser usado. Uma vez que cada algoritmo trata dados de formas específicas, é preciso compatibilizar o formato do dado para que seja adaptado a forma como a mineração será realizada. Leva-se em conta o tipo de dado que é suportado, se é qualitativo ou quantitativo, e o formato do dado, se é discreto ou contínuo.
* **Mineração de dados:** é o objetivo principal e a etapa mais importante do ciclo KDD, pois é nela que se aplica ferramentas automatizadas e algoritmos para descoberta de correlações, causalidades, padrões e tendências entre informações de uma base de dados, a fim de predizer um conhecimento ou sabedoria a partir dos resultados desta análise de dados.
* **Avaliação e interpretação dos resultados:** etapa final de um ciclo KDD, onde interpreta-se todos os resultados obtidos da mineração e, a partir disto, conclui-se a produção de conhecimento extraída desta verificação dos dados minerados.

### 2.12.3 TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS

Cada base de dados possui um formato apropriado a um tipo de técnica de mineração a ser escolhida, que também tem seu propósito mais adequado em termos de resultado obtido. Algumas técnicas visam avaliar bases de dados transacionais, ou seja, tratar cada linha ou registro como uma ocorrência de fatores. Pode-se também analisar uma base de dados que tema atributos qualitativos ou quantitativos e, ao levar em conta este último, ainda pode-se distinguir a análise de valores discretos ou contínuos. Estas formas de implementação do DM têm objetivos específicos, e para cada qual determinadas ferramentas ou algoritmos especializados. As mais relevantes são:

* **Descoberta de associações ou análise de regras de associação:** Consiste na varredura de uma base de dados que visa buscar relações entre eles para prever padrões de correlação e aferir causalidade entre cada dado, através da avaliação probabilística de regularidade associativa entre cada conjunto de valores analisado. O funcionamento do algoritmo é dado pela probabilidade da união de conjuntos e pela frequência de ocorrência de cada item em uma base transacional de dados, comparando a quantidade de cada valor em um conjunto de dados e a probabilidade desde ocorrer em concomitância com outro de forma dependente.
* **Classificação:** Busca obter, através de modelos preditivos, conjuntos de modelos descritivos discretizados de uma base de dados de acordo com conceitos pré-definidos conhecidos como classe, com objetivo de utilizar essas classificações para predizer novas entradas de dados ainda não rotulados, de modo a classificá-las de acordo com as classes de objetos estabelecidas. Como esta técnica opera através de modelos pré-estabelecidos de rótulos, o algoritmo utiliza-se de aprendizado supervisionado de máquina.
* **Agrupamento ou *Clusterization*:** Técnica similar as análises preditivas, mas com sentido inverso, pois emprega a análise de dados brutos sem predefinição de rótulos para então identificar agrupamentos (do inglês, *clusters*) dos objetos discretos que definem uma classe. Desta forma, um algoritmo de clusterização aglutina dados com similaridades para criar grupos a serem rotulados posteriormente. Devido ao fato de aplicar análise sem orientação preliminar, o algoritmo de agrupamento emprega aprendizado não-supervisionado.
* **Regressão:** Trata-se de uma análise preditiva que visa analisar um conjunto de valores como dado entrante e prever valores de saída a partir deles. É conhecida como predição funcional, pois associa atributos discretos a atributos contínuos em uma relação de dependência funcional e por ter como objetivo a previsão de atributos contínuo, isso difere os modelos de regressão dos de classificação. Como estes algoritmos analisam entradas dependentes e resultam em regras funcionais preditivas, utilizam aprendizado não supervisionado.
* **Análise sequencial:** É uma abordagem cronológica orientado a eventos, que analisa o intervalo temporal da ocorrência de determinados itens em uma base de dados dada uma ordem pré-definida. Esta técnica tenta prever padrões sequenciais de valores em uma base de dados. Por realizar uma busca em um conjunto de dados baseada em um padrão pré-definido, o algoritmo sequencial aplica aprendizado supervisionado.
* **Detecção de Ruídos ou Outliers:** Esta técnica tem como objetivo avaliar dados a partir de padrões pré-definidos para detectar transações que fujam deste padrão, sendo anomalias na base de dados (ou outliers). Estes desvios são conhecidos como ruídos, por destoarem dos padrões e regularidades em um conjunto de dados, sendo frequentemente valores descartados em outras técnicas, no entanto a abordagem de detecção foca justamente nestas discrepâncias em bases de dados. Por partir de padrões já conhecidos para analisar a base, o algoritmo de detecção de anomalias(ruídos) emprega aprendizado supervisionado.

#### 2.12.3.1 TÉCNICA DE MINERAÇÃO E ALGORITMO ESCOLHIDOS

Foi escolhido para o propósito deste trabalho a técnica de mineração de dados por descoberta de regras de associação, que utiliza uma abordagem probabilística para avaliar a correlação entre conjuntos de itens em uma base de dados transacional para aferir a probabilidade de ocorrerem em conjunto e de um conjunto implicar na ocorrência simultânea de outro, sendo um vetor analítico de causalidade.

O algoritmo de regras de associação aplicado foi o AAR, disponibilizado como biblioteca na linguagem R, que realiza uma varredura recursiva de um conjunto de dados para mapear transações e a partir delas, descobrir as regras de associações e identificar suas medidas.

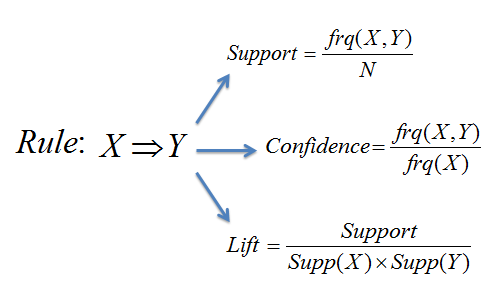
##### 2.12.3.1.1 DEFINIÇÃO FORMAL DO ALGORITMO DE MINERAÇÃO POR REGRAS DE ASSOCIAÇÃO (ARM)

Seja I = {I1, I2, …, Im} um conjunto de m atributos(dados) distintos. Seja D uma base de dados, onde cada registro ou tupla T possui um identificador único e contém um conjunto de itens tais quais T⊆I. Uma regra de associação é uma implicação na forma de X⇒Y, onde X, Y⊂I são conjuntos de itens chamados de *itemsets* e X ∩ Y = Ø. O atributo X é definido como o antecedente e o atributo Y é definido como consequente.

O **suporte**(***support***) de uma regra de associação é a razão (em porcentagem) entre os registros que contém X U Y e o número total de registros na base. Para um dado número de registros, a **confiança** (***confidence***) é a razão (em porcentagem) entre número de registros que contém X U Y e o número de registros que contém somente X. Seja a confiança **C** da regra X⇒Y e o suporte **S** de Y, o parâmetro **alavancagem** (***Lift***) é uma razão entre C(X⇒Y) e S(Y).

O parâmetro *support* mede a frequência em que conjuntos de itens de uma regra ocorrem em união. Já o *confidence* mede a probabilidade da união entre conjuntos X e Y onde X⇒Y em relação a probabilidade de Y. O *Lift* mede a relação entre a *confidence* de X⇒Y e o *support* de Y.

Figura 24 - Ilustração dos atributos da técnica de regras de associação



Fonte: Saedsayad (2021)

##### 2.12.3.1.2 TÉCNICA E ALGORITMO ESCOLHIDO: REGRAS DE ASSOCIAÇÃO APRIORI (APRIORI ASSOCIATION RULES)

Os algoritmos de regras de associação atuam em bases de dados em formato transacional e com dados quantitativos discretos ou qualitativos, de modo que sejam contabilizados em termos de repetição ou frequência de aparição nas transações em um conjunto de dados analisado, a fim de estabelecer causalidade entre cada item de um conjunto.

Uma transação é um registro em uma base de dados que contém uma identificação e é composta por um conjunto de itens armazenados que permitem caracterizá-la pela combinação destes elementos, sendo definida pela relação entre identificador e conjunto de itens. A técnica de descobertas de regras de associação pode ser aplicada apenas em bancos ou bases de dados em formato de transação, pois avalia probabilidades de aparição simultânea de itens em um dado conjunto, por isto avalia cada registro transacional quantificando seus atributos ou itens.

A técnica *apriori* atua nestes conjuntos varrendo iterativamente cada transação em busca da repetição de cada item para quantificar sua frequência em relação ao todo e testar associação entre os itens presentes, o que resultará em uma regra de associação entre os dados. Ao aplicar uma abordagem iterativa, o AAR analisa a frequência de conjuntos de itens de tamanho k baseado na frequência dos itens de tamanho k-1, que se baseia no cálculo da frequência dos conjuntos de tamanho k-2 e assim sucessivamente até avaliar cada transação registrada.

A frequência simultânea de todos os itens presentes em uma determinada regra é chamada de suporte (*support*), que se dá pela probabilidade de ocorrerem em conjunto em toda a base, e as relações causais na relação entre cada item dela chama-se confiança (*confidence*). A confiança é obtida através da probabilidade da ocorrência simultânea de itens e de um conjunto deles ocasionar um outro, o que estabelece o percentual de dependência entre um item e outro. A hipótese associativa que mede a relação entre a frequência de um item consequente e a probabilidade de consequência denomina-se elevação(*lift*). O *lift* é a razão entre confiança e suporte de uma regra, que determina se a correlação entre os itens avaliados é positiva, negativa ou nula.

As regras de associação são pautadas em análise de correlação e causalidade. As técnicas da descoberta de associações avaliam ocorrência de itens concomitantes em bases transacionais, a probabilidade da ocorrência de certos itens em condição de outros e, existindo o condicionamento, se o sentido é positivo ou negativo. Estes parâmetros são os que determinam a validade ou relevância de uma regra de associação específica, sendo representados pelo suporte, confiança e elevação, respectivamente. Em qualquer algoritmo de associação, as regras serão geradas a partir dos valores mínimos destes indicadores estatísticos pré-definidos, que são medidores probabilísticos determinantes para descarte ou aceitação de cada regra e para o teste de hipótese que as embase.

Cada conjunto de dados dentre um registro transacional é tido como um “conjunto de dados candidato”, pois pode vir a se tornar uma regra associativa caso os valores de confiança e suporte atendam ao mínimo estabelecido arbitrariamente, cujo a hipótese de correlação é validada pelo *lift* ou alavancagem, que indicará o sentido da regra. A forma como as regras candidatas são detectadas e descobertas depende do algoritmo escolhido.

Em se tratando do “*Apriori*”, o esquema utilizado para varrer toda a base para descoberta de regras consiste em analisar cada conjunto de dados a partir de tamanhos unitários e, a partir deles, avaliar conjuntos maiores de forma incremental e iterativa, pois junta cada conjunto prévio para transformá-lo em um maior e elimina os menores que tiverem frequência abaixo do valor definido. Desta forma, o algoritmo *apriori* reduz os conjuntos de dados considerados para exploração apenas aqueles que têm o suporte maior do que o valor mínimo encontrado em todo o conjunto de dados.

Escolheu-se a técnica de descoberta de associações e a utilização do algoritmo de regras de associação *apriori*, pois possibilita listar todos os conjuntos de itens de diferentes tamanhos no banco de dados que possuam frequência suficientemente consideráveis e, ao adotar uma abordagem iterativa, possibilita uma varredura eficiente de uma grande base de dados. O AAR é o algoritmo mais frequentemente aplicado para técnica de ARM.

O objetivo deste trabalho é correlacionar fatores socioeconômicos e características dos participantes do ENEM ao seu desempenho e participação neste e traçar perfis padrões entre todos eles de acordo com estes critérios, portanto a descoberta de associações entre estes itens torna-se a forma mais adequada de aferir causalidade a itens relacionados com um bom nível de segurança, o que também viabiliza descobrir relações entre os dados cadastrais em si que sejam aproveitáveis no desenho de um perfil social, econômico, geográfico ou até mesmo psicopedagógico de um candidato em termos do seu rendimento nas provas, porém este último foge do escopo atual deste trabalho.

A mineração de dados por regras de associação demonstra-se uma ferramenta poderosa de apoio na análise social do ENEM e pode ser útil no estudo da educação inclusive no exame, uma oportunidade para trabalhos futuros. Neste trabalho que se segue, submete-se a base de dados ao ciclo do KDD e busca-se entender o exame nacional do ensino médio pela perspectiva pedagógica para analisar aspectos sociais, psicológicos, econômicos e geográficos a respeito dos participantes e como estes fatores podem afetar o seu desempenho nele, avaliar o impacto destes critérios no aproveitamento do aluno em cada área de conhecimento, nas competências da redação e na sua participação nas provas, ausência e possíveis eliminações.

A partir desta avaliação estatística computacional dos micros dados do ENEM, pode-se revelar conhecimento acerca do perfil social de quem realiza a prova extrapolar a interpretação dos resultados para descobrir sabedoria a respeito da situação do ensino médio regular no país, pois o exame é estruturado pautado em uma base comum curricular a toda cadeira de ensino secundário no Brasil.

## 2.13 CLOUD SERVICES (SERVIÇO EM NUVENS)

A Cloud Service está cada vez mais difundido na sociedade e está em um progresso de utilização, além disso há o contexto de preservação dos tipos de objetos encontrados nos ambientes digitais, facultando o armazenamento e o acesso aos dados a longo prazo.

A expressão "*cloud services*" concerne a um vasto encadeamento de serviços proporcionados sob demanda para organizações e clientes através da Internet. Esses serviços são planejados para propiciar facilidade no acesso a aplicações e recursos, sem necessariamente de infraestrutura local. Podemos averiguar isso a partir da verificação de e-mail à colaboração em documentos, a maioria dos usuários usufruem os serviços em nuvem no decorrer das atividades laborais, estejam eles cientes disso ou não.

Os “*cloud services*” são administrados por fornecedores e provedores de serviços de computação em nuvem. Eles são fornecidos aos clientes a partir dos servidores dos provedores, por conseguinte, não há necessidade de uma organização hospedar os aplicativos em seus próprios servidores locais.

Podemos afirmar que as principais vantagens da utilização de serviços em nuvem são:

* **A escalabilidade**: Não se faz necessário uma organização investir em seus próprios recursos ou designar uma equipe de TI extra para administrar o serviço, em razão de que o provedor de serviços em nuvem fornece toda a infraestrutura e softwares necessários.
* **Economia**: A grande maioria dos serviços em nuvem são ofertados como subscrição mensal ou anual, nesse caso não há necessidade de custear licenças de software localmente. Isso gera uma grande economia, pois é possível acessar os serviços de software, armazenamento e outros serviços sem há necessidade de investir em uma infraestrutura subjacente ou lidar com manutenção e atualizações.
* **Flexibilidade**: As organizações podem adquirir serviços sob demanda, conforme a necessidade. No momento que não houver mais necessidade de uma determinada aplicação ou plataforma, a empresa pode simplesmente cancelar a assinatura ou encerrar o serviço.

Sobre a decisão de como aproveitar os serviços de nuvem, as organizações podem eleger que tipo de ambiente opera melhor para o seu negócio: nuvem pública, nuvem privada ou uma combinação de ambas.

* **Privado**: Os serviços de nuvens privadas são construídos somente para uma única organização. Diferentemente de um data center privado virtual, a infraestrutura utilizada pertence a empresa, à vista disso, ele tem controle total sobre como as aplicações são implementadas na nuvem. Uma nuvem privada geralmente é criada sobre um data center privado.
* **Público**: Os serviços de nuvens públicas são executados por terceiros. Ficando misturado as aplicações de diversos usuários nos sistemas de armazenamento, isso pode transparecer uma ação ineficiente a princípio. Mas isso se justifica, visto que, se a implementação de uma nuvem pública julga demandas essenciais, como por exemplo, o desempenho e segurança, logo, a existência de outras aplicações sendo executadas na mesma nuvem continua transparente tanto para os prestadores de serviços como para os usuários.
* **Comunidade**: Neste modelo a infraestrutura do serviço de nuvem é partilhado por várias organizações e suporta uma comunidade específica que compartilha as responsabilidades. Esse modelo pode ser gerenciado por organizações ou por um terceiro e pode existir localmente ou remotamente.
* **Híbrido:** Nos serviços de nuvens híbridas há uma conjuntura dos moldes de nuvens públicas e privadas. Permitindo assim que um serviço em nuvem privado possa ter seus recursos expandidos a partir de uma retenção de recursos em uma nuvem pública. Há uma vantagem nesse atributo que é reter os níveis de serviço mesmo que haja oscilações esporádicas na necessidade dos recursos.

### 2.13.1 SAAS

Software como serviço ou SAAS. Essa extenso conjunto envolve diversos serviços, como armazenamento e backup de arquivos, e-mail baseado na Web e ferramentas de gerenciamento de projetos.

Nessas aplicações, os usuários podem acessar, compartilhar, armazenar e proteger informações na “nuvem”.

### 2.13.2 IAAS

Infraestrutura como serviço, ou IAAS, dispõe a infraestrutura de que muitos provedores de serviços em nuvem precisam para gerenciar ferramentas SAAS, todavia não querem se manter. Esse serviço atua como a estrutura completa do data center, eliminando a necessidade de instalações no local com uso intensivo de recursos.

Os provedores mantêm todos os servidores de armazenamento e hardware de rede, além disso também podem oferecer balanceamento de carga, firewalls de aplicações, entre outros.

### 2.13.3 PAAS

O modelo de serviço em nuvem conhecido como plataforma como serviço, ou PAAS, serve como um ambiente baseado na web onde os desenvolvedores podem construir aplicativos em nuvem. PAAS fornece um banco de dados, sistema operacional e linguagem de programação que as organizações podem usar para desenvolver software baseado em nuvem, sem ter que manter os elementos subjacentes.

### 2.14.4 DAAS

*“Development as a Service”* ou Desenvolvimento como Serviço: Neste serviço as ferramentas de desenvolvimento tomam forma no *cloud computing* como ferramentas partilhadas, ferramentas de desenvolvimento *web-based* e serviços baseados em *mashup*.

### 2.14.5 CAAS

“*Communication as a Service*” ou Comunicação como Serviço: Neste serviço é usado uma solução de Comunicação Unificada hospedada em Data Center do provedor ou fabricante.

### 2.14.6 EAAS

*“Everything as a Service”* ou Tudo como Serviço: Este serviço é quando se utiliza tudo, infraestrutura, plataformas, software, suporte, enfim, o que envolve TIC como um Serviço.

### 2.14.7 SERVIÇOS ESCOLHIDOS

Nesta seção, são detalhadas as definições de cada serviço em nuvem escolhido no conjunto de ferramentas e tecnologias para implementação do trabalho.

#### 2.14.7.1 AZURE

Azure é a plataforma de *cloud computing* (computação em nuvem) da Microsoft, que oferece diversos serviços de construção, publicação, testes e gerenciamento de aplicativos distribuídos on-line por toda a rede de data-centers por eles gerenciadas. Fornecem vários serviços na modalidade IAAS, PAAS E SAAS e provê suporte as mais variadas linguagens de programação, ferramentas e frameworks de desenvolvimento, incluindo os da própria Microsoft e de outras companhias terceiras.

#### 2.14.7.2 AZURE DATA LAKE GEN1

O Azure Data Lake Storage Gen1 é um repositório de larga escala extensível a todo negócio, projetado para cargas de trabalho em BDA. Ele permite captar dados de diferentes tamanhos, tipos e velocidades de ingestão em um único lugar para análise exploratória e operacional de dados.

O ADLS Gen 1 pode ser acessado do *Hadoop*, disponível com o serviço de cluster HDInsight, utilizando REST APIs compatíveis com WebHDFS. Foi projetado para permitir análise de dados sobre os dados armazenados e é ajustado para alta performance para os cenários de análise de dados. O serviço inclui todas as capacidades de janela empresarial: segurança, gerenciabilidade, escalabilidade, confiabilidade e disponibilidade.

#### 2.14.7.3 AZURE SQL DATABAZE

Azure SQL Database é uma plataforma como serviço (*plataform as a service* ou PAAS) de ferramenta de banco de dados totalmente gerenciada que suporta praticamente todas as funções administrativas de bancos de dados, tais como melhoria de versão (*Upgrading*), atualização de versão (*patching*), cópias de segurança (*backups*) e monitoria de sistema sem envolvimento do usuário. O serviço SQL DB sempre roda com base na versão mais estável da ferramenta de bancos de dados do Microsoft SQL Server e seu SO despachado possui disponibilidade de 99.9%. As capacidades de um PAAS embutidas no serviço SQL DB permitem ao desenvolvedor em administração e otimização de bancos de dados específicos para domínios específicos de criticidade para um determinado negócio.

#### 2.14.7.4 AZURE DATA FACTORY

Azure Data Factory é o serviço ETL na nuvem do Azure para integração e transformação de dados sem servidor em expansão. Ele oferece uma interface do usuário livre de código para criação intuitiva e gerenciamento e monitoramento em painel único. Também é possível migrar pacotes SSIS existentes por *lift-and-shift* para o Azure e executá-los com total compatibilidade no ADF (Azure Data Factory). O Azure-SSIS *Integration Runtime* oferece um serviço totalmente gerenciado, de modo que não é necessário se preocupar com o gerenciamento da infraestrutura.

#### 2.14.7.5 AZURE ANALYSIS SERVICES

O Azure Analysis Services é uma plataforma como serviço (*plataform as a service* ou PAAS) totalmente gerenciada, que oferece a janela empresarial modelos de dados em nuvem. Utiliza-se junções e alterações para combinação de dados de múltiplas fontes, definir métricas e assegurar os dados em uma estrutura tabular semântica única e confiável. O modelo construído fornece uma maneira mais fácil e rápida de performar análises de dados “*Ad Hoc*” com emprego de ferramentas como PowerBI e Excel.

## 2.15 FORMATOS DE DOCUMENTOS DE TEXTO

Documentos textuais são as principais ferramentas para armazenar dados de forma não estruturada ou semiestruturada, pois permitem a troca de armazenamento destes dados entre sistemas. São utilizados em processos de ingestão. Há vários formatos com diferentes estruturas, neste trabalho são utilizados o JSON na documentação do ADF para organizar e codificar a orquestração de movimentação de dados e o CSV, que é o formato dos arquivos brutos de fonte de dados, no qual se encontra a base de micro dados do ENEM e os conjuntos de dados para preparação e transformados.

* **JSON:**  Os dados JSON (JavaScript Object Notation) são representados como pares chave-valor em um formato semiestruturado. O JSON costuma ser comparado com o XML, pois ambos podem armazenar dados em formato hierárquico, com os dados filho representados embutidos com seu pai. Ambos são auto descritivos e legíveis por humanos, mas os documentos JSON tendem a ser muito menores, resultando em seu uso popular na troca de dados online, especialmente com o advento de serviços Web baseados em REST (*Representational State Transfer*, em inglês).
* **CSV:** Os arquivos CSV (valores separados por vírgula) são geralmente usados para troca de dados de tabela entre sistemas em texto sem formatação. Eles normalmente contêm uma linha de cabeçalho que fornece nomes de coluna para os dados, mas de outra forma, são considerados semiestruturados. Isso é devido ao fato de que os CSVs não podem representar dados hierárquicos ou relacionais naturalmente. As relações de dados costumam ser manipuladas com vários arquivos CSV, em que as chaves estrangeiras são armazenadas em colunas de um ou mais arquivos, mas as relações entre esses arquivos não são expressas no próprio formato. Arquivos no formato CSV podem usar outros delimitadores além de vírgulas, como tabulações ou espaços.

## 2.16 VISUALIZADORES DE DADOS

A visualização de dados consiste em representações gráficas de informações e dados. Usando elementos de visualização (como tabelas, gráficos e mapas), a visualização de dados é uma maneira conveniente de visualizar e compreender anomalias, tendências e padrões nos dados. As ferramentas e técnicas de visualização de dados são essenciais para analisar grandes quantidades de informações e tomar decisões baseadas em dados.

A visualização de dados é uma forma de arte visual que atrai a atenção e mantém o foco nas informações veiculadas. Quando se olha para um gráfico, pode se visualizar imediatamente tendências e anomalias. É internalizado rapidamente tudo o que foi visto.

Com o advento da "era do big data", a visualização é uma ferramenta mui útil que pode ser usada para interpretar e entender os trilhões de linhas de dados que podem ser gerados todos os dias. A visualização de dados ajuda a contar a história, compilando os dados em um formato mais compreensível, destacando tendências e anomalias.

Conquanto, isso não se limita a projetar estilos gráficos para torná-los mais bonitos ou preencher informações em gráficos. Para criar uma visualização de dados eficaz, a sensibilidade é necessária para equilibrar a aparência e funcionalidade. Um gráfico extremamente simples pode ser monótono demais para despertar o interesse, assim como pode transmitir uma ideia influente.

Tipos de visualização de dados:

* + - * Gráficos
      * Tabelas
      * Diagramas
      * Mapas
      * Infográficos
      * Painéis
      * Gráfico de área
      * Gráfico de barras
      * Gráfico de caixa
      * Nuvem de bolhas
      * Gráfico de marcador
      * Cartogramas
      * Exibição de círculos
      * Mapa de distribuição de pontos
      * Gráfico de Gantt
      * Mapa de variações
      * Tabela de destaque
      * Histograma
      * Matriz
      * Rede
      * Área polar
      * Árvore radial
      * Gráfico de dispersão (2D ou 3D)
      * Gráfico de fluxo
      * Tabelas de texto
      * Linha do tempo
      * Mapa de árvore
      * Gráfico de segmentos
      * Nuvem de palavras

### 2.16.1 VISUALIZADOR ESCOLHIDO: POWER BI

O visualizador de dados Power BI é uma junção de aplicações, software e conectores que convertem fontes de dados não relacionadas em informações coesas. A origem fonte pode advir de um arquivo em Excel ou de um acervo de DWs híbridos locais ou baseado em nuvem.

O Power BI é composto por três elementos que podem funcionar juntos:

* + - * Um aplicativo de desktop do Windows chamado Power BI Desktop.
      * O serviço SaaS online (software como serviço) é chamado de serviço Power BI online.
      * Aplicativo móvel Power BI para dispositivos Windows, iOS e Android.

Esses elementos supracitados são projetados para permitir que se crie, compartilhe e se use insights de negócios de maneira eficaz.

Ademais, o Power BI também tem dois outros elementos: Gerador de relatórios do Power BI, usado para criar relatórios paginados para compartilhar no serviço Power BI online.

Depois que o servidor de relatório ser criado na área de trabalho do Power BI, pode-se publicar o servidor de relatório local nele.

O fluxo de trabalho comum no Power BI começa com a conexão a fontes de dados no Power BI Desktop e a criação de relatórios. Em seguida, pode-se publicar o relatório local para o serviço online e compartilhá-lo para que os usuários de negócios no serviço do Power BI e dispositivos móveis possam visualizar e interagir com o relatório. Esse fluxo de trabalho é muito comum e mostra como os três elementos principais do Power BI se integralizam.

No serviço Power BI, pode-se usar a ferramenta de pipeline de implantação para testar o conteúdo antes de iniciar para o usuário. A ferramenta de pipeline de implantação tem como objetivo, auxiliar na implantação de relatórios, painéis, conjuntos de dados e relatórios paginados.

### 2.16.2 POWER QUERY/M LANGUAGE (MARCAÇÃO)

O Power Query é um suplemento do Excel desenvolvido pela Microsoft e seu objetivo é facilitar o carregamento de dados no Excel a partir de fontes de dados externas. Faz parte do conjunto de ferramentas Power BI e, como tal, é apenas uma ferramenta entre muitas que se pode usar ao desenvolver o que são chamadas de "soluções de BI de autoatendimento". O objetivo de uma solução de BI é tornar as informações de negócios acessíveis às pessoas para que possam usá-las para tomar decisões informadas sobre como fazer seu trabalho.

Todo o processo é referido como "*self-service*" porque as pessoas que querem usar esses dados, os analistas, os contadores, os gerentes e assim por diante, também são as pessoas que estão construindo os relatórios.

Dado que o Power Query é apenas uma parte do pacote Power BI, é importante observar todos os componentes do Power BI para que se possa colocar o Power Query em contexto, entender o que ele faz, entender quando se deve usá-lo e quando outra ferramenta é mais apropriada.

O Power Query é o primeiro componente do conjunto do Power BI a ser usado ao criar uma solução de BI. Isso porque a primeira etapa na criação de qualquer tipo de relatório ou painel é obter os dados de origem. O Power Query permite que a conexão a uma ampla variedade de fontes de dados diferentes. É possível extrair dados com rapidez e facilidade e definir uma série de etapas repetíveis para limpar, filtrar e transformar os dados antes que sejam carregados. O Power Query oferece a opção de carregar dados diretamente.

## 2.17 LINGUAGEM PARA ANÁLISE DE DADOS

No que tange a análise de dados, existem algumas linguagens que são empregadas para diferentes fins, seja análises de medidas, exploratórias ou de padrões estatísticos. Neste tópico são listadas cada uma delas que foram utilizadas neste trabalho.

### 2.17.1 DAX

Expressões de análise de dados (DAX) é uma linguagem de expressão de fórmula usada no Analysis Services, no Excel, Power BI e Power Pivot. As fórmulas DAX contêm funções, operadores e valores para realizar cálculos e consultas avançadas nos dados das tabelas e colunas relacionadas do modelo de dados tabular.

As fórmulas DAX são usadas para:

* + - * Métricas
      * Colunas calculadas
      * Tabelas calculadas
      * Segurança em nível de linha.

O DAX oferece suporte a vários tipos de dados, como "inteiro" (somente inteiro), "decimal" (somente parte de um inteiro), "moeda" (combinação de inteiro e decimal), "Booleano", (resultado correto ou incorreto), "*string*" (que é texto) e "binário" (que é um objeto, como um arquivo ou imagem).

### 2.17.2 R LANGUAGE AND ENVIRONMENT

R é uma linguagem e um ambiente de desenvolvimento para visuais gráficos e computação estatística, que se assemelha a “linguagem S” desenvolvida na Bell Laboratories por John Chambers e seus parceiros. A R é considerada uma implementação diferencial da S e apesar das diferenças, a maior parte dos seus códigos são compatíveis.

A linguagem R provê uma série variada de técnicas estatísticas de visualização gráfica, que são altamente extensíveis. Enquanto a linguagem S é conhecida como uma ferramenta frequentemente utilizada para pesquisa com metodologia estatística, o R estabelece uma rota de código aberto (*open source*) para esta prática.

O ambiente de programação R está disponível como um software livre através dos termos da *General Public License* da Free Software Foundation na forma de código fonte. É compilado e executado em uma variedade de plataformas UNIX e sistemas operacionais similares (como FreeBSD e Linux), Windows e MacOS.

Todo o ambiente compreende um espaço integrado de dispositivos de software para manipulação de dados, cálculos e disposições gráficas. Isto inclui:

* + - Uma ferramenta eficiente para manuseio e armazenamento de dados
    - Um ambiente de operadores para cálculos com vetores, especialmente matrizes
    - Uma coleção vasta, coerente e integrada de ferramentas intermediárias para análise de dados
    - Uma linguagem de programação bem desenvolvida, simples e efetiva que inclui estruturas condicionais e de repetição, funções recursivas definidas pelo desenvolvedor e espaços de I/O

#### 2.17.2.1 CRAN

CRAN é uma sigla em inglês para *Comprehensive R Archive Network* (Rede de arquivos compreensiva do R). A CRAN é uma rede FTP e de *webservers* espalhada por todo o mundo que armazena versões de código e documentação da linguagem R idênticas e atualizadas. Trata-se de uma grade computacional provisora de bibliotecas e documentações R em escala internacional com replicação de contingência e alta disponibilidade, que possibilita acesso rápido a estes recursos através da conexão com espelhos(*mirrors*) de maior proximidade geográfica.

### 2.17.3 SQL

SQL significa Structured Query Language. Como o nome sugere, a linguagem SQL é uma linguagem de consulta usada para interagir com bancos de dados relacionais. A linguagem SQL é usada para executar funções, como inserir dados em um banco de dados, recuperar dados, atualizar dados, excluir dados e outras operações semelhantes.

SQL é uma linguagem declarativa com sintaxe relativamente simples e concentra-se em bancos de dados relacionais. Pode ser aprendida por profissionais que não são necessariamente desenvolvedores, mas usualmente utilizam bancos de dados.

O SQL surgiu para padronizar a maneira como os profissionais de TI executam comandos em seu SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados). Bancos de dados muito populares (como banco de dados Oracle, MySQL, PostgreSQL e Microsoft SQL Server) são alguns especialistas em SQL. Sumariamente, podemos dizer que o SQL é direcionado a desenvolvedores e profissionais que têm um relacionamento direto com o banco de dados para manipular ou visualizar os dados com mais facilidade.

A padronização SQL não apenas mantém seus comandos em um bloco de operação, mas também os mantém em vários blocos de operação. Essas especificações são chamadas de subconjuntos.

Linguagem de Manipulação de Dados DML ou *Data Manipulation Language* em inglês é uma linguagem de processamento de dados. Este subconjunto foi projetado para alterar os dados na tabela, como inserir, excluir e atualizar dados. Seus comandos mais comumente usados são inserir, excluir e selecionar.

A Linguagem de Definição de Dados ou DDL (*Data Definition Language*) está mais associada ao próprio banco de dados do que os dados que ele armazena. Os comandos mais utilizados são CREATE e o DROP.

A Linguagem de Controle de Dados ou DCL (*Data Control Language*) está mais associada à manutenção do banco de dados do que aos dados registrados por ele. Este é um subconjunto importantíssimo, pois é ele quem define permissões, bloqueios e restrições de usuários. O principal comando é o *grant*, que fornece acesso ou privilégios para usuários a diferentes tabelas.

A Linguagem de Transação de Dados ou DTL (*Data Transaction Language*), é a linguagem de gerenciamento de transações de dados dentro de uma tabela. Ela existe porque, antes de modificar algum dado, é preciso também autorizar que elas sejam salvas. Esse subconjunto serve para de fato publicar estas alterações através de comandos como o *commit*.

A Linguagem de Consulta de Dados ou DQL (*Data Query Language*), é a mais conhecida para quem não precisa necessariamente conhecer o funcionamento de um banco de dados, mas somente consultar suas informações. O principal comando deste subconjunto é o *select*.

## 2.18 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO

As ferramentas utilizadas para desenvolvimento dos processos operacionais neste trabalho resumem-se em IDEs para aplicação da análise de dados OLAP e do data mining da base transformada, além de SGBDs para modelagem, pré-processamento e transformação de dados e um *storage explorer* para gerenciar o armazenamento dos arquivos brutos e transformados no modelo e gerenciamento do *data lake*. Serão listados a seguir cada um destes, contextualizando seu conceito.

### 2.18.1 STORAGE EXPLORER

O Azure Storage Explorer é um software *on-premisses* de gerenciamento de armazenamento em nuvem, utilizado para realizar uploads e downloads de entidades como Azure Blobs, arquivos, filas, e tabelas e gerenciar *storages* e serviços de bancos de dados da Azure tais como Azure Cosmos DB e Azure Data Lake Storage. Habilita a gerência e configuração das regras de compartilhamento de recursos de origem cruzada (do inglês, *Cross-Origin Resource Sharing* ou CORS).

### 2.18.2 IDES E DBMS

Os ambientes integrados de desenvolvimento (do inglês, *Integrated development envinorment*) são ferramentas integradas em um programa que auxilia os desenvolvedores a consolidar aspectos e passos distintos na escrita de um programa. São ferramentas que incrementam a produtividade da programação por reunir etapas comuns na escrita de softwares em uma aplicação única, são elas a edição do código fonte, a compilação e construção de executáveis e a depuração(*debugging*).

#### 2.18.2.1 VISUAL STUDIO

A IDE do Visual Studio é um ambiente de desenvolvimento integrado, sendo assim, um painel de inicialização criativo que pode ser usado para editar, depurar e compilar o código e, em seguida, publicar um aplicativo.

Além do editor e do depurador padrão oferecidos pela maioria dos IDEs, o Visual Studio adiciona compiladores, ferramentas de preenchimento de código, designers gráficos e muitos outros recursos para facilitar o processo de desenvolvimento de software.

Projetos de modelo de tabela e multidimensionais são gerados utilizando os modelos de projeto no Visual Studio com as extensões de projetos de Analysis Services (VSIX). Os modelos de projeto fornecem designers de modelo e assistentes para a criação de objetos de modelo de dados que compõem uma solução de Analysis Services. As extensões de projetos do Analysis Services têm suporte em todas as edições do Visual Studio, incluindo a edição gratuita da Comunidade.

#### 2.18.2.2 SQL SERVER

O SQL Server é um banco de dados relacional criado, mantido e distribuído pela Microsoft. Suporta o padrão de linguagem ANSI SQL, o modelo estrutural padronizado da linguagem e conta com a interpretação proprietária de SQL conhecida como Transact-SQL (ou T-SQL). A linguagem T-SQL dispõe peculiaridades próprias como modelos para declaração de variável, tratamento de exceções, *stored procedures* entre outros. O principal SGBD utilizado para gerenciar e manipular bancos de dados MSSQL (Microsoft SQL Server) é o SQL Server Management Studio (SSMS).

#### 2.18.2.3 NOTEPAD ++

O Notepad ++ (ou *notepad plus, plus*) é um editor de código e substituto do bloco de notas (do inglês, *notepad*) feito em código fonte livre, que suporta diversas linguagens do mercado. Baseado na poderosa ferramenta edição “*Scintilla”*, o Notepad++ é escrito na linguagem C++ e utiliza API e STL originais padrão Win32, o que resulta em uma alta velocidade de execução e possibilita que o programa tenha tamanho reduzido se comparado a editores mais robustos.

#### 2.18.2.4 R STUDIO

R Studio é uma IDE para a linguagem de programação R. O RStudio é um projeto de código aberto destinado a combinar os vários componentes do R (console, edição de código-fonte, gráficos, histórico, ajuda, entre outros.) em uma bancada de trabalho contínua e produtiva. Ele foi projetado para facilitar a curva de aprendizado para novos usuários da linguagem de programação R, bem como fornece ferramentas de alta produtividade para usuários mais avançados. O RStudio pode ser implementado como um servidor para permitir o acesso à web para sessões R em execução em sistemas remotos.

Os principais recursos que o R Studio dispõe são:

* + - * + Os principais componentes de um 1DF são todos muito bem integrados em um layout de quatro painéis que inclui um console para sessões R interativas, um editor de código-fonte com guias para organizar os arquivos de um projeto e painéis com guias para organizar componentes menos centrais.
        + O editor de código-fonte pode ser usado de uma forma simples, ele também é rico em recursos, possui excelentes recursos de navegação de código e está bem integrado ao console embutido.
        + O console e o editor de código-fonte estão estreitamente vinculados ao sistema de ajuda interno de R por meio do preenchimento da guia e do componente visualizador de página de ajuda.
        + O recurso de projeto facilita a organização de diferentes fluxos de trabalho.
        + O R Studio fornece muitas ferramentas administrativas convenientes e fáceis de usar para gerenciar pacotes, área de trabalho, arquivos e muito mais.
        + A IDE estar disponível para os três principais sistemas operacionais e pode ser acessado por meio de um navegador remoto.
        + Comparando o R Studio com outras plataformas, o RStudio é muito mais simples de aprender que Enacs, mais fácil de configurar e instalar que Eclipse e StateT, tem um editor melhor que JGR, é mais organizado que Sciviews e, ao contrário de Notepad ++ e R6u, está disponível em mais plataformas do que apenas Windows.

O programa R Studio pode ser executado no desktop ou por meio de um navegador. A versão desktop está disponível para plataformas Windows, Mac 0S X e Linux e se comporta de maneira semelhante em todas as plataformas, com pequenas diferenças para os atalhos de teclado.

### 2.18.3 DBMS(SGBD)

Os SGBDs ou sistemas de gerenciamento de bancos de dados (do inglês, *Data Base Managment Systems*) é uma coleção de diversos programas que permite o desenvolvedor de bancos de dados construir, manipular e gerenciar bancos de dados com as mais diversas finalidades. Cada SGBD tem suas ferramentas integradas e diversas, porém todos eles devem prover tecnologias para atender as seguintes demandas:

* + - Controle de Redundâncias - Armazenamento em um único local evitando duplicações descontroladas;
    - Compartilhamento de Dados;
    - Controle de Acesso;
    - Interfaceamento - Disponibilizar versões gráficas e não somente modo texto;
    - Esquematização - Tornar compreensível as relações entre tabelas;
    - Controle de Integridade;
    - Cópias de Segurança

#### 2.18.3.1 AZURE DATA STUDIO

O Azure Data Studio é uma ferramenta de banco de dados multiplataforma para profissionais de dados que usam plataformas de dados *on-premises* e em nuvem no Windows, macOS e Linux.

O Azure Data Studio oferece uma experiência moderna de edição de código com ‘IntelliSense’, trechos de código, integração de controle de origem e um terminal integrado. Ele é projetado com o usuário de plataformas de dados em mente, com o gráfico de conjuntos de resultados de consulta embutido e *dashboards* personalizáveis.

#### 2.18.3.2 SQL SERVER MANAGEMENT STUDIO(SSMS)

O SSMS é um ambiente integrado para gerenciamento de qualquer infraestrutura SQL, desde o SQL Server(*on-premises*) até o Azure SQL Database (*on-cloud*). Provê ferramentas para configurar, monitorar instâncias de SQL Server e seus bancos de dados. Utilizado para construir, implantar e aprimorar componentes no nível de dados e desenvolver *queries* de consulta e scripts de bancos de dados.

## 2.19 GIT E GITHUB

Git é um projeto de código aberto, criado por Linus Torvalds em 2005, e ativamente mantido por ele de forma constante até os dias de hoje. É fortemente adotado pela indústria de desenvolvimento de softwares e aplicações para controle e versionamento dos seus códigos-fonte. Opera em uma arquitetura distribuída, por isto é um exemplo de um sistema distribuído para controle de versão. As vantagens do Git para versionar códigos de projetos e produtos, é a garantia de performance, com compressões de arquivos e estrutura de árvores para identificar alterações, ao invés de referenciá-las por nome e tipo de arquivo. Também dispõe uma forte garantia de segurança, pela implementação de criptografia ponta a ponta no padrão SHAl e chaves SSH para encriptar repositórios remotos. Também dispõe uma vasta flexibilidade, por permitir desenvolvimento e fluxo de projetos não lineares, através da subdivisão da árvore de alterações em ramos (do inglês, *branches*), para diferenciar as áreas de atuação em um repositório, e permite bifurcação (do inglês, *fork*) que habilita o compartilhamento de um projeto aberto para qualquer pessoa reutilizar.

O Github é um website SaaS que implementa o protocolo Git para controle de versão de códigos. É distribuído em nuvem e de acesso aberto, permite criação de repositórios públicos e privados, além de organização de projetos associados a equipes delimitadas. Fornece uma camada de hospedagem de uma computação em grades para versionamento Git a ser utilizado por organizações e desenvolvedores individuais, para diversos fins. Possui uma parceria estratégica com a *International Business Machine* (IBM), e foi fundado em 29 de janeiro de 2008 por Chris Wanstrath, PJ Hyett, e Tom Preston-Werne, nos seus escritórios em São Francisco, California (EUA).

# 3 PROJETO DE BI MODERNO COM MINERAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS PARA ESTUDO DO ENEM 2019

Neste capítulo, constam a descrição e evidências de todos os processos no desenvolvimento da ferramenta, na pesquisa de campo e na operação das tecnologias e técnicas aplicadas de *business intelligence* e *data science*.

## 3.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO OPERACIONAL

O presente trabalho utilizou técnicas de engenharia de dados para movimentação de dados entre diferentes fontes para serem carregados em destinos específicos para preparação(*stagging*), transformação, treinamento e consulta.

Na etapa de engenharia, foi realizado a estruturação e alimentação de um armazenamento *datalake* para subir os dados brutos, que seriam transportados e adaptados para os bancos de dados de preparo e transformação, com as compatibilizações devidas. Para transportar os dados entre diferentes serviços, utilizou-se um framework PAAS da Azure, o Data Factory, através de *pipelines* de cópias de dados.

Através deste serviço, foi possível orquestrar os serviços de servidores vinculados de fonte de origem e coletor destino e a execução dos processos de movimentação de dados entre eles, o que permitiu transpor os dados dos repositórios Data Lake para os bancos SQL Database, um PAAS Azure utilizado para homologar o modelo e o banco *on-premisses* SQL Server 2019 express, o banco para a produção do modelo de dados em *star schema* no padrão de *data mart* relacional.

No banco PAAS SQL DB foi esquematizado um modelo padrão e na instância SQL Server *on-premisses* este modelo foi maturado e carregado com a ingestão dos dados provenientes da orquestração via ADF, que aplicou a compatibilidade e transposição dos tipos entre arquivo CSV bruto original da fonte e os tipos de dados no modelo destinado. Este foi o processo de *Extract Load and Transform*, para a produção do modelo de dados para aplicação das análises. O ADF utiliza o padrão de documentos JSON para realizar a mensageria entre origem e destino e comunicar as transformações nos dados.

O modelo de RDM criado no banco chamado EnemRDM foi construído com todos os dados da base, contendo a tabela fato chamada de EnemFactTable, que contém todas as notas das provas e redação, e as tabelas de dimensão que são a DimensionTableInfoPessoa, destinada aos dados pessoais do participante, DimensionTableInfoProva, que contém os dados a respeito da prova realizada, DimensionTableSTEM, que armazena dados acerca da situação de conclusão de ensino médio, a tabela DimensionTableQSE, que guarda os dados referentes as respostas dos questionários socioeconômicos e a tabela DimensionTableInclusao, que é o destino de todas as informações a respeito de necessidades de atendimento especializado ou específico, bem como dados sobre uso de recursos adaptados.

No banco de dados, as colunas que não teriam utilidade foram descartadas na fase de seleção de dados, como as correspondentes a gabarito e a taxa de respostas da prova, utilizadas apenas para medição e controle dos cálculos de nota, portanto sendo irrelevantes devido a existência da nota final de cada área de conhecimento. As tabelas de dimensão e a fato foram varridas com uma consulta total(*fullscan*) para gerar um arquivo CSV contendo suas informações para que fossem carregadas para o DL na área de *stagging* da análise de dados e serviram para alimentar o modelo de cubo OLAP. O processo ELT analítico utilizou o carregamento direto das tabelas do DL.

A tabela de inclusão não será aproveitada para a mineração de dados, pois não é o foco do trabalho, porém será utilizada na análise de dados *ad-hoc* com a utilização do cubo OLAP para testes de hipóteses contra esta base transformada, para extrair informações quantitativas em um levantamento estatístico. Para fins de DM, todas as demais tabelas serão utilizadas, portanto as outras que não a de inclusão foram mescladas e agrupadas em uma tabela unificada chamada JoinFactDim\_InfoProva\_InfoPessoa\_QSE\_STEM. Esta tabela foi pré-processada, com a eliminação de colunas irrelevantes para mineração como os códigos de localidade e da escola, que configura a etapa de limpeza, bem como a discretização dos valores contínuos das notas em classificações discretas e o a eliminação de redundâncias com alteração de valores repetitivos com aplicação de identificadores, que tem como base um dicionário de alterações.

A transformação se deu pela alteração do tipo das variáveis de nota para números reais e depois com a criação de colunas condicionais para criar os grupos discretos com base em faixas de nota específicas, remoção de valores nulos pela identificação de cada um deles e colunas condicionais para agrupamento de valores discretos como a idade do participante. Na etapa da mineração, também foi realizado a remoção dos cabeçalhos, para não ser contabilizado pelo.

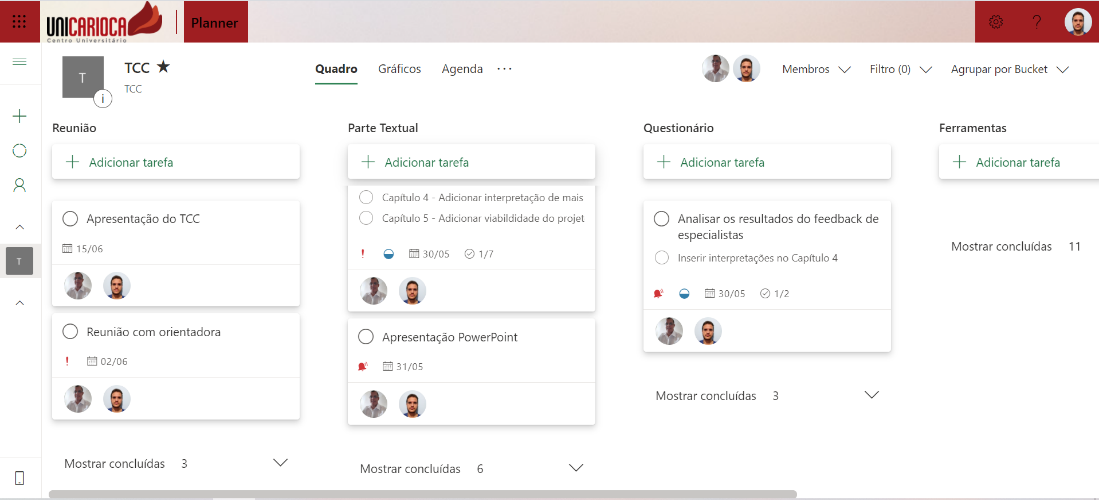
Após a modelagem e aplicação dos processos de ELT e ETL, aplicou-se a análise de dados *ad-hoc* contra o cubo OLAP e extração da coluna pré-processada e transformada do DM para um CSV com todos os dados e foi aplicado o algoritmo de mineração para descobertas de associação *Apriori* contra este arquivo. Através dele, foi possível definir associações probabilísticas entre os conjuntos de dados.

Os resultados da análise estatística de dados foram consumidos pela ferramenta de *self-service* BI Microsoft Power BI, para onde o cubo foi carregado por um *pivot* de consulta via Power Query. Já os resultados do *Apriori* foram carregados em um *dataframe* no ambiente RStudio com exibição das regras em um *dataframe*.

### 3.1.1 GERÊNCIA DO PROJETO

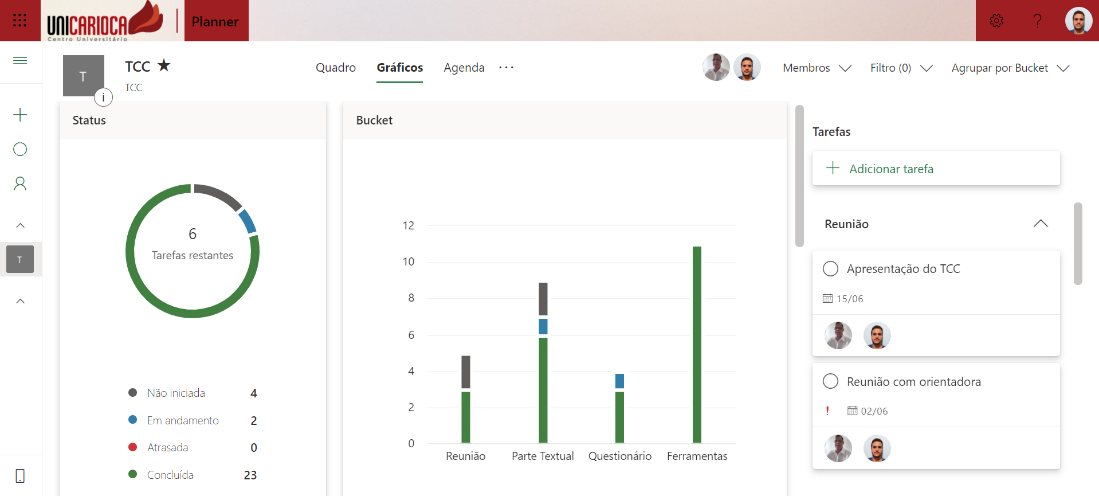
Foi utilizada a ferramenta Planner da Microsoft, disponível em tasks.microsoft.com, para controle e gerenciamento de todas as fases e ciclo de vida deste trabalho. Nele, é possível ajustar os *deadlines* para prazos de entrega, níveis de urgência, atribuição de agentes e definição de início e fim.

Figura 25 - Painel de tarefas do Planner ou Tasks Office



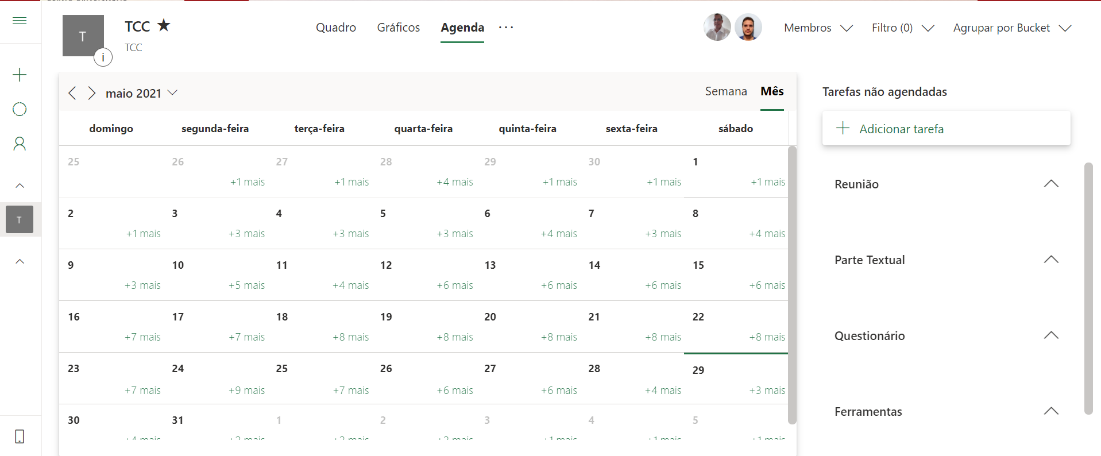
Fonte: elaborada pelo autor (2021)

Figura 26 - Gráficos do Planner



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

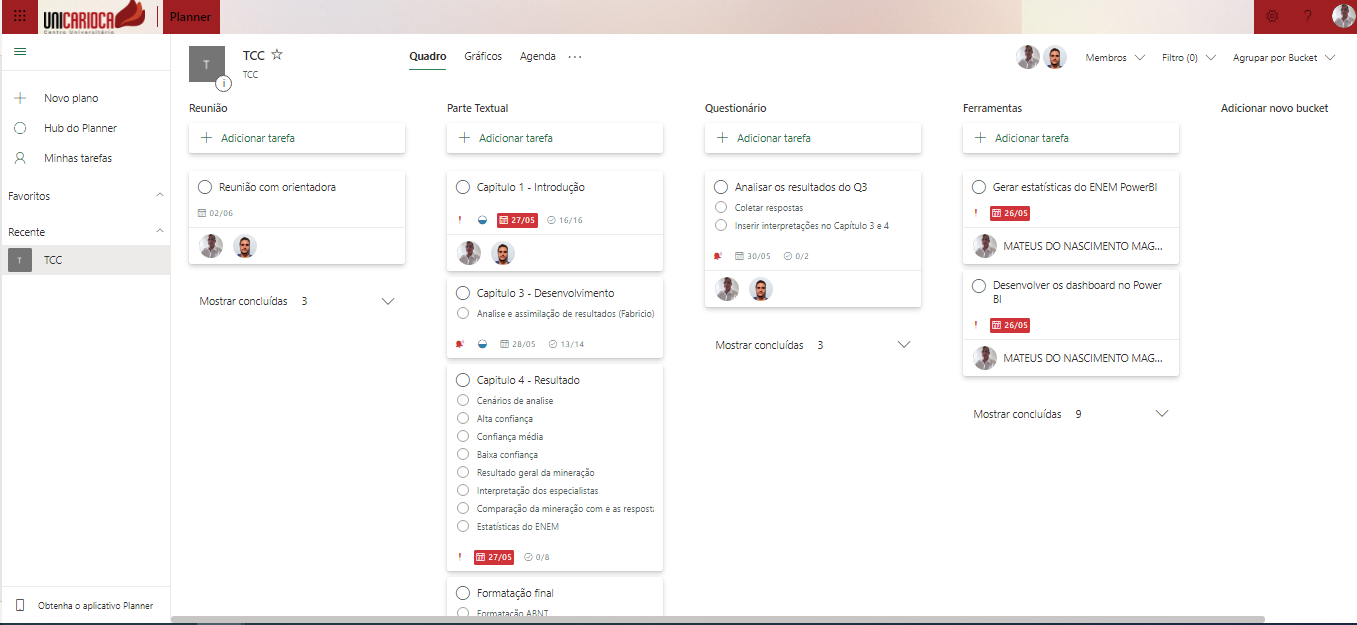
Figura 27 - Agenda do Planner



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

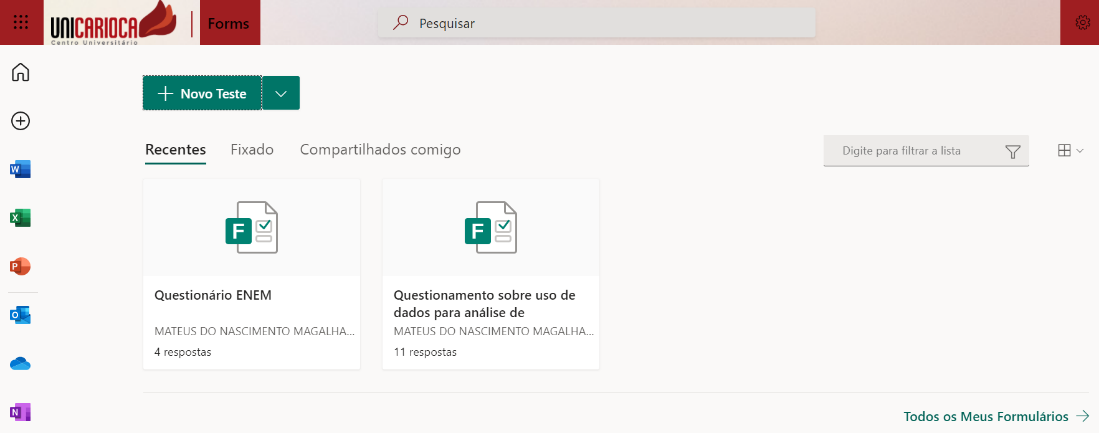
A estrutura é composta por *buckets* que englobam atividades em um agrupamento e cada atividade é um ticket. Os *buckets* criados foram espaço de Reunião, para controlar as reuniões com a orientadora, Parte textual, para organizar os prazos de entrega da parte escrita do documento do projeto, Questionários, para definir as metas de iniciação e coleta dos dados de cada questionário realizado e Ferramentas, para controlar os cronogramas de desenvolvimento de cada fase da ferramenta.

Figura 28 - Organização das tarefas no Planner

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Para a execução dos questionários de entrevista com os profissionais da área e o feedback de avaliação dos resultados com os especialistas, foi utilizado a plataforma Microsoft Forms, que é um SAAS da Microsoft, disponível no link forms.office.com. Foram criados formulários abertos a público para quem detivesse o link gerado.

Figura 29 - Questionários feitos no Microsoft Forms



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Tanto o Planner como o Forms são softwares como serviço que integram a plataforma office 365 da Microsoft, sendo acessíveis através de um e-mail corporativo ou de estudante. O Planner possui integração com a plataforma Teams, podendo ser vinculado a equipes na plataforma de teleconferência, no entanto esta funcionalidade não foi explorada para o planejamento deste trabalho.

Para a comunicação remota entre os membros da dupla e organização de pendências, foi utilizado o SAAS Discord, que é um tele mensageiro gratuito e aberto que permite a criação de salas compostas por canais de texto para discussão, canais de voz e de vídeo para apresentações.

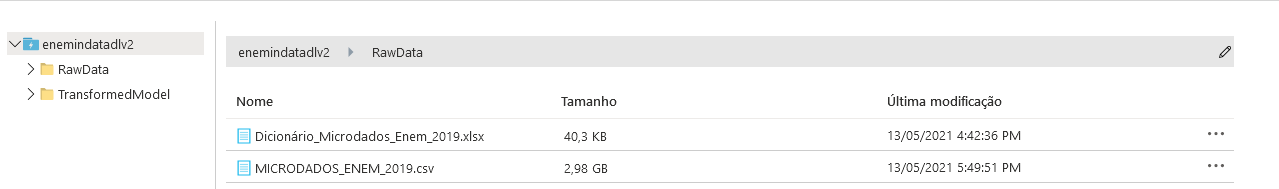
Todo o projeto, as documentações textuais geradas, os códigos de SQL e R e as imagens dos visuais e gráficos produzidos foram carregadas para um repositório Git na plataforma online Github, e será constantemente alimentado enquanto houver atualizações deste trabalho nesta plataforma. O link do repositório é <https://github.com/fabricioasn/EnemInData\_TCC\_Unicarioca>.

A ideia desta documentação é o controle de versionamento e, para além disto, permitir uma sobrevida e registro permanente do projeto para viabilizar possíveis bifurcações a partir dele, bem como ajustes, melhorias e outras implementações incrementais que agreguem e complementem funcionalidades extras a ele. Desta forma, fica como uma fonte de consulta para projetos futuros e apontamento de caminhos práticos para orientar os rumos destes trabalhos vindouros.

### 3.1.2 ENGENHARIA DE DADOS

A engenharia de dados neste trabalho foi pautada nos moldes da arquitetura moderna de BI para BD, que prevê suporte a compartilhamento e interconexão entre diferentes fontes e destinos de dados de tipos distintos em um repositório DL, de modo que os dados estejam disponíveis e preparados para usos diferenciados para as várias abordagens analíticas com diversas finalidades. A origem dos dados brutos para o processo de análise dos dados é única e proveniente de uma fonte estática, que é o portal de bases de dados públicas do INEP. O arquivo utilizado para aplicação das ferramentas analíticas é a base de micro dados do Enem de 2019, em formato CSV.

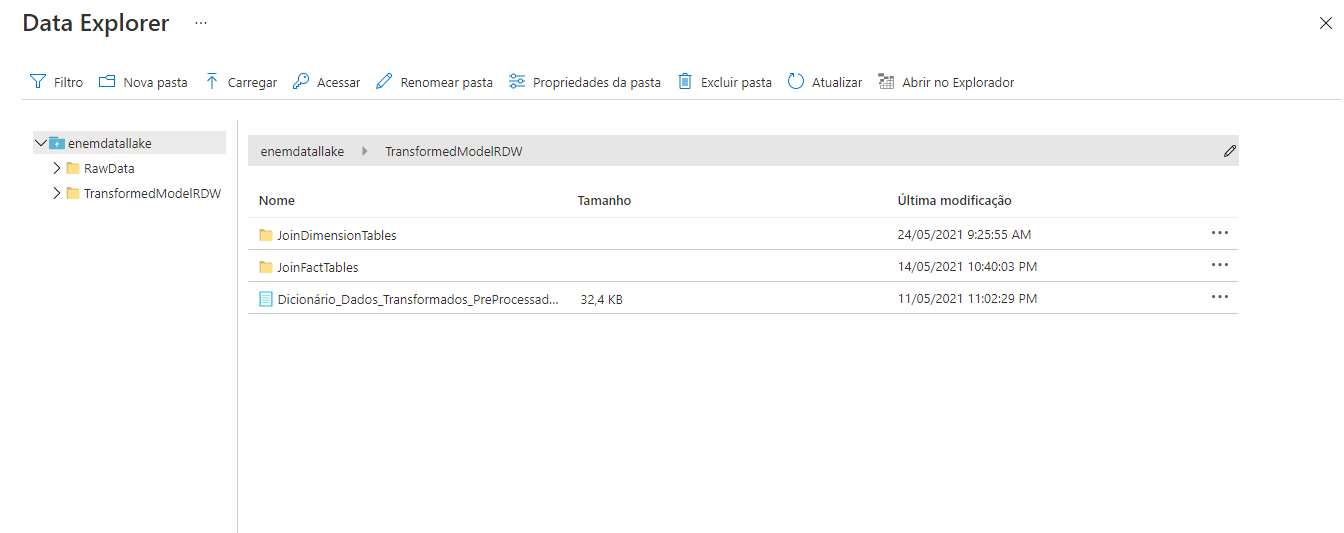
Figura 30 - Diretório de arquivos do Data Lake da Azure

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O arquivo bruto foi baixado do INEP e extraído do ZIP, e tanto ele quando o dicionário dos micros dados foi manualmente carregado para o ADLS Gen1 através do cliente Windows ASE, devido ao tamanho de 3GB, que faz necessário o uso do explorador de arquivos dos repositórios Data Lake Azure, pois o serviço Web é limitado a upload de arquivos com no máximo 2GB. O objetivo de um DL é permitir acesso a dados das mais diferentes características para fins diversificados, garantindo assim a democratização dos dados e assegurar a delimitação de visões para controlar e gerenciar a segurança do compartilhamento distribuído no repositório.

O armazenamento foi separado em uma pasta nomeada RawData, onde foi inserido o arquivo da base de dados original e a pasta TransformedRDW, para onde foram destinados os arquivos CSVs das tabelas modeladas após a seleção de dados aproveitáveis para uso na análise *ad-hoc*. Nesta pasta o serviço Analysis Services busca e conecta-se aos conjuntos de dados utilizados na análise.

Figura 31 - Pasta do Data Lake TransformedRDW



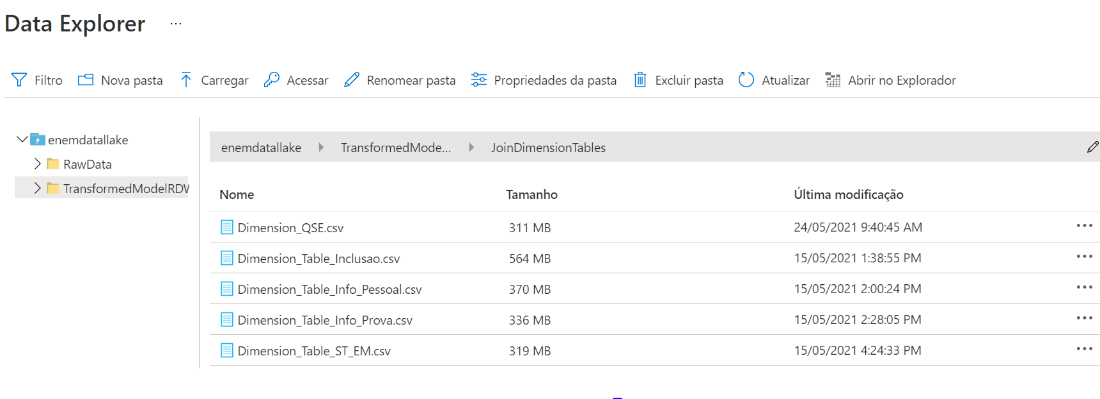
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 32 - Pasta do Data Lake TransformedRDW



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 33 - Pasta do Data Lake TransformedRDW - tabelas dimensões



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a ingestão dos dados no modelo criado para organização dos dados, foi utilizado o serviço ADF que abstrai clusters de Apache Spark para processamento de *pipeline* de dados. A modelagem segue o padrão de um *data mart* relacional criado em homologação para teste em um banco Azure SQL DB, utilizado para desenvolvimento do modelo e testagem dos *pipelines*. O recurso ADF permite estruturar um pipeline de dados de movimentação de dados em processamento *Batch* durante todas as etapas da arquitetura de BI e suas camadas de processos, provisionando um orquestrador de *pipelines* fim a fim no ciclo de vida da análise de dados e as conexões de armazenamento envolvidas.

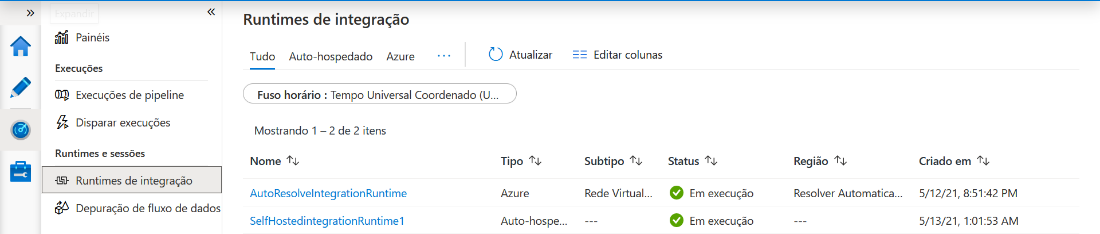
Figura 34 - Configuração dos pipelines para o Azure SQL DB



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

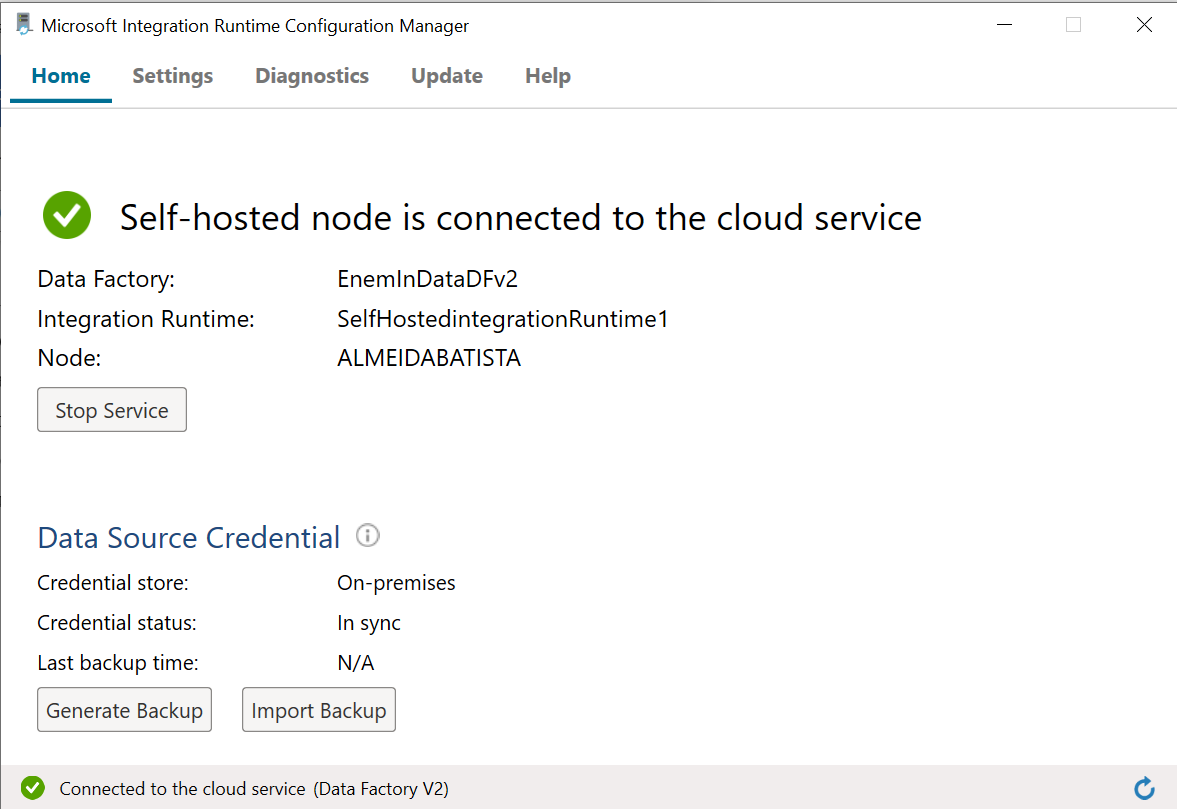
O modelo final foi definitivamente criado para produção em uma instância em máquina local de MSSQL 2019 Express, vinculado como serviço ao ADF através de uma camada de interface de redes chamada *integration runtime self-hosted*, que provê um *proxy* virtualizado em tempo de execução para transformar a instância MSSQL na máquina em um servidor para ADF. Através desta infraestrutura, foi possibilitado designar uma máquina local como destino dos pipelines de dados, onde foi realizado a modelagem do banco para a produção do conjunto de dados.

Figura 35 - Configuração do Data Factory na Azure



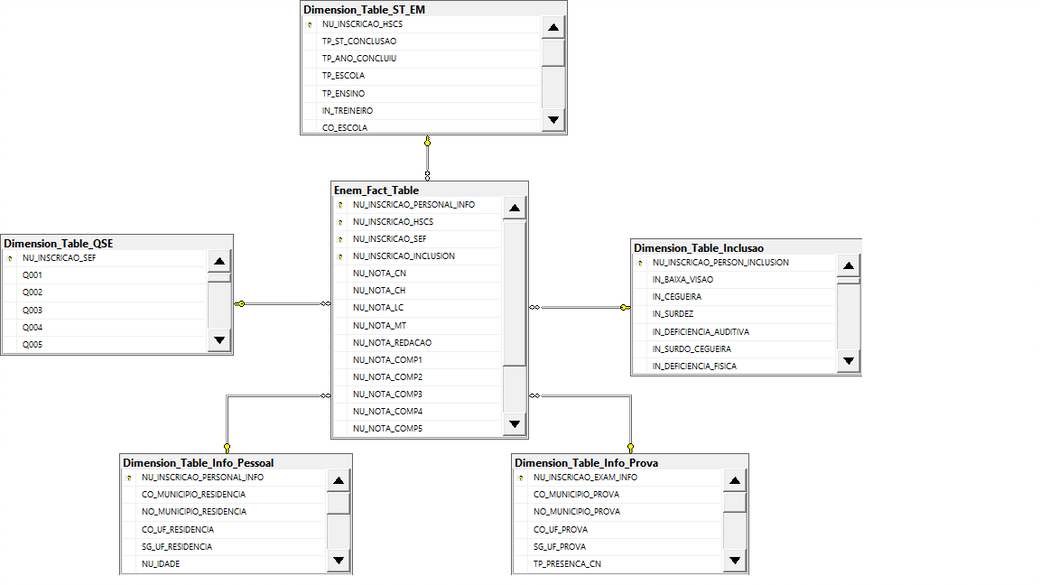
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 36 - Integração do MSSQL da Azure



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

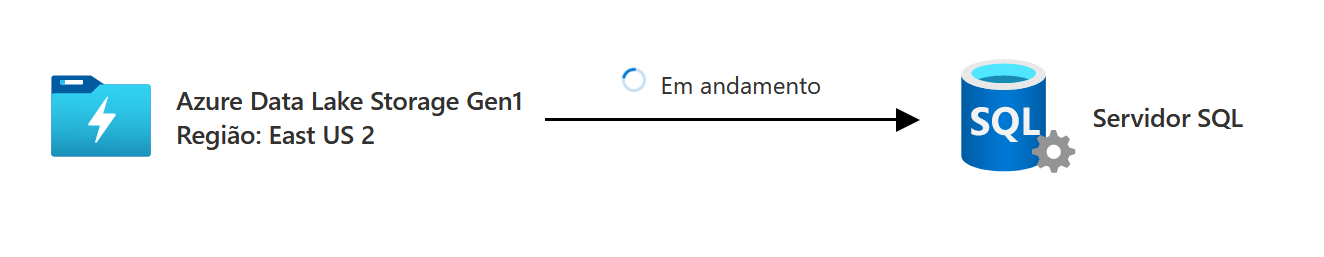
Figura 37 - Relacionamento entre as tabelas do banco de dados



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Os dados foram copiados do arquivo bruto na pasta RawData do ADLS com uso do ADF para o banco local MSSQL, com a transposição dos tipos *string* do documento CSV para os tipos Varchar padronizados no modelo criado no banco destinado à carga dos dados. Foi utilizado, para delimitação dos campos, a opção de definir a primeira linha de cabeçalho e separação por vírgula. Também se utilizou para codificação o conjunto de caracteres UTF-7 na carga para o banco, para preservar os caracteres especiais. Cada *pipeline* executado teve como objetivo a carga de uma tabela, por último a carga da tabela de mescla. Este processo segue o fluxo de trabalho ELT, onde é realizada extração e carga dos dados de uma ou mais fontes para um destino, onde ele será transformado após a ingestão e não antes, como no ETL tradicional. O ADF compatibiliza a transposição dos dados pela diferença de serviços que os sustentam, mas nele não foi feita nenhuma alteração, apenas nos dados armazenados no banco SQL Server.

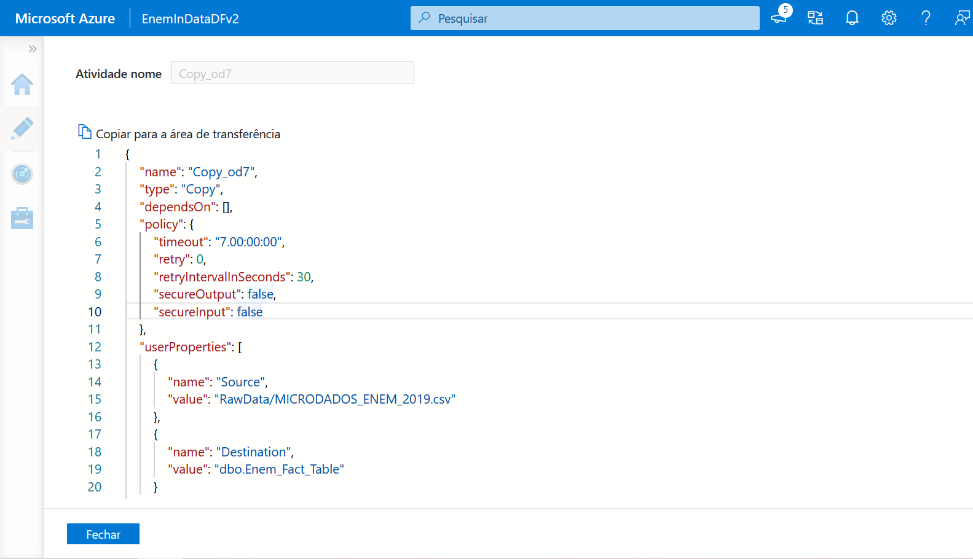
Figura 38 - Conexão do Data Lake com Servidor SQL



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

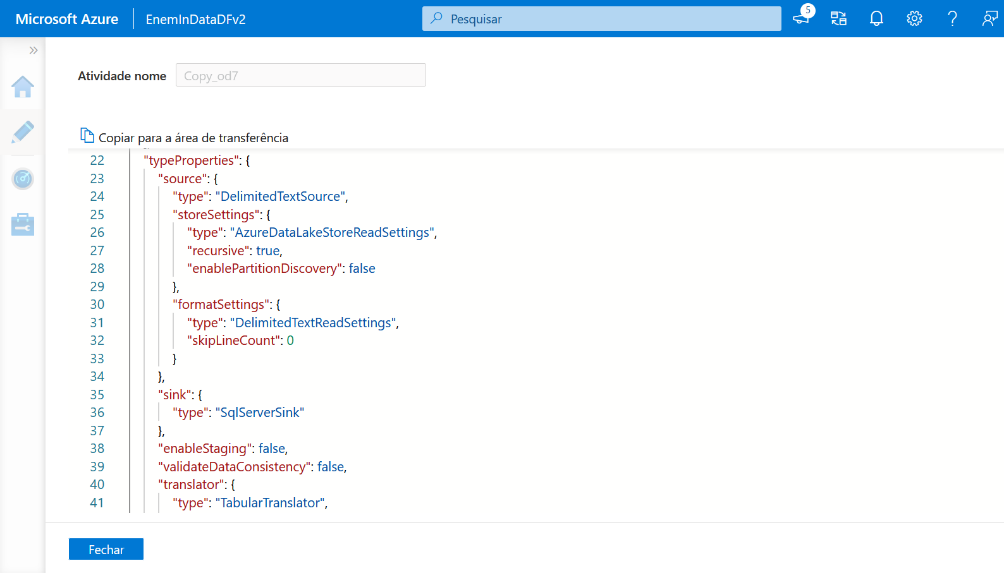
2

Figura 39 - Propriedades do pipeline de cópia de dados do DL para o SQL Server usando o ADF versão 2



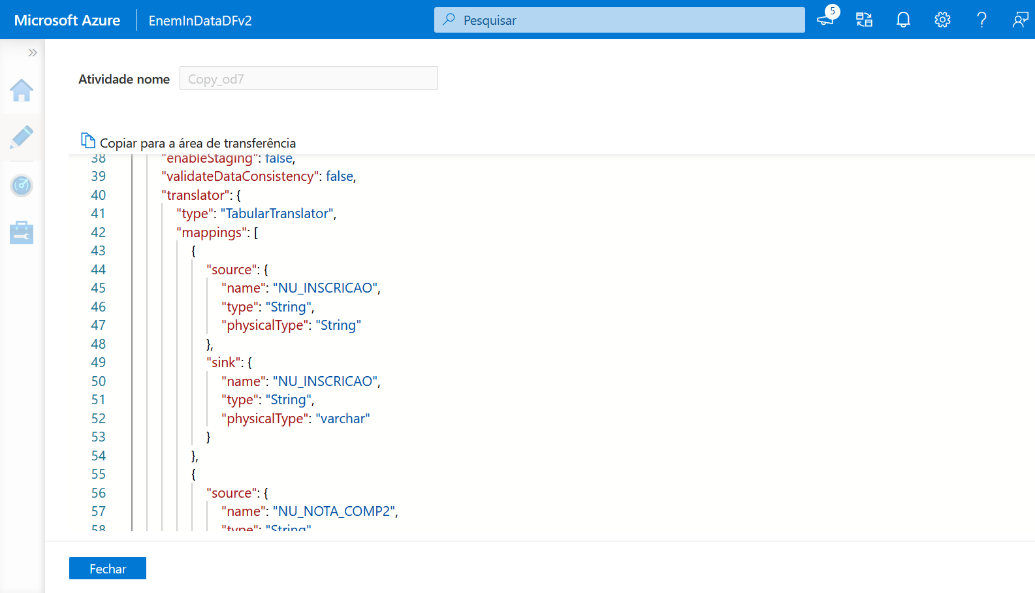
Fonte: elaborada pelo autor (2021)

Figura 40 - Propriedades de formatação dos dados do pipeline ADF



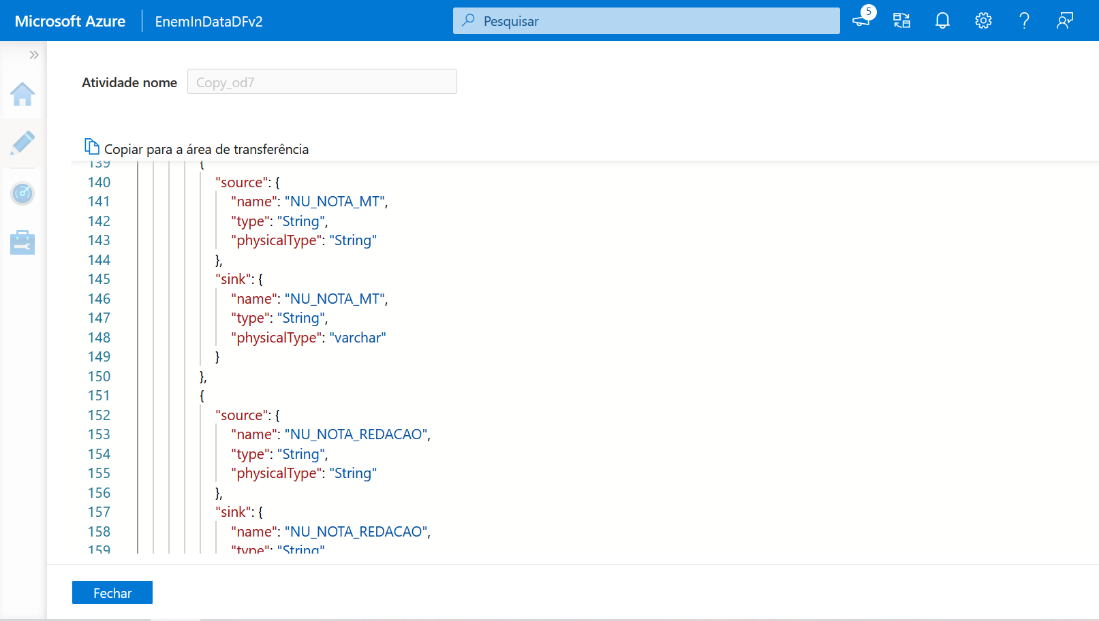
Fonte: elaborada pelo autor (2021)

Figura 41 - Propriedades da transferência e compatibilização dos dados entre fonte e destino. No exemplo estão as variáveis NU\_INSCRICAO e NU\_NOTA\_COMP2



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

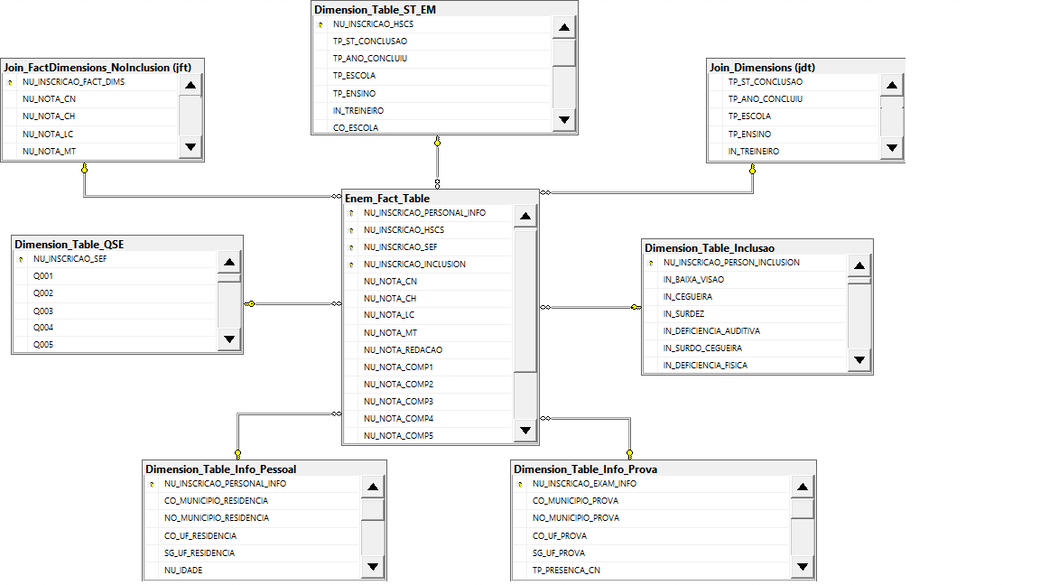
Figura 42 - Propriedades da transferência e compatibilização dos dados entre fonte e destino. No exemplo estão as variáveis NU\_NOTA\_MT e NU\_NOTA\_REDACAO



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

O banco EnemRDM criado no padrão SSM possui como tabela fato os dados de notas das áreas de conhecimento e cada dimensão corresponde a informações sobre o participante sobre o exame, que são divididas em informações pessoais, informações da prova, situação do ensino médio e questionário socioeconômico. A chave de todas as dimensões é a redundância do número de inscrição, identificada para cada uma delas. Todas estas chaves são exportadas como chave estrangeira para a tabela fato, que juntas formam uma chave primária composta nela. Dividiu-se o modelo nos esquemas “dbo”, que corresponde ao fato e as dimensões e o esquema “jft” possui a tabela de junção. As chaves primárias das tabelas de junção são chave estrangeira na tabela fato. Todas as relações são 1 para 1.

Figura 43 - Relacionamento entra as tabelas do banco de dados transformado



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

### 3.1.3 CIÊNCIA DE DADOS

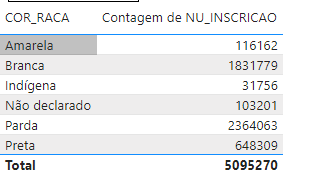
O escopo da ciência de dados é delimitado pela escolha e aplicação do algoritmo *Apriori* na linguagem R, bem como a modelagem da base de dados e seleção de um conjunto de dados deste modelo para ser minerado. O modelo estruturado foi um RDM em SSM e foram aplicados os processos do KDD de coleta, com a ingestão dos dados, de pré-processamento, com o preparo do conjunto e de transformação, com a adaptação e formatação para que o algoritmo seja aplicado com sucesso.

A mineração de dados com uso do AARfoi realizada em cima do arquivo CSV gerado da consulta de escaneamento completo da tabela de junção do fato com as demais dimensões analisadas, após terei sido feitas as limpezas e transformações neste. Tal procedimento foi aplicado na IDE R Studio em um ambiente local.

### 3.1.4 ANÁLISE DE DADOS

Utilizamos diversas operações matemática para podermos exprimir os melhores resultados, uma dessas operações foi a operação de soma para se obter os totais ou subtotais dos itens selecionados.

Figura 44 - Tabela de quantidade de inscritos segmentados pelo item cor e raça

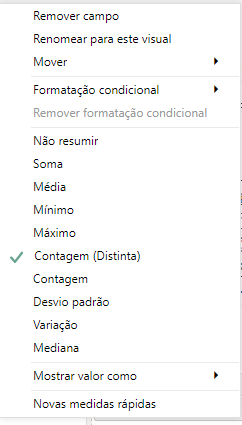


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A segmentação dos dados se dar pela seleção das colunas que serão utilizadas, ao selecionar uma coluna, o Power BI realizar um agrupamento dados que estão repetidos na mesma coluna.

Na figura 44 há uma coluna que se inicia com o nome de contagem, isso ocorre por que a coluna de código de inscritos foi designada para ser a base de quantidade dos valores agregados da primeira coluna, a configuração de quantidade está na figura 45.

Figura 45 - Configuração de dados de uma coluna

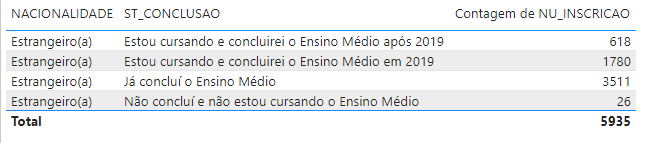


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Dentro destas opções pode se eleger a soma, média, mediana, entre outros.

Dentro das configurações do Power BI pode se gerar uma visualização com filtro aplicado, para que se tenha um gráfico mais específico. A filtragem realizada na Figura 47 utilizou uma coluna já acionada ao gráfico da figura 46, neste caso só para visualizar o tipo de nacionalidade estrangeiro e não os demais.

Figura 46 - Tabela utilizando filtragem de dados



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 47 - Filtragem de dados de uma coluna no Power BI



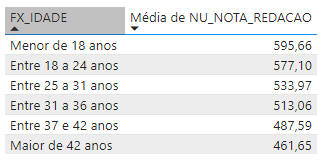
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O cálculo de média aritmética foi utilizado para que fosse encontrado tendências e auxiliar nas informações extraídas da mineração.

A média aritmética é considerada uma medida de tendência central. Ela é obtida dividindo a soma dos números dados, pelos números somados (NOÉ, 2016).

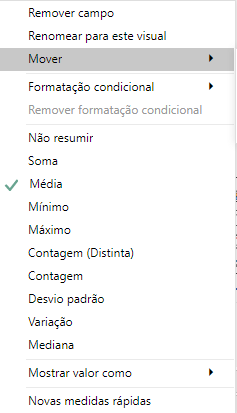
Para realizar esse procedimento dentro do Power BI tivemos de utilizar uma coluna que dados numéricos, depois selecionar a opção de média como está na figura 49 e o resultado está na figura 48.

Figura 48 -Tabela de média das notas da redação por faixa de idade



**Fonte: Elaborado pelo autor (2021)**

Figura 49 - Configuração do Power BI para a definição da operação de média

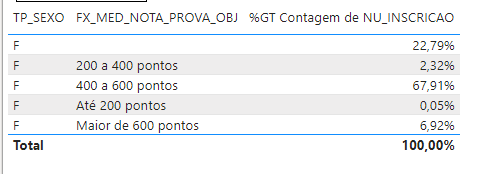


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A depender da ocasião eligimos utilizar a visualização dos gráficos em porcentagem para se obter uma ideia da proporção dos dados contidos no contexto daquela população eleita.

Na figura 50 pode ser visto como a porcentagem pode auxiliar na visualização das informações

Figura 50 - Tabela de porcentagem das faixas das notas da prova objetiva aplicada a gênero feminino



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

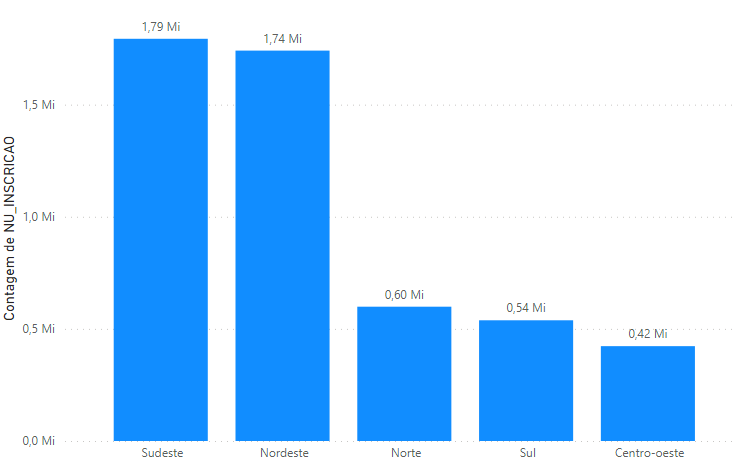
### 3.1.5 VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Os elementos visuais utilizados foram eleitos para facilitar o entendimento de todos, principalmente para os que são da área da educação, então tivemos o cuidado de ser o mais claro e mais conciso possível.

Utilizamos gráficos de colunas, mapa de árvore, cascata, funil, pizza, rosca, tabelas, mapas, cartões, segmentações, arvores hierárquicas.

Com os gráficos de colunas realizamos comparações entre os totais de conjunto de dados de uma coluna, como está na figura 51.

Figura 51 - Gráfico e colunas que mostra a comparação de totais de inscritos para cada região do Brasil



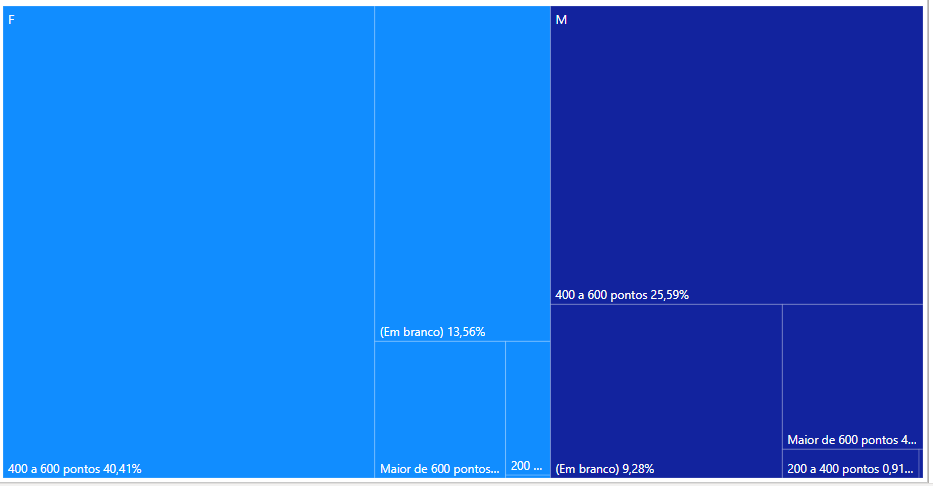
Fonte: Elaborador pelo autor (2021)

O *treemap* ou mapa de árvore foi utilizado para demonstrar a proporção de uma população de um conjunto de dados.

O gráfico do mapa fornece uma visão hierárquica dos dados, facilitando a identificação de padrões. Os ramos são representados por retângulos e cada sub-ramo é exibido como um retângulo menor. Os diagramas em árvore exibem categorias em cores e proximidade e podem exibir facilmente grandes quantidades de dados, enquanto outros tipos de diagramas são difíceis (Microsoft, 2021).

Na figura 52 é visto que a distribuição de informações é exibida segundo suas proporções, cada retângulo exprimi de forma visual a comparação das informações.

Figura 52 - Mapa de arvore exibindo uma comparação entre a quantidade de inscritos de distintos sexos e suas respectivas faixas notas

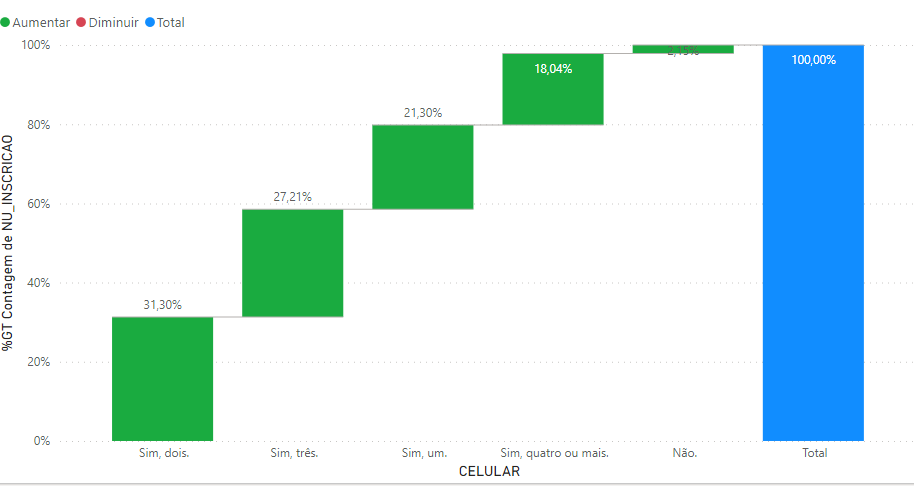


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O gráfico em cascata mostra o total cumulativo ao adicionar ou subtrair valores. É útil para você entender como uma série de valores positivos e negativos afetam o valor inicial (Microsoft, 2021).

Na figura 53 vemos essa distribuição, e o valor final sendo montado ou justificado.

Figura 53 - Gráfico de cascata que exibi as distribuições da proporção das quantidades de celulares que há na residência dos inscritos



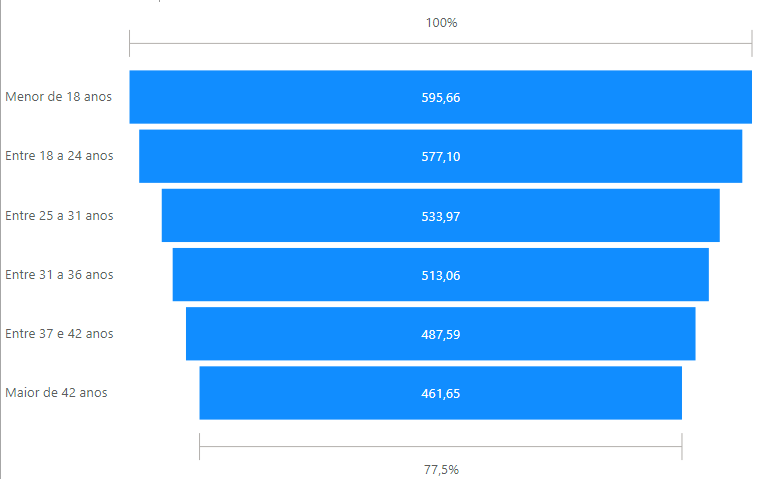
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O gráfico de funil, no auxiliar no entender os valores de etapas dentro de um encadeamento.

O gráfico de funil mostra o valor de cada etapa do processo. Normalmente, esses valores diminuem gradualmente, fazendo com que as barras pareçam funis. (MICROSOFT, 2021)

Na figura 54, pode ver como está distribuído o gráfico.

Figura 54 - Visualização de funil das informações das faixas de idade com a nota média da redação.



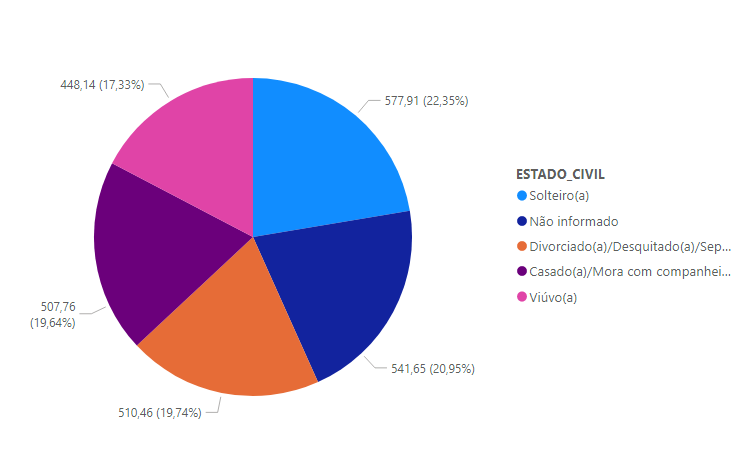
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O gráfico de pizza foi utilizado devido sua facilidade de ser interpretado.

O gráfico de pizza é usado para exibir a proporção dos dados da categoria, e o tamanho de cada parte representa a proporção de cada categoria (ARCGIS, 2021).

Na figura 55 podemos ver um exemplo do gráfico de pizza aplicado.

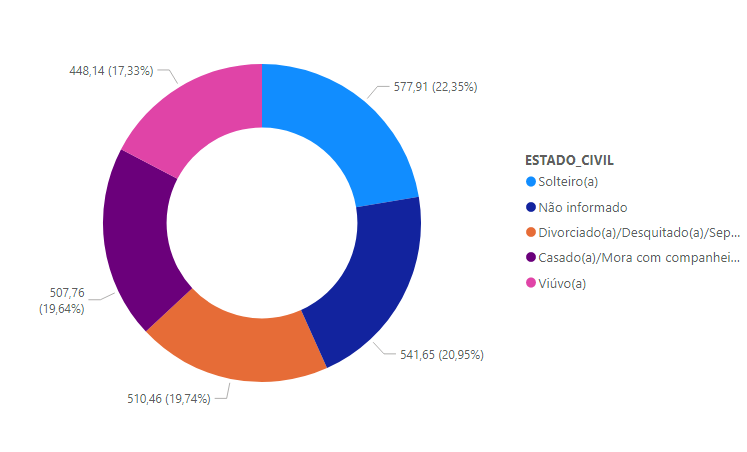
Figura 55 - Gráfico de pizza exibindo a média da nota da redação segmentado pelo estado civil dos participantes do exame



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

No gráfico de rocas vimos algo similar ao de pizza, como está na figura 56, ele também ótimo para abstração do entendimento da informação.

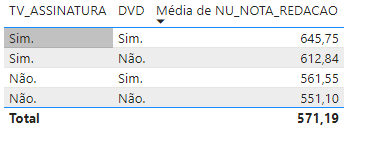
Figura 56 - Gráfico de rosca exibindo a média da nota da redação segmentado pelo estado civil dos participantes do exame



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A visualização em tabelas do Power BI é uma forma simples de visualizar os dados, geralmente de forma agrupada, como na figura 57.

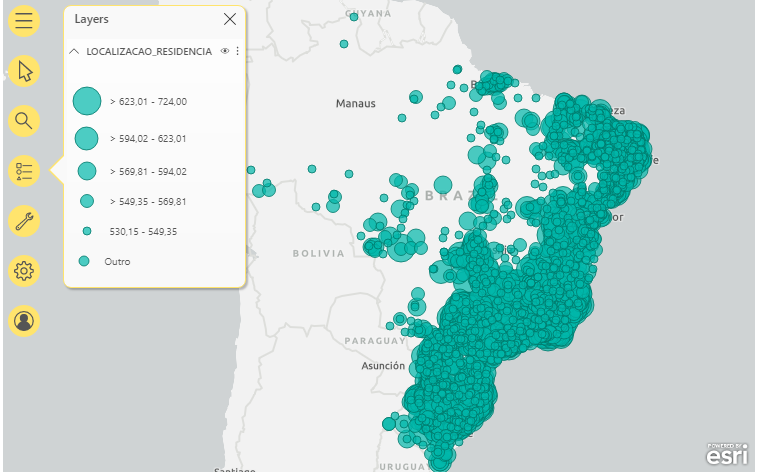
Figura 57 -Tabela comparativa sobre DVD e TV por assinatura junto da média da nota da redação



**Fonte: Elaborado pelo autor (2021)**

A inserção da visualização de mapa criar uma facilidade para encontrar informações e associá-las a determinada região, podendo ser visto de uma forma mais abrangente ou mais específico através do zoom aplicado a imagem. Na figura 58 pode ser visto essa distribuição, que cada representa um agrupamento de notas criado pelo próprio Power BI.

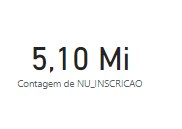
Figura 58 - Média de notas da redação distribuídas por cidades do Brasil.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Os cartões são formas de visualizar uma informação em destaque, ele só exibe um dado, ao contrário dos outros gráficos que procuram associar e comparar valores, o cartão tem a função de destacar um valor, seja o resulta de uma soma, média ou até o maior valor de um determinado conjunto de número. Nós utilizamos o gráfico para exibir a quantidade de inscritos no exame, como está na figura 59.

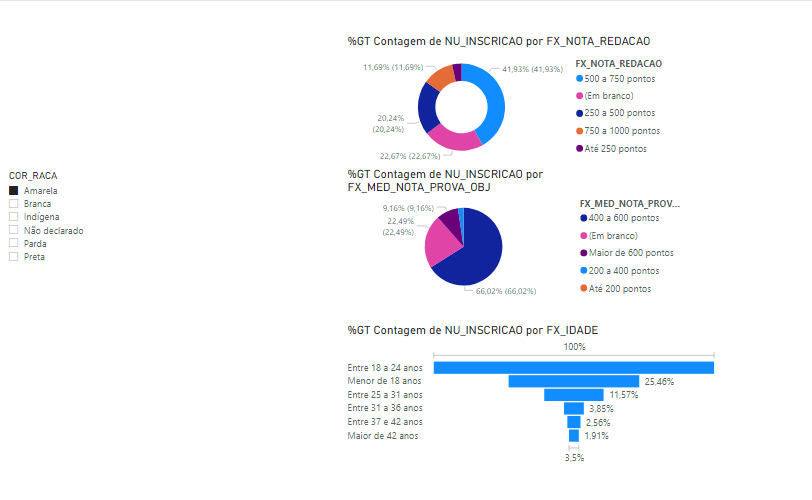
Figura 59 - Visualização de cartão, destacando o número de inscritos no exame



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021)

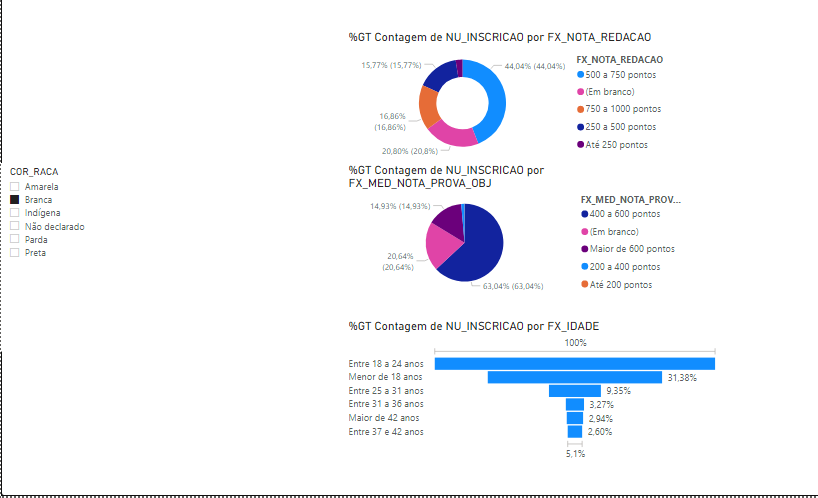
A segmentação é um dos visualizadores que mais proporciona a interação do usuário com relatório, pois a segmentação sugestiona ao usuário experimentar uma mudança de visualização dos dados gerais e aplicá-lo para determinado grupo de dados e após isso ele poderá verificar outro grupo de dados, que outrora os visuais estavam aplicados apenas para dados em geral, entretendo agora, está aplicado a dados mais específicos. O Power BI possui um editor interações, no qual permite os gráficos e visuais interagirem conforme o clique do usuário nos visuais, caso os dados contenham uma correlação entre si, o Power BI destacá-los e na segmentação não é diferente já que o intuito dessa ferramenta é justamente esse. Na figura 60 e 61 vemos a diferença entre as interações.

Figura 60 - Segmentação dos gráficos que contêm as informações de nota da redação



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 61 - Segmentação com a opção trocada e a interação dos visuais



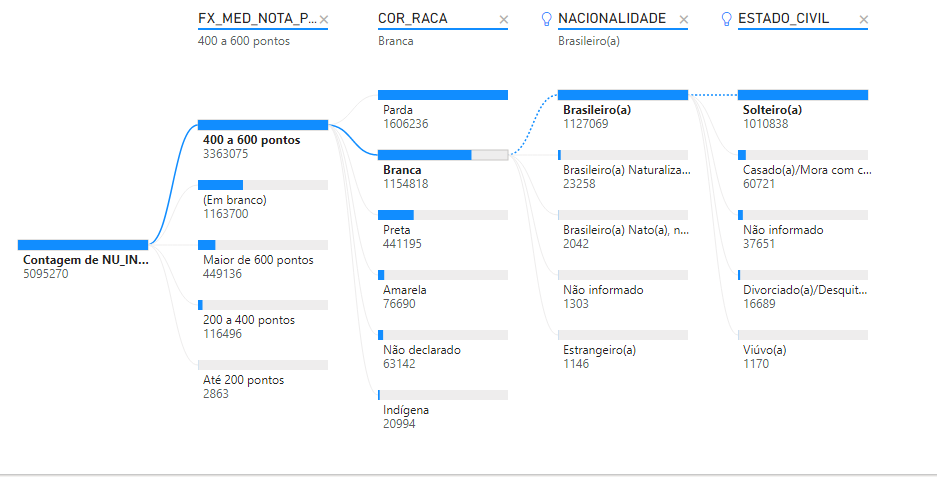
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O gráfico de arvore hierárquica nos auxilia na verificação dos resultados da mineração, nele podemos fazer a verificação por quantidade de inscritos, ou pela qualidade da média das notas.

A aparência da árvore de decomposição no Power BI permite que os dados sejam exibidos em várias dimensões. Ele agrega automaticamente os dados e permite pesquisas detalhadas de suas dimensões em qualquer ordem. É também a visualização da IA (inteligência artificial), de modo que a próxima dimensão pode ser encontrada para pesquisa detalhada com base em condições específicas. Isso o torna uma ferramenta valiosa para exploração ad hoc e análise de causa raiz (MIHART; OLPROD, 2020).

Na figura 62 podemos ver cada caminho percorrido pela arvore, baseando-se na média da nota, com essa ferramenta somos capazes de exibir os valores que a mineração expõe através da frequência, mas também podemos realizar comparações utilizando as médias para termos não só a quantidade, mas também a qualidade.

Figura 62 - Gráfico de árvore hierárquica com os dados dos participantes solteiros, brancos, brasileiros com faixa de nota entre 400 até 600 pontos na prova objetiva, mensurando pela quantidade de inscrito por atributos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

## 3.2 ENTENDIMENTO DO NEGÓCIO

O entendimento do domínio de negócio da educação de base, mais especificamente o ensino médio, foi pautado na entrevista de especialistas em pedagogia e ensino com a utilização de questionários on-line. Primeiramente, perguntou-se sobre uso de dados educacionais e pedagógicos para avaliação de desempenho (Apêndice A), posteriormente foi perguntado especificamente a professores de ensino médio (Apêndice C) sobre associações e correlações interessantes nos dados expostos a eles, que compõem a base de micro dados do ENEM.

### 3.2.1 QUESTIONÁRIOS PARA ENTENDIMENTO DO USO DE DADOS PEDAGÓGICOS PARA AVALIAÇÃO DE AMBIENTES EDUCACIONAIS

Neste questionário, foram feitas perguntas com foco em extrair dos profissionais quais dados são mais apropriados para determinados propósitos avaliativos (apêndice E). Segmentou-se as perguntas através de níveis hierárquicos de atuação, divididos entre professores, coordenadores, diretores e pedagogos em geral. O foco foi perguntar e tentar obter informações que fugissem ao mero caráter quantitativo e fossem mais diversificadas, como dados pessoais ou sociais dos alunos. No que tange aos dados quantitativos em si, perguntou-se como analisá-los em agrupamentos.

Figura 63 - Primeiro questionário



Fonte: elaborado pelo autor (2021)

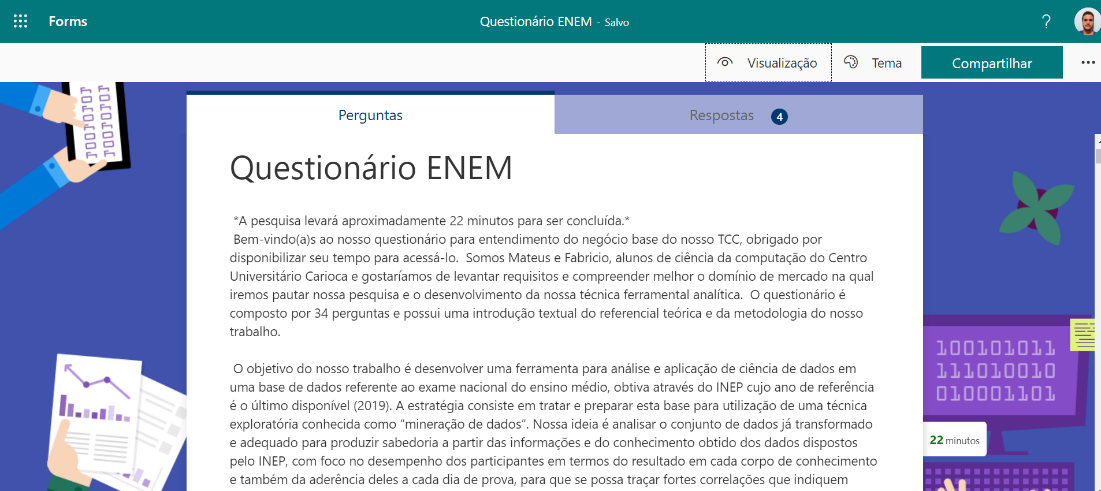
Como o foco do trabalho precisou ser mudado, em virtude da impossibilidade de se conseguir bases de dados de escolas para analisar, então o *feedback* de especialistas neste cenário serviu como base para definirmos quais as variáveis eles acham mais relevantes para se atentar quando se realiza avaliação de fatores por trás do desempenho de alunos e como podem apoiar tomadas de decisão orientada a estes dados (Apêndice B).

### 3.2.2 ENTREVISTAS PARA DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO DE CONJUNTOS DE ITENS PERTINENTES PARA ASSOCIAÇÃO NO CONTEXTO DO DESEMPENHO E DOS PERFIS SOCIOECONÔMICOS DOS PARTICIPANTES DO ENEM 2019

No segundo questionário aplicado (Apêndice C), o foco delimitou-se em professores de ensino médio, preparadores de cursos pré-vestibular e profissionais de assistência social para levantar sua percepção especializada acerca de fatores diversos correspondentes aos dados presentes na base de dados no sentido de descobrir quais deles podem ser associados ao desempenho de um participante do Enem.

A ideia é apoiar a análise dos resultados na etapa de mineração de dados, para identificar quais as variáveis referentes a conjuntos de dados são mais relevantes para analisar sob a ótica dos profissionais da área e nas fases da mineração em diferentes limiares de probabilidade, comparar a visão especialista aos resultados obtidos para consultá-los na interpretação deles.

Figura 64 - Segundo questionário



Fonte: elaborado pelo autor (2021)

### 3.2.3 FEEDBACK PARA INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste último questionário, foi exposto (apêndices J e M) aos especialistas uma planilha contendo o resultado geral das associações mais comuns em todos os testes, com os parâmetros de suporte, confiança e alavancagem para cada um deles. Na primeira página desta, todos estes parâmetros bem como um resumo do funcionamento do Apriori foram detalhados (Apêndice O). A partir da análise desta planilha, foi solicitado a interpretação de cada regra encontrada e o porquê dos seus limiares probabilísticos.

## 3.3 KDD

Neste capítulo, são descritas as etapas do KDD e o que foi desenvolvido em cada uma delas. Esta etapa do trabalho é onde foi aplicado o algoritmo de mineração de dados para análise avaliativa diagnóstica do ENEM 2019.

### 3.3.1 COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados do portal do Instituto de Pesquisas Econômicas Anísio Teixeira, o INEP, através do download de um arquivo ZIP em seu website. O ZIP continha a base bruta de micro dados em formato CSV, as informações de itens de prova no formato XLSX e o dicionário da base de micro dados em formato XLSX e ODS.

A base bruta de dados e o dicionário foram carregados para um repositório de armazenamento em nuvem da Azure em arquitetura DL, que é o ADLS Gen 1, através da ferramenta de gerenciamento Azure Storage Explorer, devido a limitação da interface web no endereço SAAS do ADLS de até 2GB por envio. O arquivo fonte bruto foi inserido na pasta RawData, para consumação pelos *pipelines* de ingestão do ADF.

Os arquivos de cada tabela do RDM foram carregados para uma pasta TransformedModelRDW para serem carregados para o cubo OLAP do AAS. Já o arquivo para mineração foi carregado em uma pasta chamada StaggingPreProcessed, após as transformações.

### 3.3.2 PRÉ-PROCESSAMENTO

A etapa de pré-processamento é caracterizada pela seleção dos dados do modelo, a limpeza dos dados sem utilidade para o propósito da mineração pela remoção de colunas utilizadas no OLAP, porém desnecessária no algoritmo e o tratamento de redundância pela modificação dos dados para adição de referência.

#### 3.3.2.1 SELEÇÃO DOS DADOS

Foram selecionados todos os dados da base, com exceção daqueles que compõe as respostas e o gabarito da prova, bem como o ano de conclusão do ensino médio e o ano referente a prova.

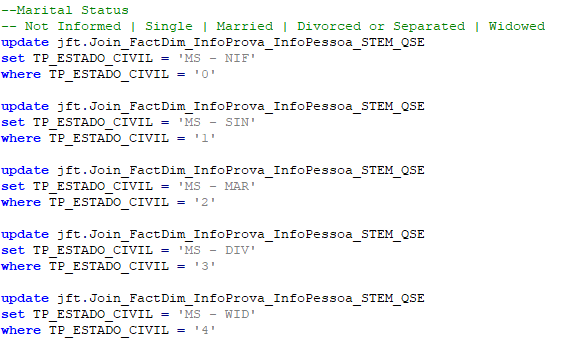
#### 3.3.2.2 LIMPEZA DE DADOS

No modelo de dados para mineração foram retiradas as colunas de códigos de regionalidade, que caracteriza uma redundância desnecessária por existir os dados de localidade especificamente e código da escola também fora retirado, pois avalia-se aspectos gerais do aluno sem delimitar informações pessoais específicas. Através da análise dos tipos de ensino e de escola, é possível uma avaliação satisfatória.

#### 3.3.2.3 ELIMINAÇÃO DE REDUNDÂNCIA DOS DADOS DE VALORES IDÊNTICOS: INSERÇÃO DE IDENTIFICADOR DE CÉLULAS

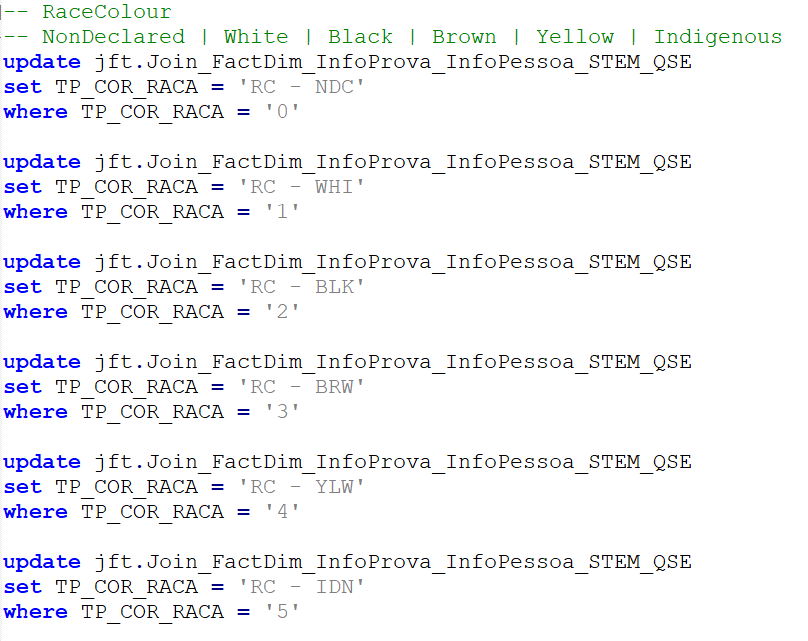
De acordo com o dicionário de dados transformados, foi realizada a atualização dos dados para criação do modelo pré-processado. De acordo com as transcrições do dicionário original para o novo, foi realizado o update de cada coluna com tratamento de exceção envolvendo submissão e possibilidade de desfazer a transação a efetuar para persistência dos dados.

Figura 65 - Pré-processamento – Tratamento de redundâncias - Estado Civil



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 66 - Pré-processamento – Tratamento de redundâncias - Cor ou raça



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 67 - Pré-processamento – Tratamento de redundâncias - Questionários Socioeconômicos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

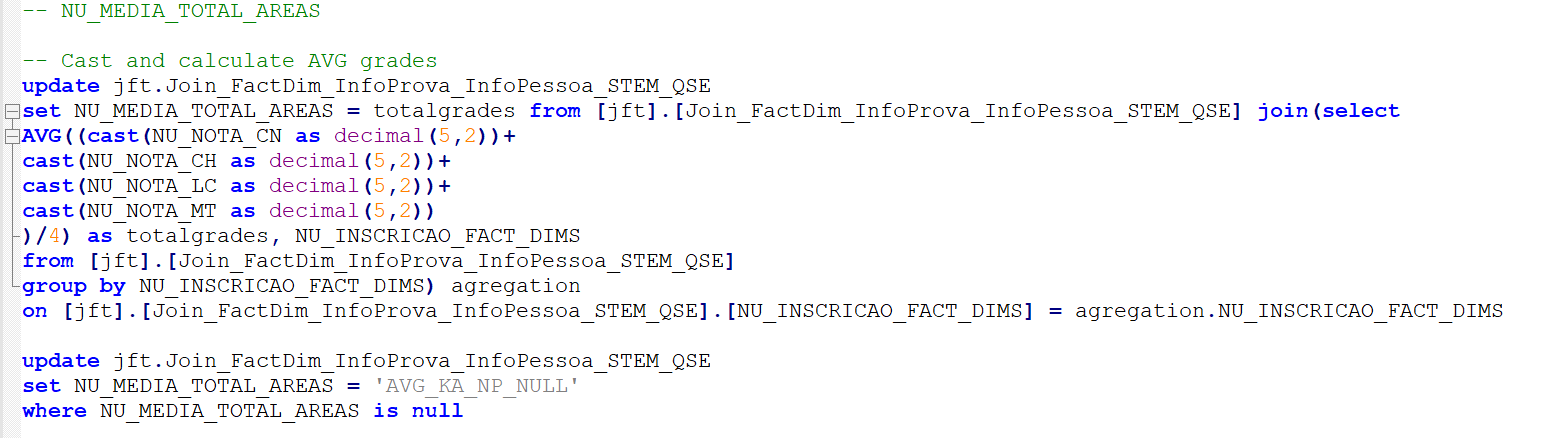
### 3.3.3 TRANSFORMAÇÃO

As transformações foram realizadas com o emprego da linguagem T-SQL para atualizar os campos mediante as condições necessárias especificadas no dicionário da transformação e pré-processamento. Em suma, foca na criação da média das notas a partir do cálculo das notas de todas as áreas de conhecimento (*knowledge areas*), a transformação da nota da redação em campo textual (VARCHAR) com a conversão de tipo para comparação de faixa numérica (CAST DECIMAL). Para retirada dos nulos, utilizou-se o validador ISNULL. O modelo do conjunto de dados resultante possui todos os dados padronizados conforme pré-estabelecido no dicionário.

#### 3.3.3.1 CÁLCULO DE MÉDIA DAS NOTAS

As médias das notas foram calculadas através de um UPDATE que realiza JOIN implícito do atributo das notas

Figura 68 - Transformação - Cálculo de média das notas

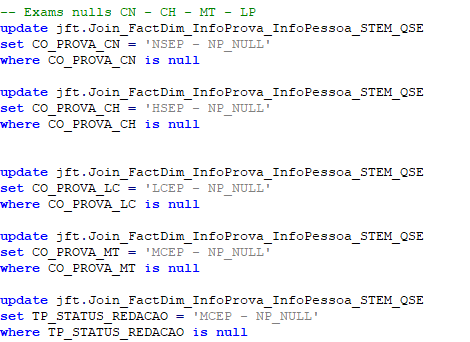


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

#### 3.3.3.2 REMOÇÃO DE NULOS

Os nulos foram removidos com transformações via atualização, com a utilização do comparador ISNULL na clausula WHERE.

Figura 69 - Transformação - Tratamento de nulos – Idade - 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

#### 3.3.3.3 DISCRETIZAÇÃO DE VALORES CONTÍNUOS

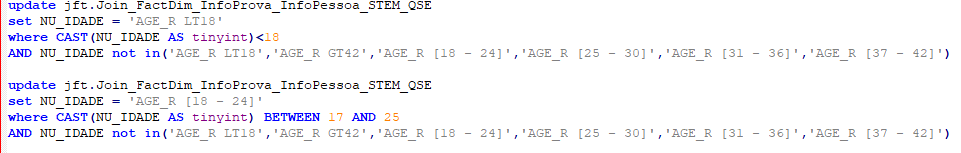
Foram efetuados updates com sub consultas com a causa de comparação entre valores numéricos BETWEEN para obtenção das faixas categóricas discretizadas das médias das notas das áreas de conhecimento, das competências e da nota geral da redação.

Como o formato das notas está em VARCHAR, isto é, um campo textual, aplicou-se a função T-SQL de conversão de tipos CAST para realizar a tradução em tempo de execução no processo de consulta. Para armazenar a média de notas te todas as áreas, foi criada a coluna em formato DECIMAL (real) denominada NU\_MEDIA\_TOTAL\_AREAS para capturar o resultado do cálculo. Todas as inserções foram carregadas por meio de sub consulta em cada tabela de referência para efetivar as alterações, com aplicação do conversor de tipo na análise exploratória dos dados de cada coluna para viabilizar o uso do operador BETWEEN.

#### 3.3.3.4 AGRUPAMENTO CLASSIFICATÓRIO DE VALORES DISCRETOS

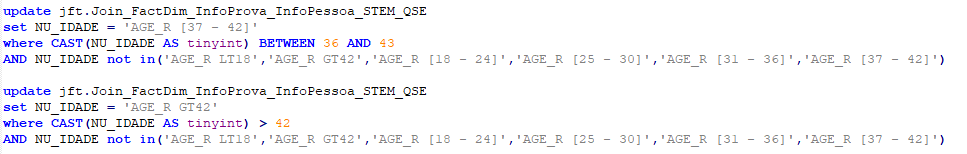
Foi realizada a sumarização categórica dos valores de idade na coluna NU\_IDADE, sendo dividido entre grupos descritos no dicionário de dados transformados, que compreendem em idades menores que 18, maiores que 42 e, entre eles, variações de 6 em 6 anos.

Figura 70 - Base de dados transformada - Classificação de discretos – Idade - 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 71 - base de dados transformada - Classificação de discretos – Idade - 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

#### 3.3.3.5 TRANSFORMAÇÃO TRANSACIONAL DOS ITENS

Foi realizada a transformação dos conjuntos de dados em um formato transacional do tipo "cesta” (*basket*), que considera cada linha como um registro de transação único com uma identificação e cada coluna como um item. No momento da leitura das transações do arquivo transformado, foi retirado a coluna de cabeçalho, para a não poluição dos conjuntos de itens durante a aplicação do algoritmo *Apriori*.

Figura 72 - Leitura de transações e remoção de cabeçalhos do arquivo contendo questionários de situação familiar



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

### 3.3.4 MINERAÇÃO DE DADOS

Nesta etapa, é descrito o processo de aplicação do AAR e a estratégia de segmentação dos grupos de dados a ser minerados.

#### 3.3.4.1 DESCRIÇÃO DO DICIONÁRIO DE DADOS PRÉ-PROCESSADOS

O dicionário para transformação foi transposto para a língua inglesa e transcreve o nome das colunas para esta, adicionando a informação específica e a quantidade, se houver, no dado em si. Segue-se padrão de acordo com o item definido. A primeira parte de cada item descreve, de 2 a quatro siglas, o campo tratado em inglês e o restante descreve o seu conteúdo. Como exemplos, o dado MS – SIN significa *marital status - single*, ou estado cível - solteiro. SEF – RHB – Y1BR significa *social economic form – residence has bathroom – yes 1 bathroom*, ou questionário socioeconômico - a residência tem banheiro(s) - sim 1 banheiro. Est padrão é seguido para todas as transformações e o pré-processamento de redundâncias, a variar da especificidade dos dados, se são quantitativos ou apenas descrições qualitativas. Para os dados nulos, é transcrito o motivo da nulificação, como por exemplo OS – NA\_ACH, que significa *operational situation(school) – not applied\_already concluded highschool*, ou situação de operação (da escola) - não aplicável já concluiu o ensino médio.

### 3.3.5 MODELO DE DADOS PARA MINERAÇÃO

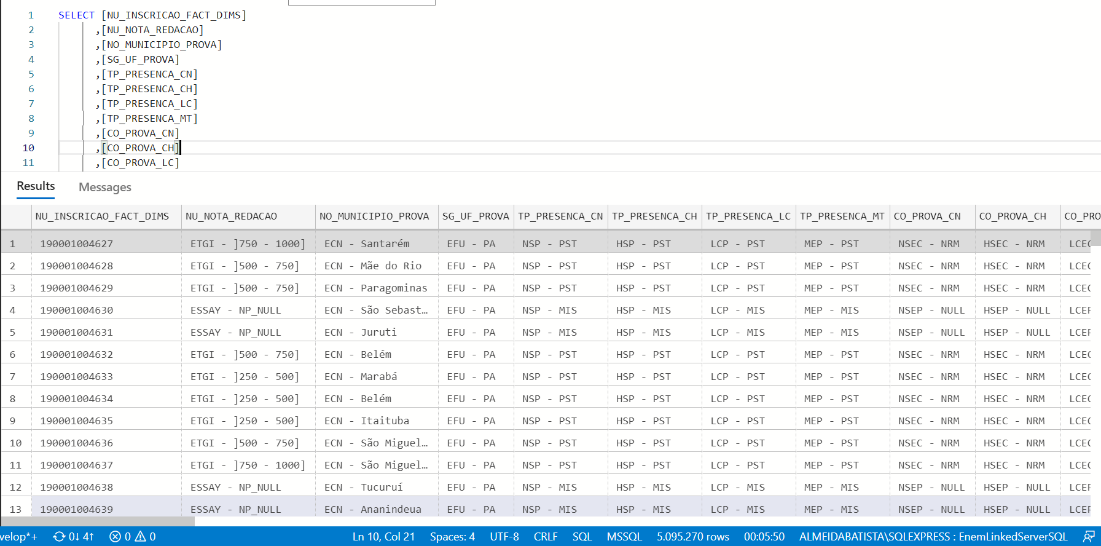
O modelo gerado para mineração contém apenas a nota da redação, proveniente da tabela fato, o número de inscrição da tabela de JOIN do fato com as dimensões, a média das notas que estavam na tabela fato e as informações das tabelas de dimensão, exceto de inclusão, que não é o foco analítico do trabalho. Na figura 73consta o modelo gerado.

Figura 73 - Base de dados transformada - 2



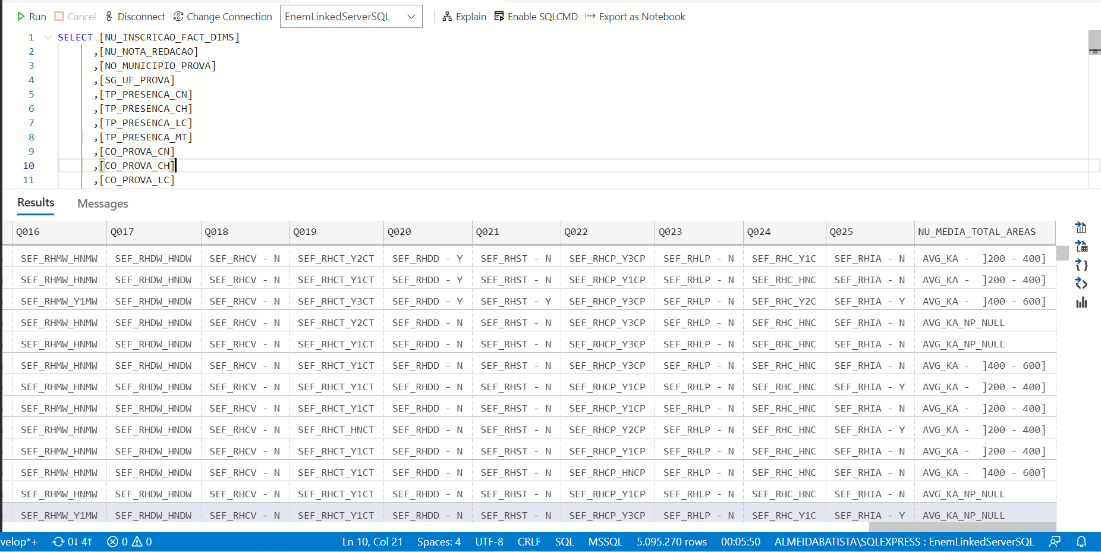
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 74 - base de dados transformada - 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 75 - Base de dados transformada - 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A partir desta modelagem realizada, foram gerados os CSVs a partir da consulta de todos os registros gerados com as colunas específicas de cada grupo de análise para ser minerado, que são os casos de uso para avaliação.

### 3.3.6 GRUPOS DE ANÁLISE - CASOS DE USO

Foram divididos grupos de dados baseados nas tabelas originárias das colunas correspondentes a eles e cada grupo foi associado com colunas de média das notas de todas as áreas de conhecimento e a nota da redação, que correspondem a tabela de Fatos.

Os grupos de análise são informações da prova, com os dados provenientes da coluna Dimension\_Info\_Prova, que contém as informações sobre a prova junto a dados do município de residência da tabela de Informação pessoal, Localização, que possui os dados da nota junto dos dados de localidade de residência e de realização da prova, Dados Pessoais, retirados da tabela Dimension\_Info\_Pessoal, Situação do Ensino médio, retirada da tabela Dimension\_Info\_STEM e Questionários socioeconômicos, retirados da tabela Dimension\_QSE. Este último grupo, por ser o maior, foi dividido em 4 subgrupos, sendo eles:

* Questionários de 1 a 6, que agrupam a situação familiar como escolaridade dos pais, renda mensal familiar e quantidade de pessoas na casa
* Questionários de 7 a 11, que agrupam a situação residencial como cômodos e veículos
* Questionários de 12 a 18, que agrupam os eletrodomésticos da residência
* Questionários de 19 a 25, que agrupam os aparelhos de multimídia e telecomunicações, como TV em cores, celular e internet

Figura 76 - Documentos CSVs de consultas para os casos de uso



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

A partir de cada avaliação em comparação com a nota, é possível associar cada um dos fatores com o desempenho do aluno. Nas informações pessoais, apenas foi analisada a localidade por UF, sendo ignorado o município, que foi tratado apenas no grupo de Localização, para identificar o perfil de realização do exame de acordo com as localidades residencial e de realização do exame.

Além destes grupos, também foi criado o grupo de perfil socioeconômico, que agrupa os dados dos questionários socioeconômicos com as informações pessoais dos alunos. O objetivo deste grupo é perfilar os participantes de acordo com suas características e sua situação social e econômica e a verificar como estes fatores se correlacionam com seu desempenho e presença nas provas. Este grupo foi dividido em 4 partes de acordo com as características de cada questionário, que serão detalhados na seção 3.3.6.1.

#### 3.3.6.1 CENÁRIO DE ANÁLISE

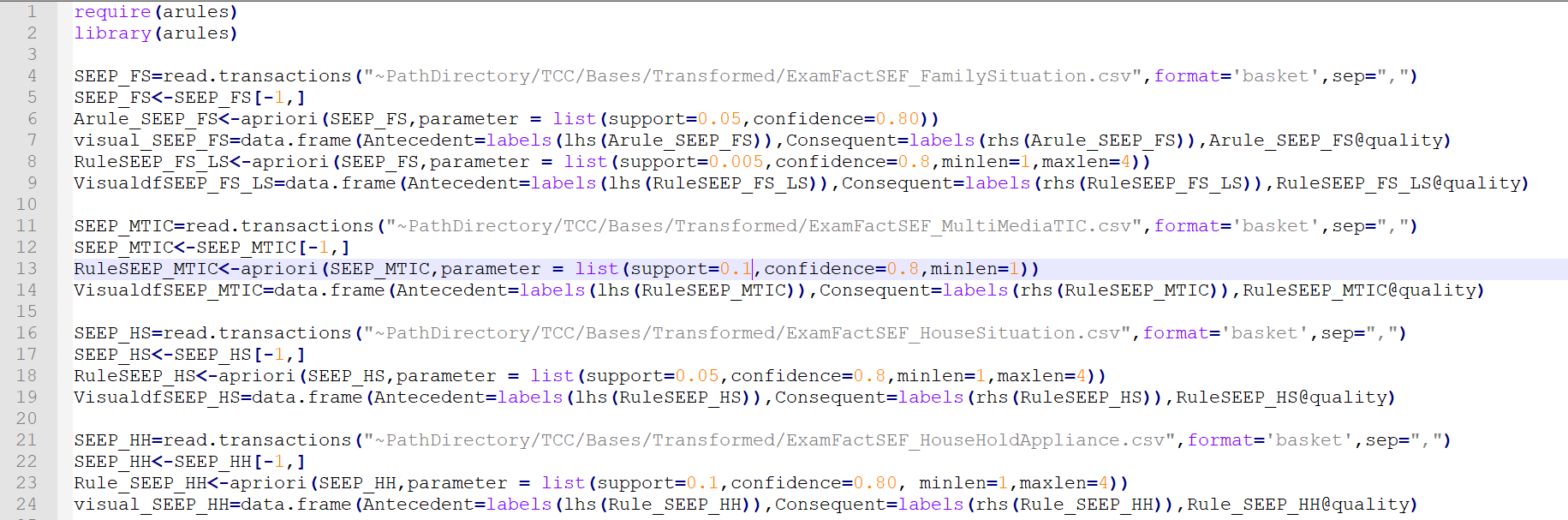
Os Foi projetado um cenário de análise com parâmetro de confiança mínima de 80%, para que fossem selecionadas apenas as regras de associação com probabilidade significativa, para todos os casos de uso avaliados.

Os parâmetros de suporte foram variados de acordo com o tamanho de itens, ou colunas, no arquivo de transações gerado no R. Para Casos de uso com muitos itens em colunas, utilizou-se suporte de 1 a 10%, nos casos de poucos itens, usou o limiar 20% de suporte. Isso se deve ao fato de que com muitos itens, sua frequência se dilui e tende a ser mais baixa pela alta disponibilidade. Isso faz com que itens pouco frequentes, como por exemplo, níveis de escolaridade altos, tendem a ser excluídos da varredura.

Os valores de *lift* indicam o grau de correlação entre os conjuntos associativos, caso seja maior que 1 então a maior presença do antecedente gera uma ocorrência mais frequente de seu consequente, já se for abaixo de 0, quando maior a ocorrência antecedente, menos o consequente tende a ocorrer, gerando um impacto significativo que caracteriza os conjuntos como substitutivos. Caso o *lift* seja 1, então o antecessor gera seu sucessor em uma mesma proporção. As variações do *lift* apontam a graduação da associação, que expressa, basicamente, se há correlação negativa(*lift*<0) e positiva(*lift*>=1).

As regras buscadas possuem tamanho dos conjuntos de 1 a 4 itens, para selecionar conjuntos de múltiplos fatores com quantidade controlada. O limiar de alavancagem (*Lift*) arbitrado para a avaliação é de *lift*>1.05, desta forma pode-se selecionar apenas as regras de associação que têm um grau de correlação razoavelmente acima da relação direta quantitativa.

Figura 77 - Leitura e geração de regras dos casos de uso de questionários socioeconômicos



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

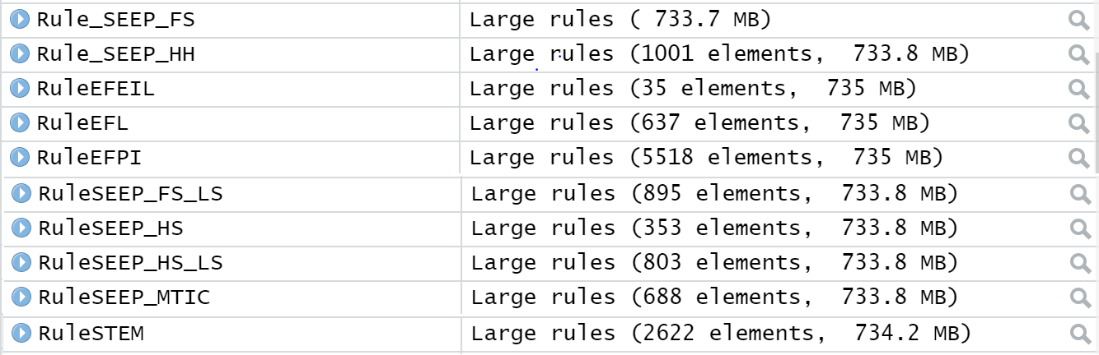
Figura 78 - Leitura e geração de regras dos casos de uso de informações pessoais, da prova, do ensino médio e de localidade



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

Aplicados os scripts das figuras 77 e 78, foram gerados os arquivos transacionais dos conjuntos de dados prontos e formatados para aplicar o AAR. Após as transações serem lidas dos arquivos CSV de base, aplicou-se o ARM no conjunto de dados transformado para o formato de transações e foi feita a DRA existentes em cada um, para varrer todas as regras de associação encontrados nos limiares definidos para cada parâmetro de forma arbitrária, nos quais os patamares seguiram um mesmo padrão de margem de confiança e tiveram o suporte variado de acordo com maior ou menor quantidade de variáveis presentes. Na figura 79 constam as regras produzidas no R Studio

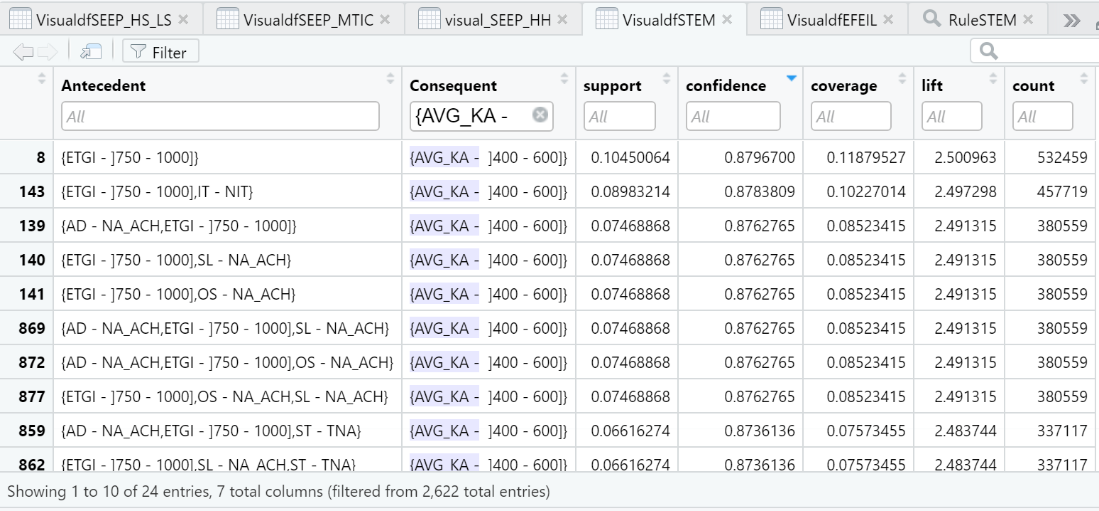
Figura 79 - Regras de associação lidas dos arquivos de transação a partir dos conjuntos de dados CSV



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

E como consta nos mesmos scripts das figuras 77 e 78, para melhor visualização, filtragem, busca e identificação das regras para selecionar as mais relevantes e compará-las umas às outras, as regras foram carregadas para um data frame onde os elementos “*lhs*” ou *left-hand side*, do inglês “lado de mão esquerda” e “*rhs*” ou *right-hand side*, do inglês “lado da mão esquerda, foram respectivamente identificados como *Antecedent* e *Consequent*, do inglês “antecedente” e “consequente”, que correspondem exatamente ao que cada um deles referência. Para buscar as regras, filtrou-se o parâmetro de confiança por ordem decrescente, para priorizar as mais confiáveis e analisou-se o *lift* (alavancagem) para aferir a relevância da regra. Como já explicitado, as regras auto evidentes, redundantes com pouca variação ou óbvias foram desprezadas, analisado apenas as diferenciais e mais destoantes em seus itens. A prioridade de busca nos filtros era a nota da redação, pelo prefixo ETGI e a média nas disciplinas objetivas das áreas de conhecimento, com prefixo AVG\_KA. Segue na figura 80 um exemplo do *dataframe* correspondente as regras de associação com situação de ensino médio (STEM).

Figura 80 - Exemplo de um data frame criado para busca e exibição detalhada de todas as regras de associação de cada cenário de análise



**Fonte: elaborada pelo autor (2021)**

Como visto na figura 80, o *data frame* captura todas as informações dos parâmetros de uma AR e os exibe para cada uma delas, bem como seu número identificador. Além dos que já foram citados, as regras mineradas também têm calculado seu *coverage* ou cobertura, que mede apenas a frequência relativa do conjunto de itens antecedente sem relacionar a união com o consequente, além da contagem da regra, que é a frequência absoluta de aparição dos conjuntos de itens de união dos causadores e da consequência.

### 3.3.7 ANÁLISE E ASSIMILAÇÃO DE RESULTADOS

Nesta etapa do KDD, é realizado o levantamento geral de todos os resultados coletados e são levantadas hipóteses que o expliquem. Neste contexto, tal como a análise de dados *ad-hoc*, é realizada a abordagem de estatística descritiva para levantar os dados mais relevantes coletados. Os dados foram analisados nos *data frames* gerados nos scripts das figuras 77 e 78, que agrupam as informações das regras de associação mineradas.

Para extrair as regras de associação úteis, além dos limiares de controle avaliados, foi aplicado filtro dos itens consequentes correspondente a variáveis significativas no impacto do inscrito nas provas, como o prefixo “{AVG\_KA -”, para filtrar todas as consequências relacionadas a média nas áreas de conhecimento, do inglês *Average\_KnowledgeAreas,* , que correspondem às provas objetivas, e o prefixo “{ETGI -”, para levantar consequentes de intervalos de notas da redação, do inglês *EssayTotalGradesIntervals*. Estes filtros também foram aplicados aos antecedentes, para aplicar a análise reversa, ou seja, o fato de o aluno ter determinado desempenho implicar em determinada característica pessoal, social ou econômica.

#### 3.3.7.1 ANÁLISE DOS AGRUPAMENTOS – CASOS DE USO

Os levantamentos das regras de associação com confiança superior a 80%, suporte mínimo de 0,5%, 1%, 5%, ou 10% foram agrupados em casos de uso que correspondem aos seus tipos de dados e suas relações com as métricas de desempenho na redação e nas demais provas. Nesta seção, todas estas regras serão detalhadas de acordo com cada um dos casos.

#### 3.3.7.2 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Através da mineração de dados, é possível identificar que os fatores mais impactantes no desempenho do participante são a sua situação familiar, seguido de características pessoais como raça e idade. Também pode-se evidenciar que certas localidades costumam ser associadas ao baixo desempenho, como os estados de PA e BA e outros com desempenho mais elevado, como SP e MG.

Analisando a situação dos eletrodomésticos, não há grande correlação deste grupo em específico com o rendimento dos participantes, apenas verificou-se que pessoas com apenas um refrigerador, sem máquina de lavar roupas e nem máquina de lavar louças possui uma chance elevada de faltar a redação e a uma prova objetiva, o que pode evidenciar um perfil de vulnerabilidade social que influencie na condição de estar presente no dia do exame. Aqui, todas as regras possuem alavancagem e confiança elevados, o que pode apontar um perfil específico.

Sobre os aparelhos de multimídia e telecomunicação, pouco tendem a afetar ou ter relação com desempenho, apesar de certos padrões serem frequentes tanto se associados a notas baixas ou alta, como não possuir telefone fixo ou TV por assinatura. A única relação significativa é o acesso à internet e a média das objetivas entre 400 e 600, que é bem frequente.

A respeito da prova, não se detectou uma relação tão expressiva de algum item específico correlato as métricas de desempenho, todas com alavancagem sempre próxima a 1. As únicas associações significativas avaliadas são a do antecessor ser a nota da redação acima de 750 e o consequente impactado ser a média das notas das áreas de conhecimento ser de 400 a 600 e as maiores notas de redação e prova objetiva ocorrerem em conjunto com a escolha da língua inglesa e vice-versa, nos casos em que a redação não é zerada. Quase todas as regras apontam a redação normalizada, sem zeramento, portanto não há nenhuma referência causal relevante entre as características das provas realizadas.

Ao avaliar a situação doméstica da residência, não há muitas associações relevantes detectáveis, apenas correlações entre desempenho baixo nas médias das objetivas e redação em conjunto com não existência de veículos com o fato de existir somente um banheiro na casa. Outro antecessor que costuma aparecer é o de possuir 1 e 2 quartos, todas essas regras englobam baixo desempenho e têm como consequência apenas um banheiro.

Nas informações pessoais, encontra-se forte correlação entre os antecessores de idade entre 18 e 24 anos e nacionalidade nativo brasileira e a falta em alguma área de competência. Este perfil social compreende aos jovens recém-saídos em ensino médio em sua maioria, que, ingressam no mercado de trabalho e ou na universidade, o que pode ocasionar desistência. Também foi detectado uma ocorrência frequente dos conjuntos de antecessores contendo nota na redação acima de 750, tipo racial branco e UF de residência ser SP, e estes conjuntos, tal como a presença do item idade inferior a 18 anos, sexo masculino e estado civil solteiro, e todos estes itens fortemente associados a consequência de média nas provas objetivas entre 400 e 600. Já um conjunto específico composto por nota na redação entre 250 e 500, sexo feminino e a nacionalidade brasileira nativa tende a possuir o consequente de nota nas áreas de conhecimento de 200 a 400 com confiança e alavancagem consideráveis.

Na situação de ensino médio, bastante regras aproveitáveis foram extraídas a partir das medidas de interesse com limiares de alto padrão. Verificou-se que antecessores compostos por média das provas objetivas entre 200 e 400, localidade da escola urbana e ou a escola ser pública, também inferem na consequência desta escola ser estadual.

Também se verifica que alunos de escola pública com esta nota costumeiramente não são treineiros, o que evidencia que mesmo alunos formados ou prestes a se formar deste tipo de instituição costumam ter baixos rendimentos. Ele não se verifica na redação, onde antecedentes que contém nota acima de 750 e entre 500 e 750 ocorrem com frequência considerável. Assim, pode-se aferir tendência de baixos desempenhos dos alunos de escola pública estadual nas objetivas, mas não se pode afirmar isto para a redação.

Em se tratando da situação familiar do participante, a maioria dos itens antecessores são frequentes e tendem a ocasionar umas às outras se agrupados com as notas em conjuntos antecedentes, o que aponta fortes correlações com potencial de causalidade elevado.

Os itens que mais tendem a impactar na consequência de médias entre 400 e 600 são o número de pessoas na casa ser de 1 a 4, grupo ocupacional dos pais ser profissional liberal ou empreendedor, e a média na redação ser acima de 750. Fatores fortemente ligados a falta em uma das áreas de conhecimento são os antecedentes compostos por falta na redação, grupo ocupacional do pai ser primeiro setor e escolaridade deste ser ensino fundamental I incompleto.

O conjunto de itens composto por médias das objetivas entre 200 e 400, o pai ser do primeiro setor e a renda mensal ser nula também implicam na mãe ser do mesmo grupo ocupacional, consequentemente. Foi analisado também um conjunto em que a nota da redação é de 250 a 500, a quantidade de pessoas na casa é de 5 a 8 e a mãe pertence ao primeiro setor, e seu consequente é a média das objetivas estar entre 200 e 400, com uma confiança e alavancagem relativamente acima do mínimo definido.

Desta forma, pode-se inferir que o grupo ocupacional dos pais, sobretudo da mãe, tem impacto significante na presença do participante e em seu desempenho, bem como os níveis de renda. No mais, tudo isto em patamares similares, a quantidade de pessoas em casa, caso seja acima de quatro, tende a ser o diferencial que ocasione impactos negativos no rendimento em provas objetivas.

## 3.4 ANÁLISE DE DADOS A PARTIR NO CONJUNTO DE DADOS MODELADOS

Nesta seção, é explicitado todo o processo de análise de dados *ad-hoc* de caráter descritivo da base de dados.

### 3.4.1 ETL

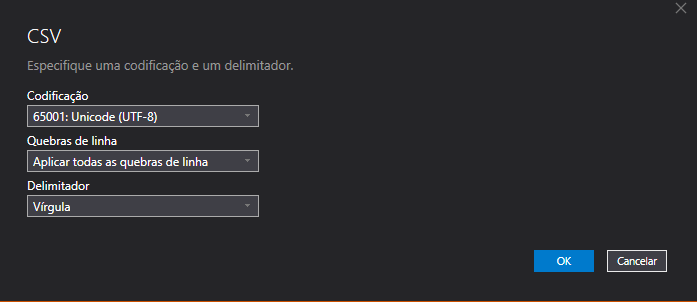
Os dados foram extraídos do ADLS Gen 1, conectados ao Visual Studio, para pode tratar os dados contidos nas tabelas, para poder conectar ao AAS e gerar o visual no Power BI.

Todas as transformações realizadas foram realizadas dentro do Power Query do Visual Studio

#### 3.4.1.1 AJUSTES DA IMPORTAÇÃO

Todos as tabelas importadas do ADLS Gen 1, sofreram alguns ajustes para poder se adequar as configurações de visualização do Visual Studio.

Figura 81 - Alteração da codificação das tabelas

 Fonte: Elaborado pelo ato através do Visual Studio

Conforme na figura 81 a alterações foi na codificação que foi eleito o alfabeto de Unicode UTF-8, as outras opções de quebra de linhas e delimitador já estavam como padrão.

Logo após isso, a primeira linha das tabelas foi promovida a cabeçalhos das colunas.

#### 3.4.1.2 TRANSFORMAÇÃO DAS TABELAS

Os dados das tabelas originais estão em formato de índice, os dados estão em forma de número ou letra, exceto as colunas que se referem a localidade.

Para que possamos ter uma melhor visibilidade dos dados as colunas originais foram utilizadas para gerarem uma nova coluna a partir de seus dados, como mostra a figura 82 abaixo

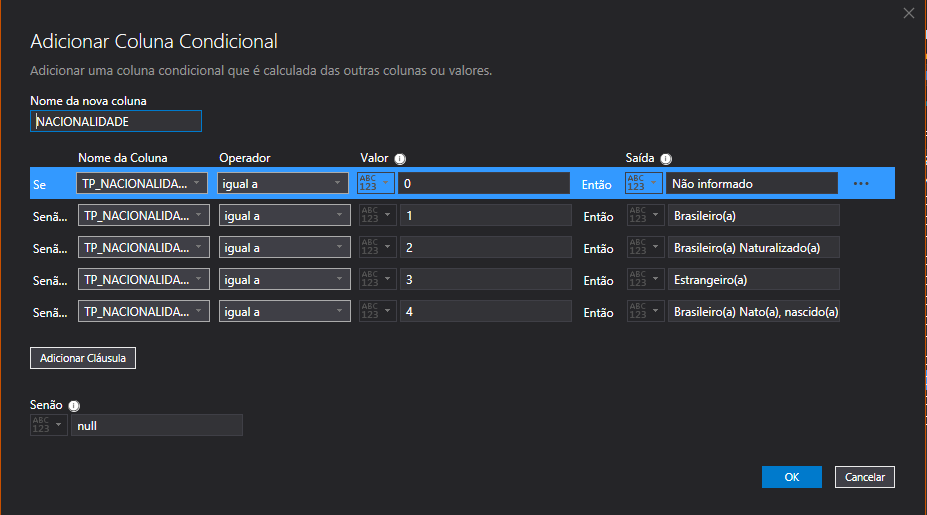
Figura 82 - Transformação das colunas sobre o a nacionalidade dos participantes.



Fonte: Elaborado pelo ato através do Visual Studio

Na figura 83 é demonstrado como foram geradas as colunas, através das associações dos dados contidos em cada coluna, para fazer essa associação foi necessário consultar

Figura 83 - Adicionando uma coluna condicional

 Fonte: Elaborado pelo ato através do Visual Studio

As colunas que foram utilizadas como base para adição da nova coluna foram removidas

Além deste tipo de transformação, também houve a criação de faixas de conjunto de dados, com o intuito de agrupar os dados e criar uma visualização de conjuntos como o exemplo da figura 84, essas colunas que foram utilizadas para gerar essas faixas não foram excluídas pois elas serão utilizadas na visualização do Power BI.

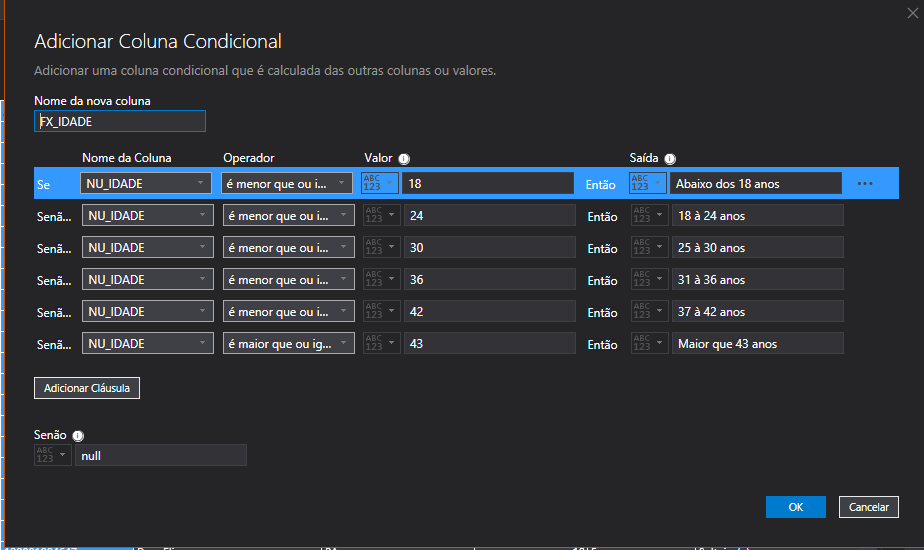
Figura 84 - Distribuição por faixa da tabela Info\_Pessoal



Fonte: Elaborado pelo ato através do Visual Studio

A configuração utilizada para essa distribuição foi a coluna condicional como está na figura 85 abaixo

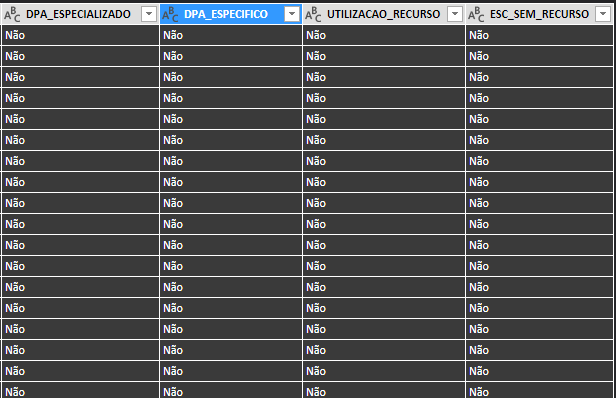
Figura 85 - Criação da coluna condicional para a faixa de idade na tabela Info\_Pessoal



Fonte: Elaborado pelo ato através do Visual Studio

Algumas colunas foram resumidas como as colunas da tabela de inclusão, pois era esse estudo era necessário saber somente se os participantes solicitaram atendimento específico, especializado ou solicitaram a utilização de algum recurso para realização do exame. No dicionário disponibilizado pelo INEP há 13 colunas a respeito da solicitação de atendimento especializado, 4 colunas sobre a solicitação de atendimento específico e 34 colunas sobre a solicitação de recurso, no caso dessa tabela em específico essas colunas foram resumidas de 51 colunas para 4 colunas como demonstrado na figura 86.

Figura 86 - Colunas das tabelas de inclusão

 Fonte: Elaborado pelo ato através do Visual Studio

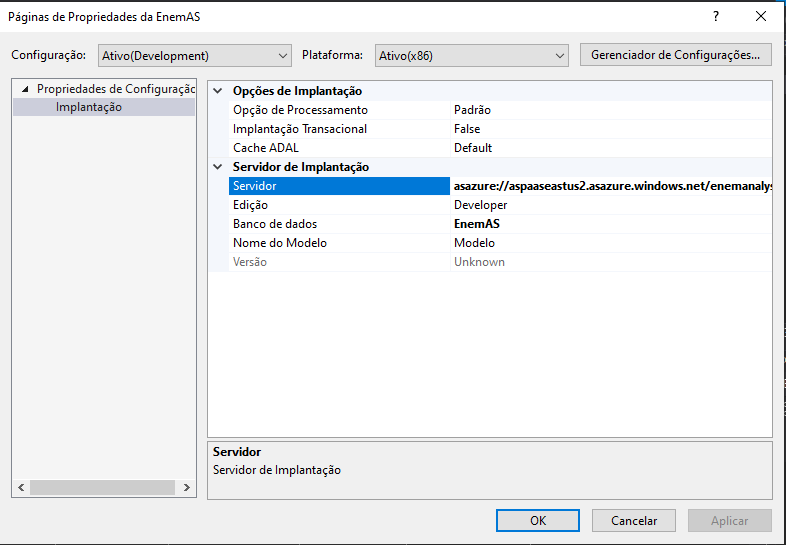
O processo utilizado para a geração das colunas resumidas foi o de colunas condicionais, como descrito na figura 87.

Figura 87 - Adicionando coluna condicional a partir das colunas sobre a utilização de recursos

 Fonte: Elaborado pelo ato através do Visual Studio

Após essas configurações, os dados foram conectados com o AAS, como está na figura 88.

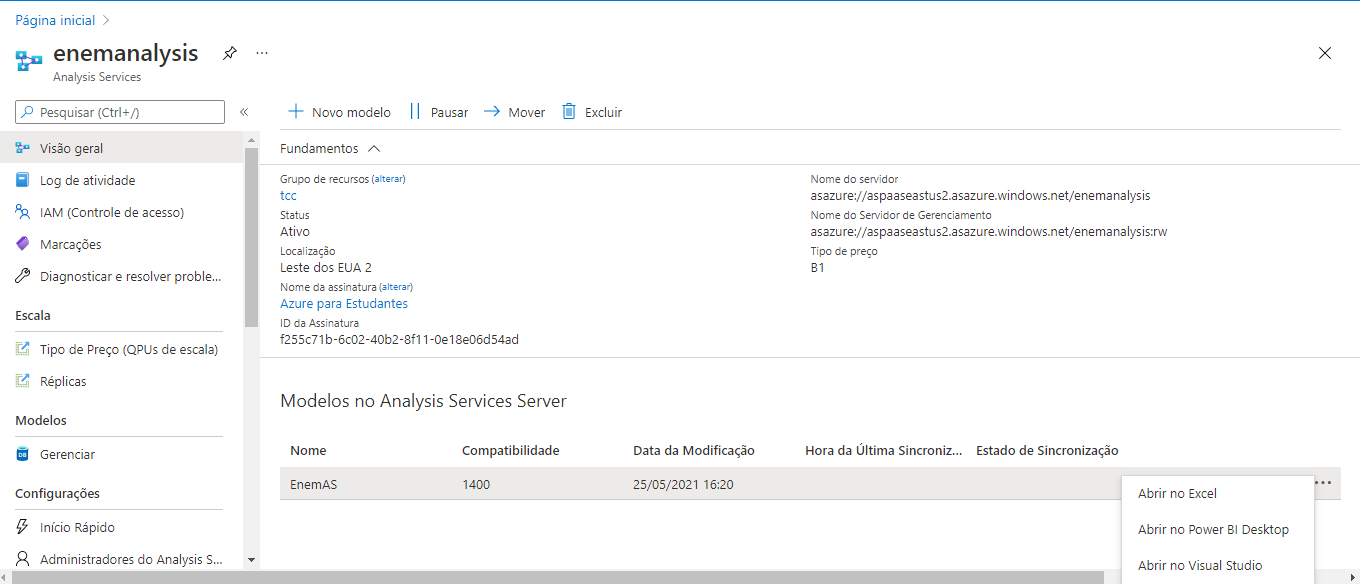
Figura 88 - Configuração de conexão do Analysis Services com o Visual Studio



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após o carregamento dos dados no Analysis Services, foi feito a conexão com o Power BI. Esse procedimento foi realizado de forma simples, pois baixamos o arquivo no formato de PBIX, direto do AAS, como está na figura 89, para que já estivesse todas as informações da conexão.

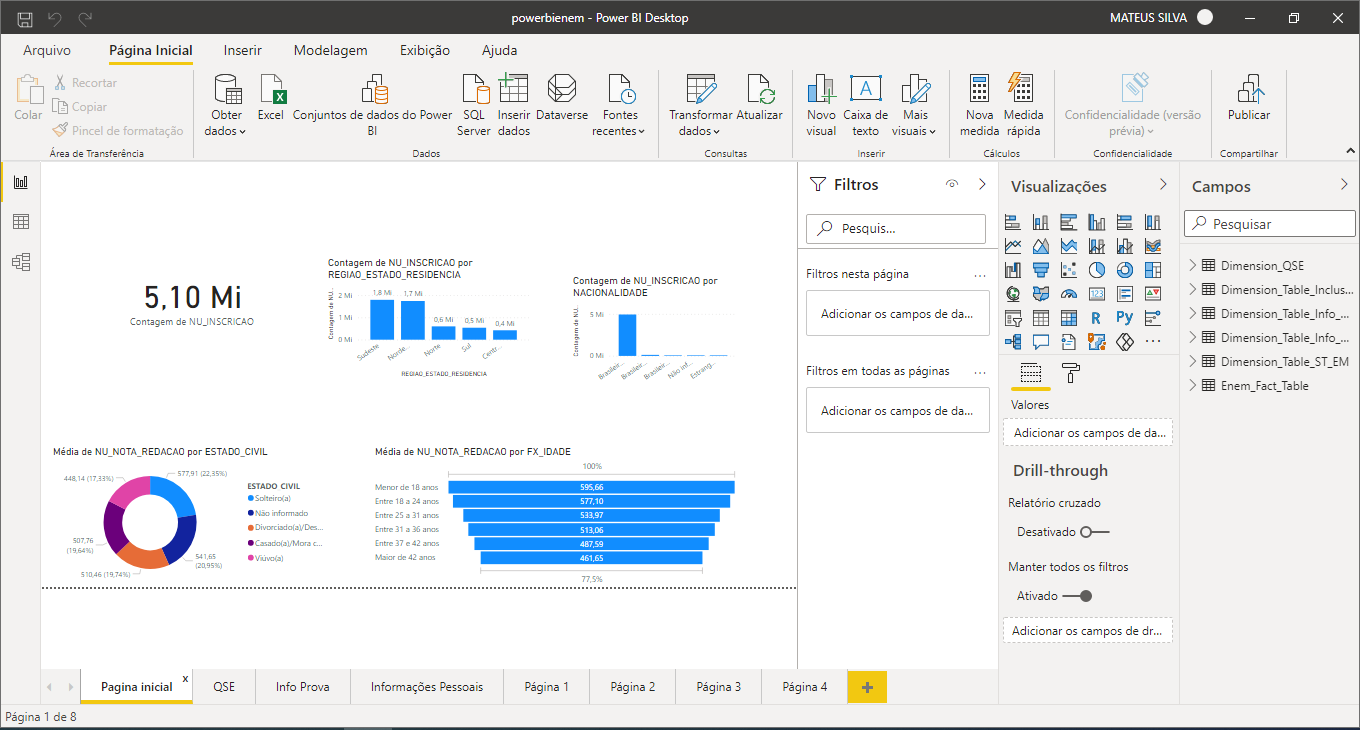
Figura 89 - Painel do Analysis Services da Azure com a opção de baixar o arquivo



Fonte: Elabora pelo autor (2021)

Em seguida já foi possível realizar a montagem do painel de gráfico no Power BI, como está na figura 90.

Figura 90 - Painel do Power BI



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

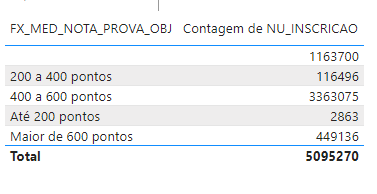
### 3.4.2 ESTATÍSTICA GERAIS

Nesta seção nós buscamos exibir as informações mais abrangente possível, já que estamos tratando de uma base dados muito grandes, nela podemos encontrar muitas informações que podem ser valiosas.

#### 3.4.2.1 ESTATÍSTICAS DE DESEMPENHO

Como está na figura 91 buscamos mostrar exatamente as informações que correspondem a nota, como a quantidade de inscritos que atingiu uma faixa das notas, para podermos ter ciência onde há maior concentração de inscritos por conjunto faixas de nota.

Figura 91 - Quantidade de inscritos por faixa da média nota da prova objetiva

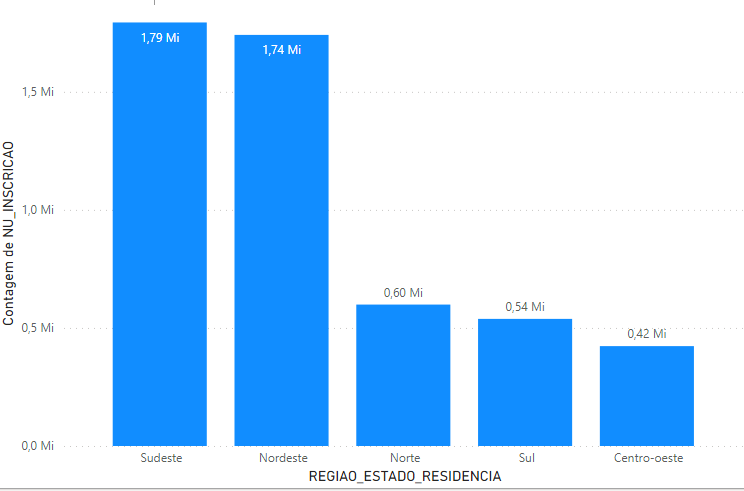


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

#### 3.4.2.2 ESTATÍSTICAS DAS INFORMAÇÕES PESSOAIS E GEOGRÁFICAS

Conforme a figura 74 nas informações pessoais exibimos as quantidades das características dos inscritos.

Figura 92 - Gráfico de colunas onde exibe a quantidade de inscritos por regiões do Brasil, situando as suas respectivas residências

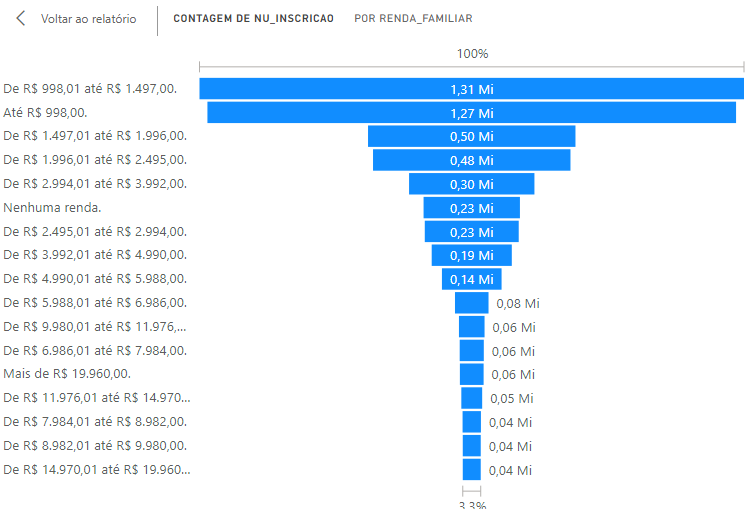


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

#### 3.4.2.3 ESTATÍSTICAS DE SOCIOECONÔMICAS

Como está na figura 93 pode ser visto quantidade de inscritos conforme as informações sobre da renda familiar.

Figura 93 - Distribuição da renda familiar pela quantidade de inscritos

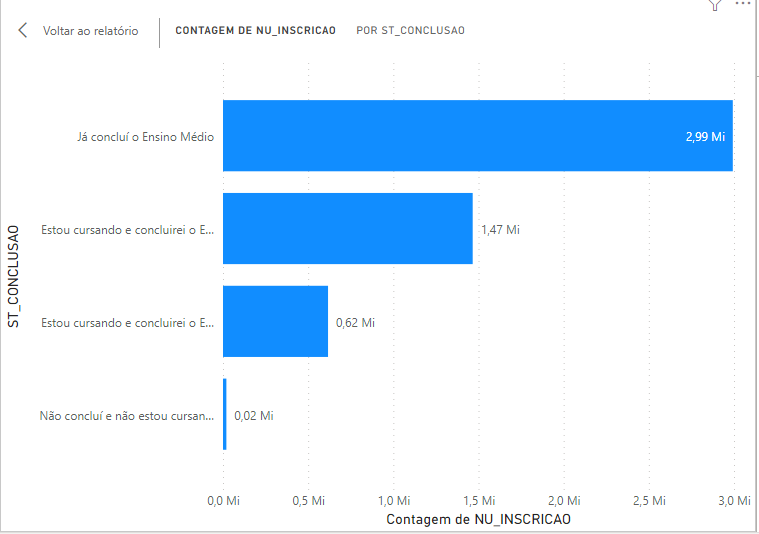


Fonte: Elaborado pelo autor

#### 3.4.2.4 ESTATÍSTICAS DA SITUAÇÃO DE CONCLUSÃO DO ENSINO MÉDIO

Sobre a situação de conclusão do ensino médio dos inscritos nós também levantamos dados simples para ter noção da quantidade dos conjuntos de dados, como está na figura 94.

Figura 94 - Gráfico de barras que mostra a comparação dos inscritos com a situação do ensino médio

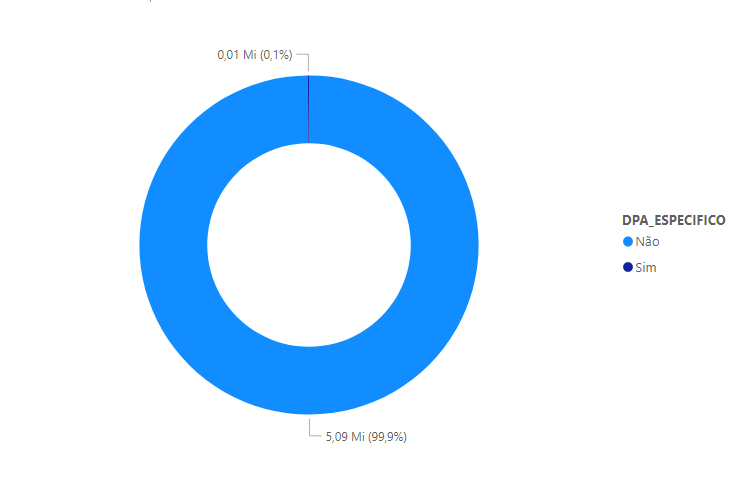


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

#### 3.4.2.5 ESTATÍSTICAS DE INCLUSÃO

No gráfico da figura 95 é visto a diferença dos inscritos que solicitaram um atendimento específico e o que não solicitaram.

Figura 95 - Gráfico de rosca exibindo a diferença de quantidade de inscritos que solicitaram atendimento específico



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

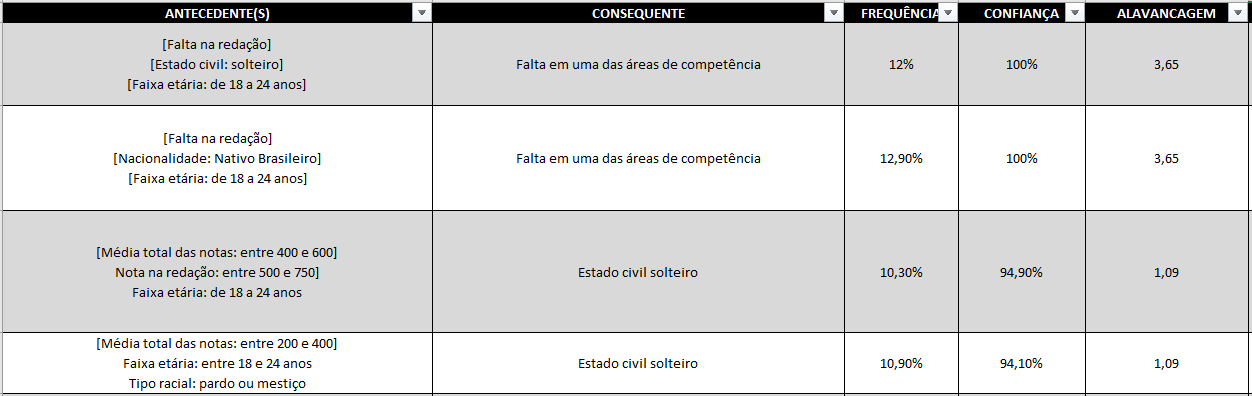
# 4 RESULTADOS COMPARATIVOS E ANÁLISE DIAGNÓSTICA

Neste capítulo, são expostos os resultados explícitos dos dados coletados a partir do levantamento estatístico das consultas *ad-hoc* e das hipóteses descobertas da base através da aplicação do algoritmo automatizado de mineração de dados, que configuram a análise estatística descritiva. Além disto, é referenciado uma interpretação especializada pautada no embasamento analítico de profissionais da área da educação e assistência social, para respaldar o diagnóstico dos resultados e, assim, aplicar a abordagem de análise diagnóstica destes dados.

## 4.1 MINERAÇÃO DE DADOS

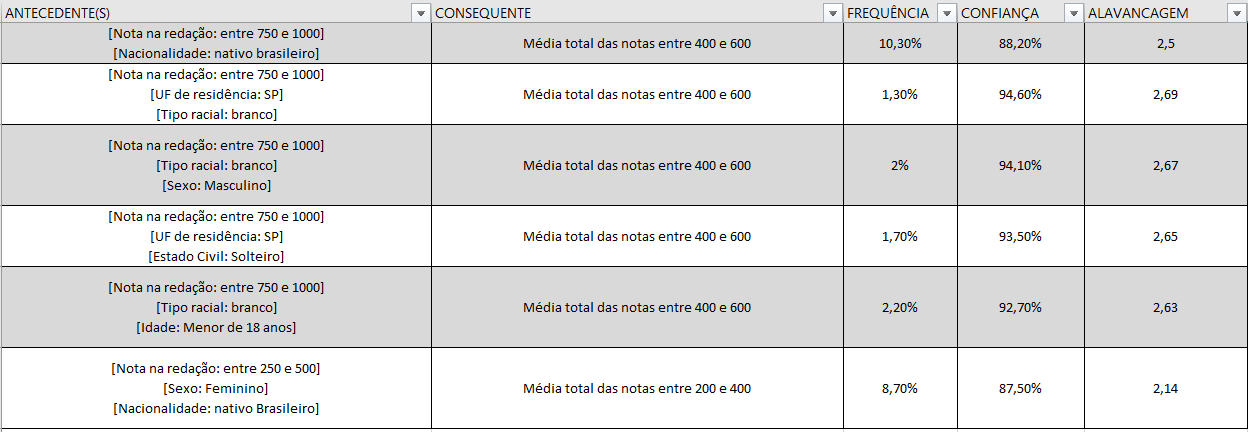
Nesta seção são detalhados os limiares analisados na coleta das regras de associação descobertas e os parâmetros de cada uma delas, dado que foram selecionadas pela não trivialidade total e pelo nível de *Lift* superior a 1.05, desta forma são consideradas apenas as associações positivas, isto é, quando um conjunto de itens impacta positivamente na consequência e não o contrário.

Figura 96 - Caso de uso - Informações pessoais



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

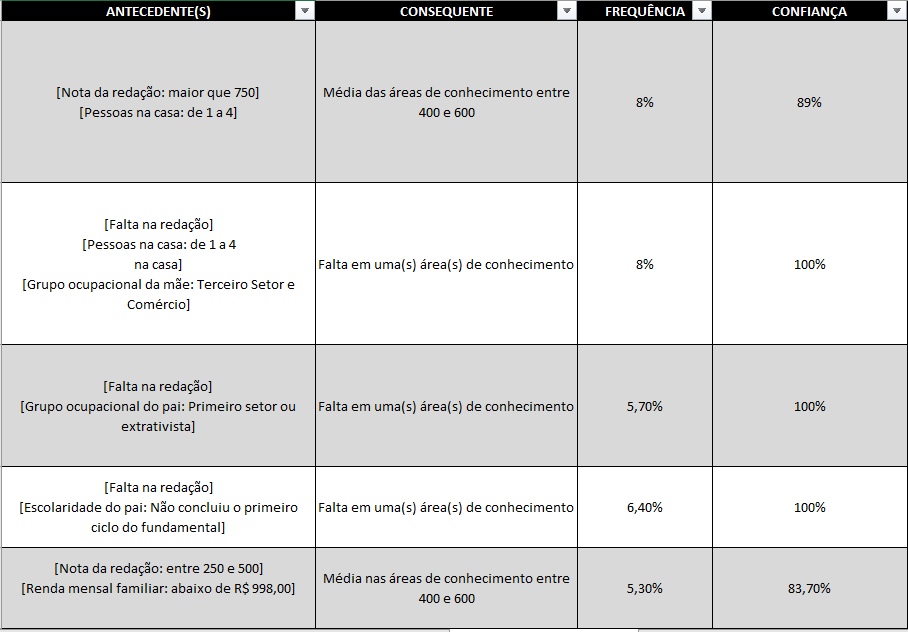
Figura 97 - Caso de uso - Informações pessoais - 2



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

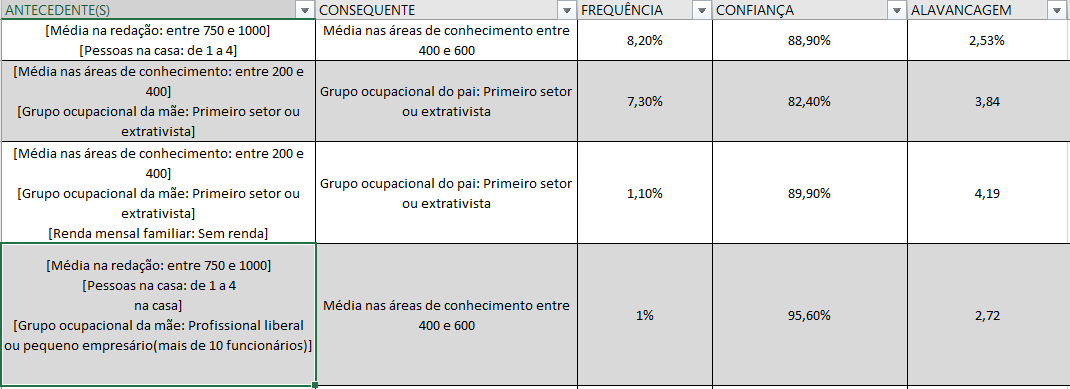
As figuras 96 e 97 ilustram as principais e mais impactantes regras de associação do grupo de análise “informações pessoais”, que correlaciona o desempenho as características do participante.

Figura 98 - Caso de uso - Situação familiar - 1



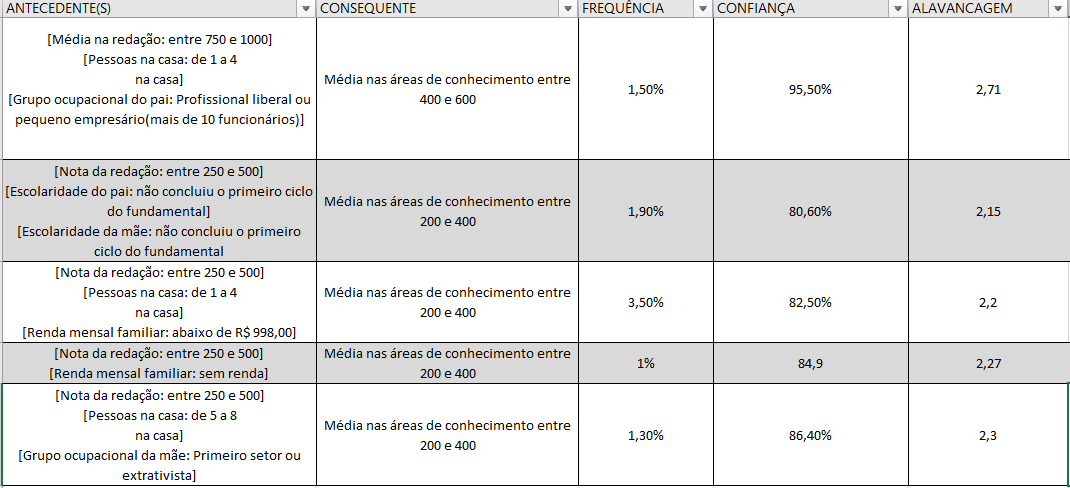
Fonte: elaborada pelo autor (2021)

Figura 99 - Caso de uso - Situação familiar - 2



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

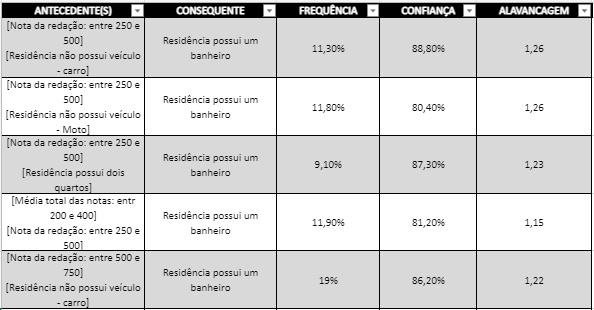
Figura 100 - Caso de uso - Situação familiar - 3



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

As figuras 98 a 100 listam as regras de associação do grupo dos questionários socioeconômicos “situação familiar”, que correlaciona desempenho nas provas e redação com informações familiares.

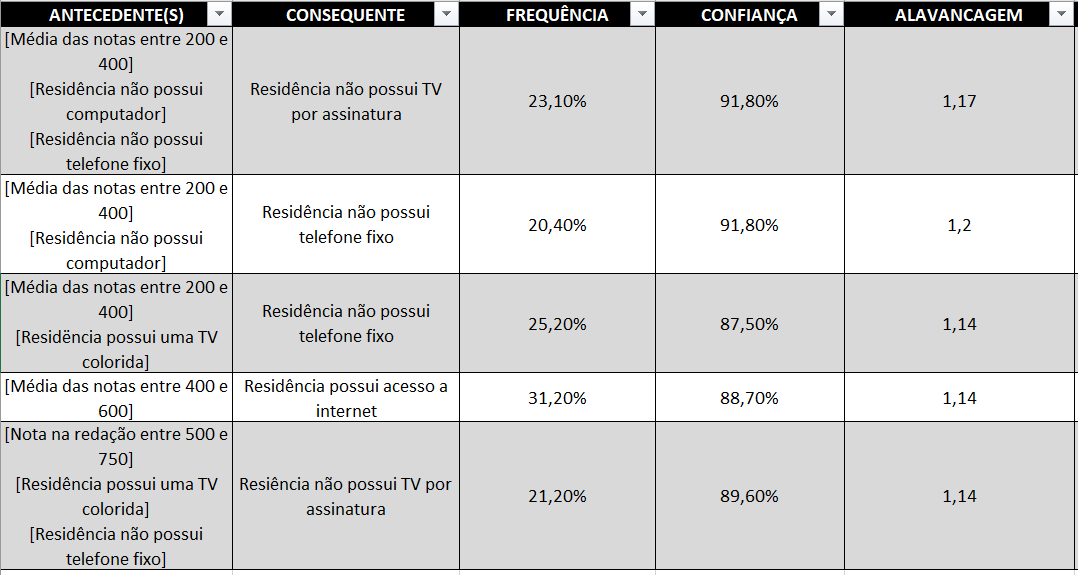
Figura 101 - Caso de uso - Situação doméstica



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

A figura 101 lista as regras de associação do grupo dos questionários socioeconômicos “situação doméstica”, que avalia desempenho de participantes em relação aos itens domésticos que possui.

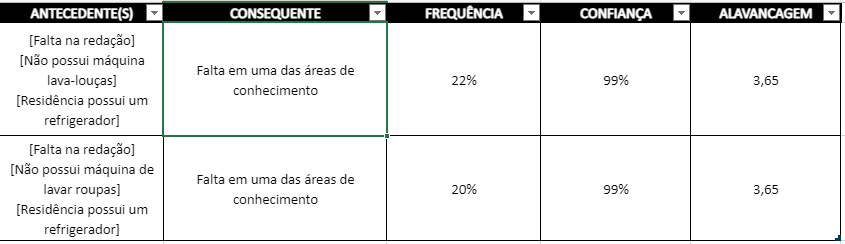
Figura 102 - Caso de uso - Multimídia e telecomunicação



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

A figura 102 avalia o grupo dos questionários socioeconômicos “multimídia e telecomunicação”, que verifica relações entre desempenho e itens de Telecom e multimídia na residência.

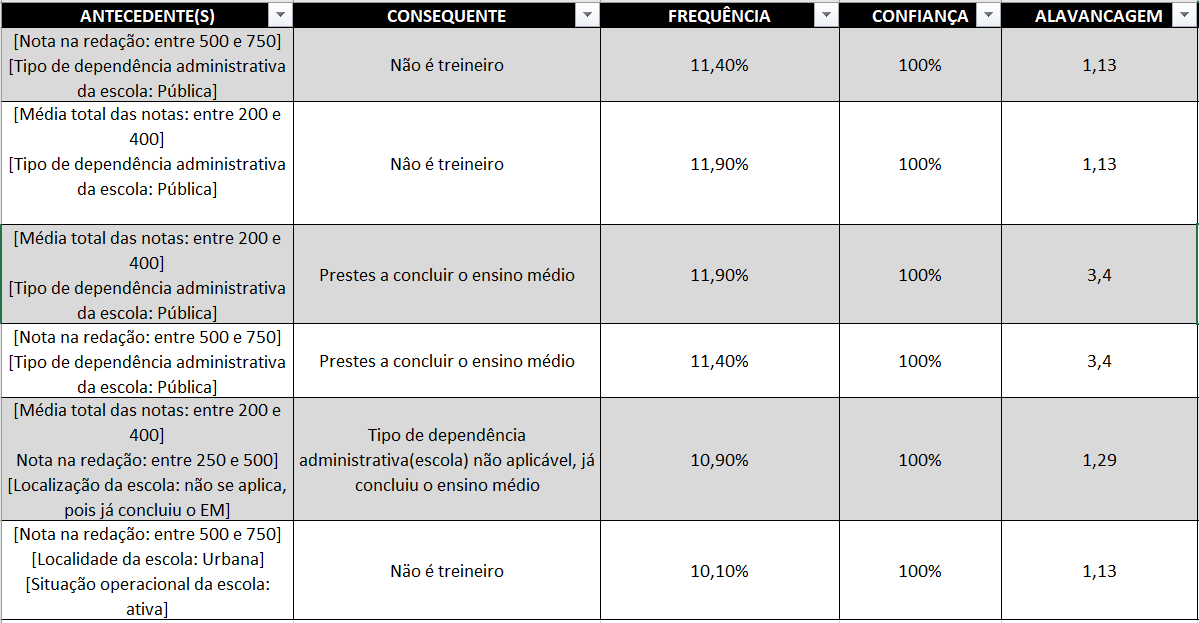
Figura 103 - Caso de uso - Eletrodomésticos



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

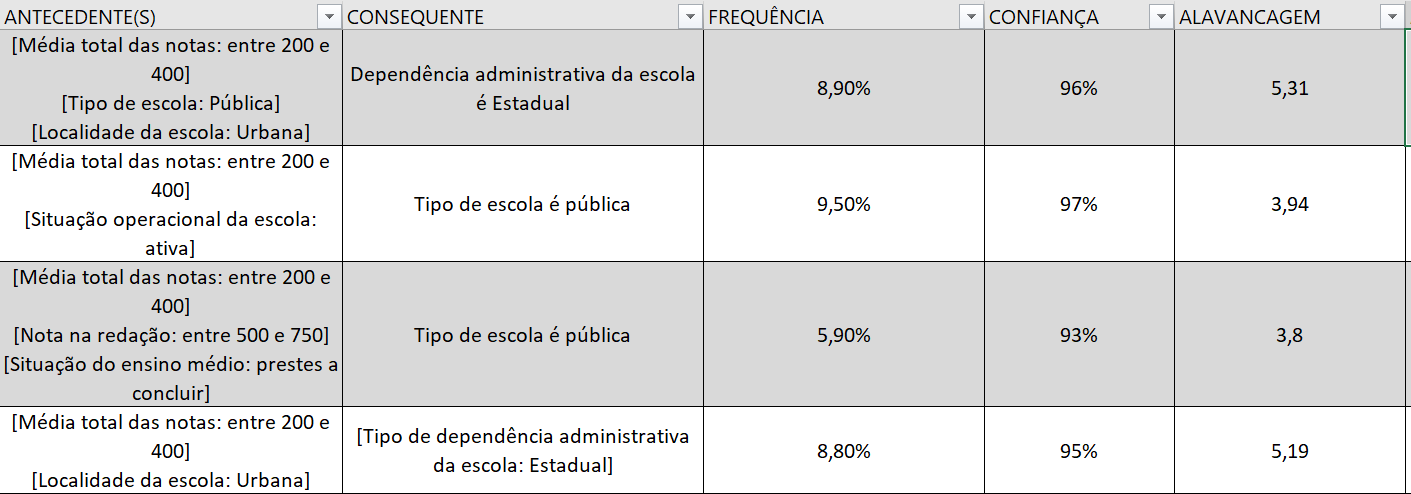
A figura 103 avalia o grupo dos questionários socioeconômicos “eletrodoméstico”, que verifica relações entre desempenho e os eletrodomésticos na residência.

Figura 104 - Caso de uso - Situação do ensino médio



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

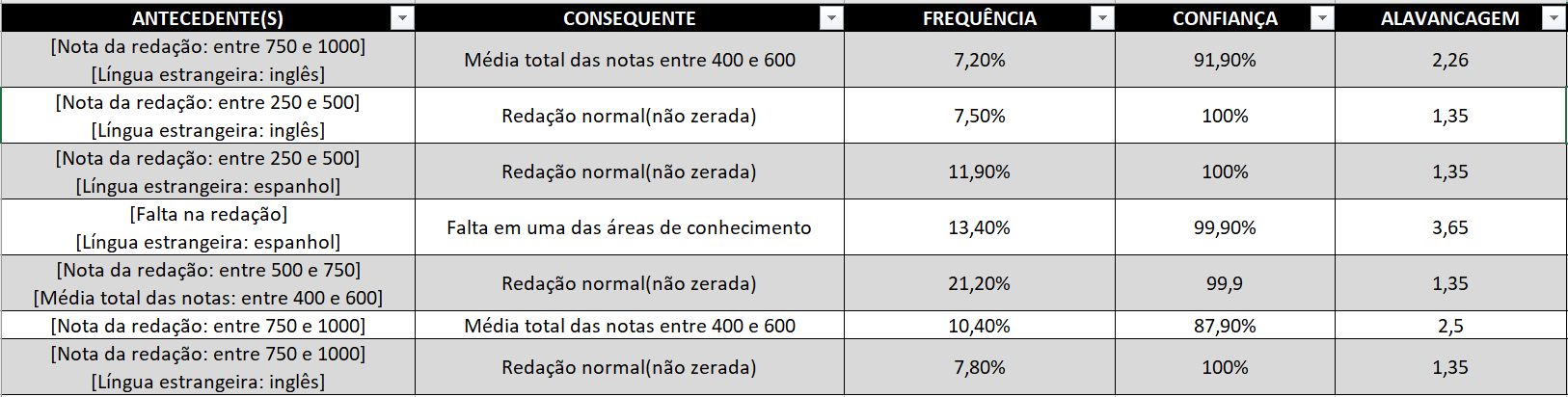
Figura 105 - Caso de uso - Situação do ensino médio - 2



Fonte: elaborada pelo autor (2021)

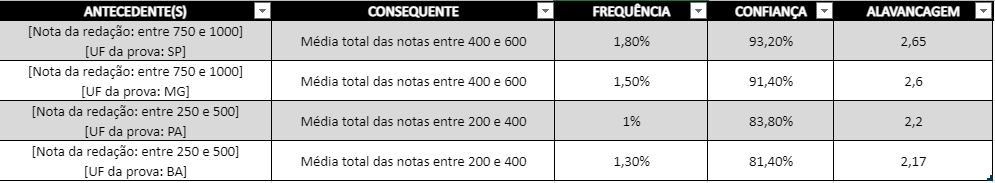
As figuras 104 e 105 mede a relação entre desempenho e os dados da situação de ensino médio dos participantes, sendo do grupo de análise “situação do ensino médio”.

Figura 106 - Caso de uso - Informações da prova

Fonte: elaborada pelo autor (2021)

A figura 106 mede a relação entre desempenho e característica das provas realizadas pelos participantes, sendo do grupo de análise “Informações da prova”.

Figura 107 - Caso de uso - Localidade

Fonte: elaborada pelo autor (2021)

A figura 107 mede a relação entre desempenho e os dados de localidade de residência e nascimento dos participantes, sendo do grupo de análise “Localidade”.

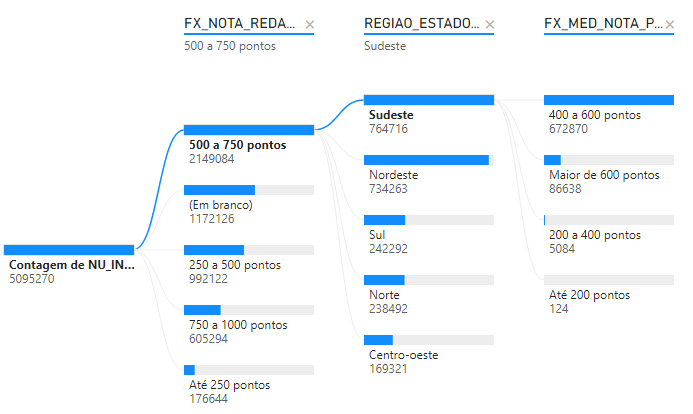
## 4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DA MINERAÇÃO DE DADOS

Nesta seção abordaremos a capacidade de exploração das informações através dos gráficos do Power BI.

Através dos gráficos é possível compreender o que um conjunto de dados estão expressando, pois, as visualizações geradas no Power BI são simples e como supracitadas no início deste trabalho, a ideia é que os especialistas da área possam compreender com facilidade.

Com a árvore hierárquica é possível entender o caso de uso da primeira linha da figura 108.

Figura 108 - Gráfico de árvore que analise a quantidade de inscritos para os quesitos de faixa de nota da redação, região de estado de onde realizou a prova e faixa da média da prova objetiva.



Elaborado pelo autor (2021)

Na figura 108 podemos ver a frequência dos dados, isso justifica os dados expostos na mineração na figura 91, na primeira linha. A quantidade vai se adequando ao longo do caminho da árvore, nesse caso seguimos o caminho com maior frequência em todas as interseções.

Diferente da figura 108, na figura 109 aplicamos a média da nota da redação e podemos analisar que essa média vai se adequando em todo o caminho percorrido, no final desse caminho pode-se concluir que o participante que ficou com nota na faixa de 500 a 750 pontos na redação, realizou a prova no Sudeste e teve uma nota da prova objetiva na faixa de 400 a 600 pontos, possui uma média de pontos na redação de 607,44 no exame daquele respectivo ano. Entretanto os participantes que tiveram os mesmos atributos, mas na nota da prova objetiva obtiveram uma nota maior que 600 pontos, tiveram uma nota maior na redação, comparado o dado anterior.

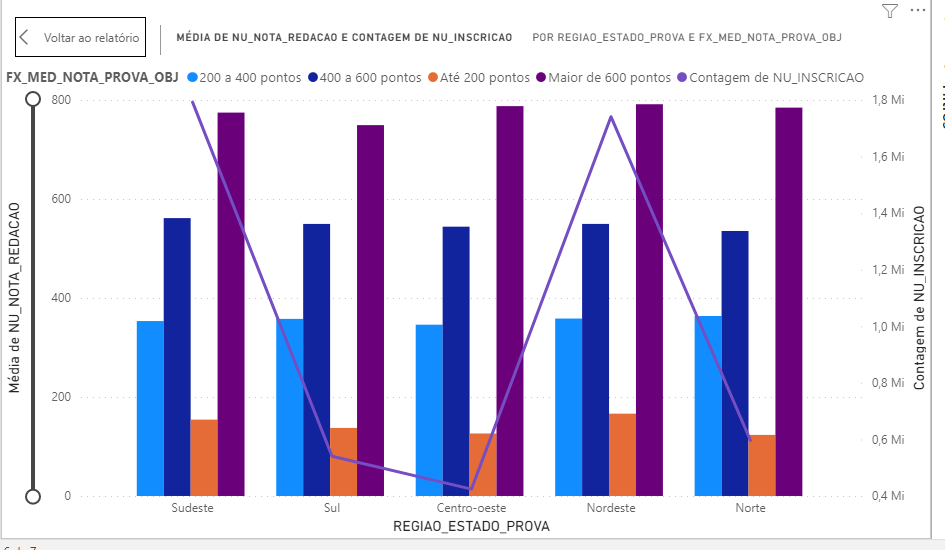
Figura 109 - Gráfico de árvore hierárquica exibindo o desenvolvimento de um participante através de seus atributos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Já no gráfico de Pareto que está na figura 110, podemos observar através da linha que corta o gráfico que a concentração de quantidade de participantes está nas regiões do nordeste e do sudeste e comparando com as outras regiões a quantidade é bem maior. Além disso podemos ressaltar que a maior média da nota da redação persiste na mesma faixa dos maiores de 600 pontos da prova objetiva, mas neste caso não se aplica só ao Sudeste, como na figura 110 acima, mas a todas as regiões do Brasil. Entre as outras faixas de notas da prova objetiva a média da nota de redação que é o mesmo valor. O que podemos concluir é que só as regiões em si do Brasil não influenciam na média da nota dos participantes, mas se correlacionarmos a outros valores, certamente haverá alguma diferença

Figura 110 - Gráfico de Pareto, para comparar as regiões e as notas dos participantes



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

## 4.3 INTERPRETAÇÃO DIAGNÓSTICA DOS RESULTADOS PELOS ESPECIALISTAS EM ASSISTÊNCIA SOCIAL E EDUCAÇÃO.

Os especialistas avaliaram os resultados obtidos na mineração e elencaram os pontos principais, como os fatores de desigualdade social que poderiam afetar no desempenho dos participantes, como está no apêndice I.

Baseado nas opiniões dos especialistas vimos que os principais fatores que podem influenciar positivamente ou negativamente no desempenho de um participante está na renda familiar (Apêndice E), tipo de escola e quantidade de pessoas, essas informações foram possíveis confirmar através dos dados correlacionados. E a partir dessa informação podemos atestar que quanto maior a renda familiar, melhor é o desempenho na redação, da mesma forma a quantidade de pessoas impacta no desempenho da nota, mas com a renda maior, esse quesito evolui também. Podemos destacar também que a maior parte dos inscritos se concentra nas primeiras faixas de rendas familiares.

Na figura 111 podemos ver melhor essa exemplificação.

Figura 111 - Gráfico de Pareto exibindo uma comparação entre as rendas familiares e as aplicando as médias da nota redação a quantidade de pessoas por residência.



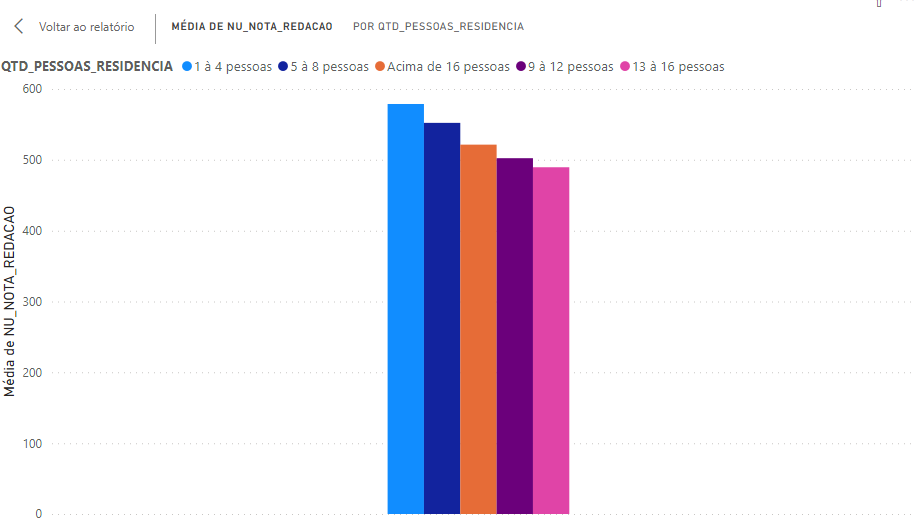
Fonte: Elaboração do autor (2021)

Ainda se tratando sobre a influência da renda e quantidade de pessoas, temos a análise do especialista Rovoalni Mendes de Araújo da Cunha, especialista em leitura e produção de textos, graduado em Letras, português/inglês, com 24 anos de experiência em magistério. Já trabalhou com fundamental anos iniciais, finais e ensino médio nas matérias português, inglês, literatura e redação em escolas particulares.

Ao analisar os dados enviados sobre a mineração ENEM 2019, vejo que a questão econômica faz toda a diferença na questão das notas; pude observar que famílias que vivem com renda menor do que o salário-mínimo, ou que não possuem veículos como carro ou moto, ou até mesmo não ter uma empregada em casa, tendem a ter estudantes com médias menores. Assim como pais com pouca escolaridade ou casas sem acesso a computador ou internet influenciam na nota baixa. Notei que quanto menos pessoas em uma família, maior a probabilidade do candidato em tirar uma nota maior, provavelmente há renda para se investir no estudo, um colégio particular ou cursinho. Além dos alunos que estão prestes a concluir o ensino médio se saírem melhores do que os que já terminaram. Assim concluo que a mineração de informações sobre o ENEM 2019 é mais do que um simples formulário sobre dados, é um verdadeiro documento social para entender como a falta do básico pode influenciar na vida escolar, quiçá acadêmica do indivíduo (CUNHA, 2021).

Toda essa análise do especialista, que consta no apêndice N, foi realizada através da planilha dos resultados da mineração e podemos atestar essas informações graficamente conforme a figura 112.

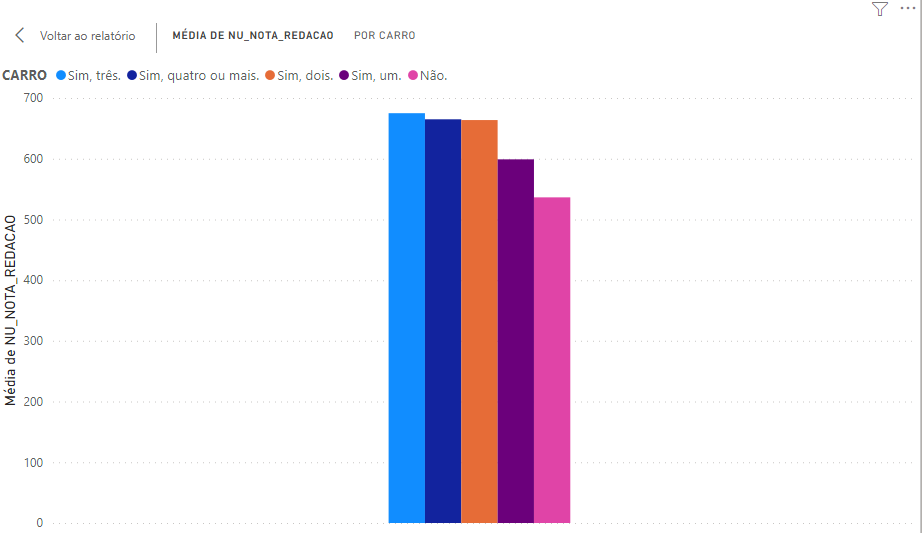
Figura 112 - Média da nota da redação por quantidade de pessoas.



Elaborado pelo autor (2021)

Na figura 113 podemos verificar que a média dos participantes que possui um ou mais carros na residência são bem maiores do que os que não possuem.

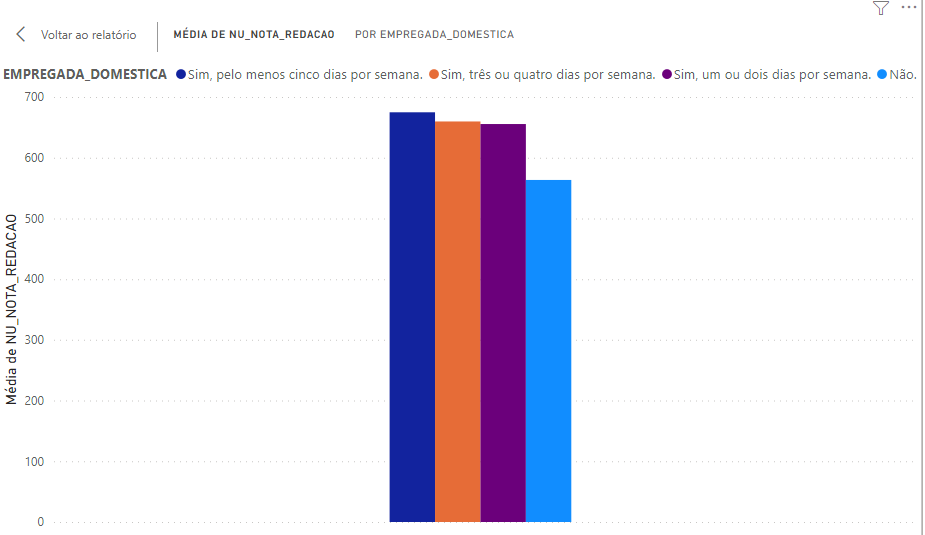
Figura 113 - Comparação da média da nota da redação por quantidade de carros na residência



Elaborado pelo autor (2021)

Na figura 114 o gráfico expressa praticamente o mesmo desempenho da figura 113, só que no caso para os participantes que possuem empregadas.

Figura 114 - Média da redação mediante a ter empregadas na residência



Elaborado pelo autor (2021)

Os especialistas também citaram a situação escolar dos participantes (Apêndice F) e neste caso podemos destacar a situação do ensino público e privado que foi contestado pelo especialista em entrevista[[1]](#footnote-1) que relatou a diferença do currículo escolar (Apêndice P e Q) que não está no mesmo nível, porém o que exame do ENEM exige a maioria dos colégios de ensino médio público não cobrem, logo para que um participante possa estar preparado é necessário estudar em um lugar mais qualificado ou fazer um pré-vestibular o que vai demandar tempo e em muitas ocasiões pode demandar custo. Na figura 115 podemos verificar que maioria dos praticantes que tiram uma nota na faixa de 500 a 750 pontos na redação, que é a mais alta são a maioria, entretanto na figura 116 podemos verificar que média dos participantes de escola privada tem a média bastante superior quando comparados.

Em se tratando de escolas, na citação abaixo é possível ver o posicionamento do especialista Matheus Ayres Queiroz, 23, professor de língua portuguesa, licenciado em Letras – Língua Portuguesa pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Possui como especialidade a área da linguística textual, em específico a produção escrita de redações para vestibular. Já lecionou na rede privada de São Paulo e, atualmente, atua como professor de redação no cursinho popular Engenheiro Goulart, que prepara alunos da rede pública que pretendem ingressar no Ensino Superior. É também corretor de redações com o modelo do ENEM na plataforma digital Stoodi.

Após a leitura dos resultados, foi possível realizar algumas conclusões e reflexões que considero pertinentes.

Irei elencá-las a seguir:

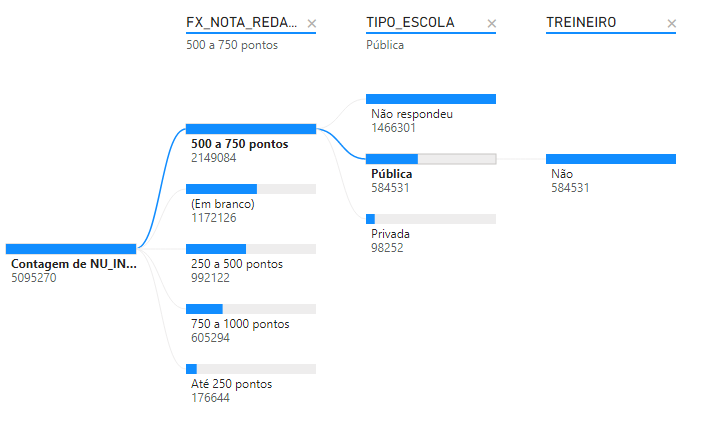
As médias de alunos que estão em escola pública de administração pública, mas ainda não concluíram o ensino médio (entre 200 e 400) revela que, embora o ENEM seja público e nacional, ainda é abordado de forma rasa, ou mesmo inexistente, nas instituições de ensino público. Para utilizar uma referência anedótica, os alunos da escola pública do cursinho no qual leciono que ainda não concluíram o ensino médio comentam com frequência durante as aulas sobre a ausência de conteúdos relacionados à redação do ENEM no currículo do Ensino Médio. Ainda, quando há essa abordagem, que é rara, ocorre de modo raso ou até inadequado. Os alunos que procuram sair bem na redação, portanto, normalmente buscam conteúdo de fora da escola.

Em relação aos alunos que já concluíram o ensino médio em escola pública, mesmo a busca por conteúdo de fora não é capaz de garantir desempenho máximo na redação, ainda que apresente melhoras. Isso ocorre pois, geralmente, o aluno formado procura aprender apenas o ''universo'' específico da redação, porém há a carência na formação de outras competências linguísticas, como a interpretação de texto ou até mesmo os tipos de letramentos.

No contexto atual, de crise econômica, pandemia e paralisação das aulas, a grande parcela dos estudantes de escola pública está sem frequentar as aulas, seja pelo fechamento das escolas, pela falta de recursos para estudar à distância ou, ainda, pela necessidade de trabalho. No cursinho popular em que leciono, muitos alunos relatam que passaram todo o ano de 2020 sem ter uma única aula de língua portuguesa ou de redação. Acredito que esses fatos devem ser levados em conta ao se refletir a atuação das escolas em situação operacional de atividade, visto que no contexto atual muitos alunos não podem acompanhar as aulas à distância (QUEIROZ, 2021).

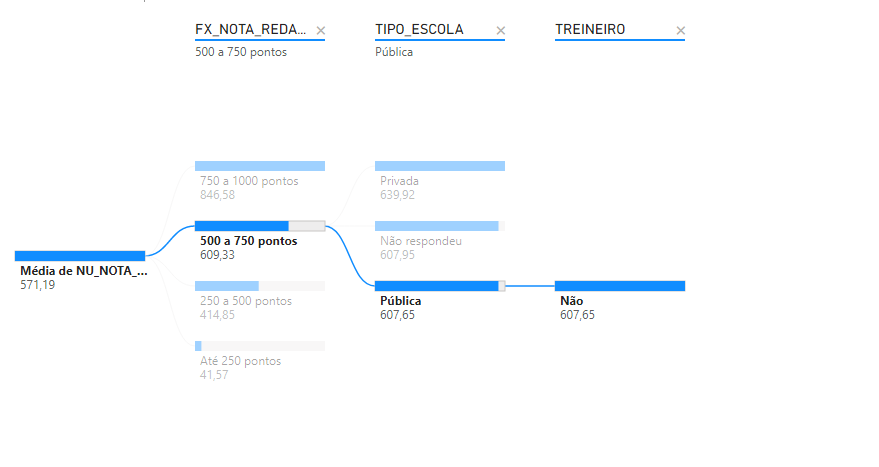
As informações supracitadas sobre a análise do especialista constam nos apêndices K e L, onde consta o e-mail com suas considerações acerca da planilha de resultados da mineração.

Figura 115 - Gráfico de arvore hierárquica que demonstra o caminho percorrido e aplicando a quantidade de participantes que está correlacionado a cada atributo



Fonte: Elaboração do autor (2021)

Figura 116 - Gráfico de arvore hierárquica que demostra o caminho percorrido e aplica a média da redação para cada atributo correlacionado.



Fonte: Elaboração do autor (2021)

Com essas informações podemos aferir que um grande desequilíbrio entre o ensino público e privado a respeito da preparação para o ENEM.

## 4.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES E O SEGUNDO QUESTIONÁRIO DOS ESPECIALISTAS.

No segundo questionário com os especialistas da área de educação e assistência social, foram apesentados em linhas gerais os itens da base a fim de levantar quais deles teriam mais relevância para associar com as medidas de desempenho do inscrito. Foram obtidas quatro respostas e as tendências foram analisadas, e nesta seção é realizada a comparação entre o que os profissionais definiram como itens apropriados para associar ao desempenho e quais os itens foram de fato mais determinantes nas associações.

A maioria dos especialistas classificou a prioridade das informações pessoais do participante em relação ao seu impacto no desempenho, da maior para menor relevância, em Localidade de residência, localidade do nascimento, idade, cor(raça), gênero e nacionalidade. Em se tratando de grupos de antecedentes para associar as métricas de desempenho, a maior parte apontou o grupo de local de nascimento e cor.

Sobre as informações de conclusão de ensino médio, os grupos de associação não tiveram tendência e foram bem diversificados.

A classificação geral da relevância das informações de ensino médio, da maior relevância para a menor, é dada por localidade da escola, tipo da localização, dependência administrativa e situação de funcionamento. Todos eles apontaram como grupo antecedente da associação o conjunto composto pelo par situação de operação e dependência administrativa da escola.

Sobre os questionários socioeconômicos, a ordem de classificação dos itens de situação familiar em relação a seu impacto em desempenho é, do maior ao menor, renda familiar, formação do pai, profissão do pai, formação da mãe, quantidade de pessoas em casa. A maioria determinou os grupos de associação que compreendem os conjuntos de escolaridade e formação do pai, escolaridade e formação da mãe e a renda familiar com a quantidade de pessoas.

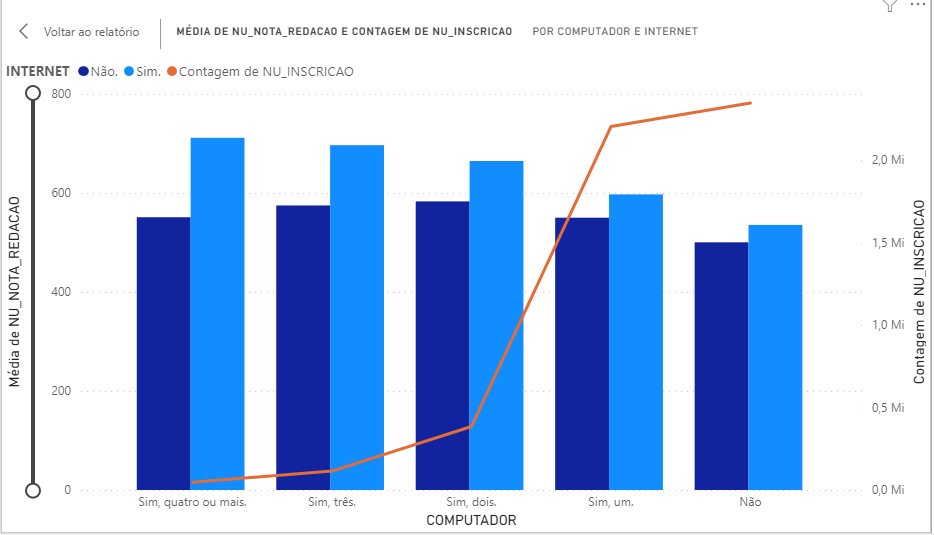
Sobre a situação doméstica, a ordem de classificação da maioria foi indo daquela mais para a menos relevante, empregada doméstica, quarto, carro, banheiro e moto. Os grupos de associação mais frequentes foram empregada e quarto, carro e moto, moto e carro. Nos eletrodomésticos, os 3 itens mais relevantes classificados, da menor para maior relevância, foram micro-ondas, freezer e máquina de lavar. Os grupos de antecedentes mais comuns foram máquina de lavar e de secar, geladeira e freezer.

Nos grupos de aparelhos de multimídia e telecomunicações, a ordem de relevância decrescente dos itens que impactem no desempenho são computador, acesso à internet e celular. Sobre os grupos de antecedência, todos eles apontaram o conjunto de internet e computador, TV em cores e por assinatura, DVD e TV em cores.

Sobre todos os itens, foi perguntado quais deles, que correspondem aos casos de uso da mineração, são os mais relevantes para focar as análises. A maioria respondeu os grupos de renda familiar, quantidade de pessoas na casa, itens residenciais e eletrodomésticos.

Na mineração e através da análise de dados, foi possível contemplar as regras de associação e testar hipóteses com base nelas em concordância com o que a maioria dos especialistas julgam relevante. A discrepância está nos eletrodomésticos, nos quais se identificou que não impactam significativamente no desempenho em si.

Figura 117 - Gráfico de Pareto comparando a média das notas da redação dos participantes e simultaneamente verificando os participantes que possuem computador e internet



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na figura 117 vemos essas comparações, pois nela é demonstrado que a nota é superior nos participantes que possuem internet e quanto mais computadores possuem maior é média da nota e os que não possuem internet a diferença é menor, ou seja, analisando o gráfico não adianta ter o computador, mas não possui acesso internet na residência(Apêndice H).

# 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre o impacto dos atributos socioeconômicos ao rendimento do ao rendimento dos participantes do ENEM, utilizando ferramentas de mineração de dados e de inteligência de negócio.

O primeiro passo do trabalho foi coletar uma base de dados recente e pública que contivesse dados sobre educação de base para ser analisada sob a ótica da inteligência de negócios e do fluxo KDD, para apoiar tomada de decisões orientada a dados. A solução encontrada foi utilizar a base de micro dados do Enem 2019, disponível no portal do Inep, a mais recente disponibilizada. Esta base foi baixada, carregada para um repositório em nuvem do tipo “lago de dados”, que permite democratizar os dados para suportar diversos formatos e conectar-se a diversas fontes, no sentido de um local comum de onde todos os dados vem e para todos eles vão.

Os dados brutos foram movimentados deste armazenamento em nuvem para bancos de dados em nuvem da Azure, onde se realizou a homologação do modelo para desenvolvimento e posteriormente para um banco de dados local Microsoft SQL Server, onde se desenvolveu o modelo de dados de produção, arquitetado no modelo “mercado de dados relacional”, no qual foi extraído para documentos carregados novamente para área de preparação do repositório lago de dados para serem usados na análise de dados, e no banco de dados modelado, foi aplicado pré-processamento e transformação para extrair o conjunto de dados para a mineração, que foi armazenado localmente para aplicar o algoritmo de regras de associação *apriori*.

A mineração de e a análise de dados do tipo *ad-hoc* foram aplicados em concomitância nos modelos e no conjunto de dados preparados através dos fluxos de ETL e ELT, respectivamente. Através da descoberta de regras de associação, foi possível varrer os conjuntos e descobrir hipóteses reveladas a partir de limiares pré-definidas em parâmetros de probabilidade e estatística. Na análise de dados, foi realizado o levantamento geral das estatísticas e o teste das hipóteses encontradas com a mineração, além das que foram levantadas em um questionário e entrevistas com especialistas para levantar requisitos para essas avaliações e aferir quais dados são mais relevantes para analisar impacto no desempenho do exame.

Unificando as informações da mineração e opinião dos especialistas foi possível identificar os pontos chaves que exibem as diferenças sociais que podem afetar o rendimento dos participantes do ENEM. Com isso foi possível desmistificar alguns pontos que poderiam ser interpretados como ruim para o desempenho dos participantes. Essas relações de informações foram verificadas analisando a média desempenho das notas de redação e prova objetiva e a quantidade de inscrito por atribuição dos dados.

Segundo os especialistas o principal ponto é a renda familiar, esse item impacta em todos os aspectos socioeconômicos e inevitavelmente afeta o desempenho do participante, seja para um bom desempenho ou para um mau desempenho. Durante a aplicação da análise descritiva através da mineração e do teste de hipóteses nos pós processamento dos dados minerados, as variáveis de maior impacto no desempenho do participante são a escolaridade dos pais e o tipo de escola em que se cursou o ensino médio. Bem como apontado pelos profissionais especializados, os fatores preponderantes no rendimento nas provas e redação são, majoritariamente, a renda mensal familiar a ocupação dos pais.

Constatou-se que o, assim como indicado pelos profissionais, o número de pessoas na casa, se for baixo, tende a se relacionar com bons desempenhos nas notas de redação e média das provas objetivos, enquanto os outros parâmetros como dados de renda e ocupação foram controlados. Quando as variáveis como nível de renda, grupo ocupacional e nível educacional dos pais assumem valores de altos patamares, que são menos frequentes, a variável da quantidade de pessoas na casa tende a ter impacto ínfimo.

Conclui-se a partir das análises que, as disparidades socioeconômicas impactam de forma determinante nos graus de desempenho dos alunos, onde nota-se que as desigualdades de renda, de ocupação, de acesso a escolas de nível educacional melhor e que residem em locais onde a renda regional é mais baixa tendem a se sair pior no exame, de uma forma geral. Também é possível salientar que características pessoais específicas como sexo, estado civil e tipo racial tendem a impactar na performance do participante, enquanto relacionadas segundo determinados perfis. Além disto, a idade dos participantes também é um fator que tem relevância nesta análise.

Os conhecimentos gerados com base na mineração de dados evidenciam a ocorrência destes fatos sociais que indicam desigualdades, ao passo que com eles em mãos e a partir dos testes das hipóteses geradas deles pelas regras de associação com desempenho no exame e com o apoio interpretativo especializado de profissionais da assistência social e educação, é possível produzir uma sabedoria através de cada conhecimento coletado com base na estatística descritiva, assim aplicando uma análise diagnóstica dos fatores de impacto nas métricas das provas realizadas e as explicações válidas por trás deles, de modo a perfilar as medidas de acordo com as informações dos participantes.

Com este trabalho, foi possível diagnosticar indicativos de desigualdade social nos participantes do ENEM no ano de 2019 e como estes influenciam em seus resultados no exame, com o apoio teórico especializado para avalizar as conclusões e na aplicação da avaliação interpretativa final. Assim, é possível provar a estes profissionais da área social, pedagógica e educacional um ferramental bruto, consistente e evolutivo para consulta e estabelecimento de análises técnicas e pesquisas aplicadas, para levantar correlações e inferir causalidades a partir dos dados provisionados. Estes conhecimentos podem produzir sabedorias cruciais no projeto de políticas públicas orientadas a dados, com foco nas necessidades sociais para melhora nos níveis educacionais do país.

Desta forma, conclui-se que o projeto de sistemas inteligência de negócios modernos pautado em Big Data é uma ferramenta válida, poderosa e altamente escalável, adaptável e customizável, que permite empregar um ciclo de vida de análise de dados massivos muito amplo e com emprego de diversas tecnologias robustas para viabilizar casos de uso mais complexos. Tendo isto posto, trata-se de uma metodologia crucial e de valor agregado considerável para desenvolver sistemas e ferramentas para apoio a tomada de decisão baseadas em dados a partir da análise de mega dados. A arquitetura de BI com armazenamento modernizado para democratização de dados é acessível e adaptável a diferentes tipos de fontes e destinos, o que permite a implantação em diferentes escopos de negócio, levando em conta a variedade na extensão das instituições educacionais no país.

Em se tratando de viabilidade de produto para o mercado, existem algumas barreiras de entrada, de manutenção e de escalonamento para negócios do segmento da educação que estão na fase inicial do crescimento. Nesta etapa, os custos precisam meticulosamente ser calculados, então soluções caras a depender de sua forma de implantação. Constatamos pelo desenvolvimento da nossa solução ferramental que, tecnologias em nuvem que necessitam de processamento paralelo como serviço, seja em uma arquitetura que contemple servidores ou não (distribuída), possui sempre um custo exacerbado e, conforme auto escalonado, a elevação se acentua muito rápido e fácil. Mesmo se utilizados parâmetros de hardware e infraestrutura mais baixos, as taxas ainda são consideráveis e podem facilmente minar a possibilidade de utilização dos serviços para empresas de pequena escala, além do risco de bloqueio dos serviços quando se ultrapassa cotas e estoura-se cobranças programadas.

Uma solução para implementar as tecnologias e os processos de construção de um projeto BDA para educação, que foi desenhado e testado neste durante o fim do clico de desenvolvimento deste trabalho trata-se da hibridização de ferramentas *on-premisses*, ou locais, e algumas aplicações em nuvem como serviço. Especificamente, os repositórios de armazenamento do tipoDL são particularmente e consideravelmente baratos, o que os torna acessíveis a organizações de diferentes escopos e complexidades e sua integração com serviços locais costuma ser extensível e garantida.

Tendo isto posto, todo o conjunto de aplicações que compõe os sistemas de apoio a tomada de decisões que englobam a inteligência de negócios, análise e ciência de dados pode ser consumido e implementado em máquinas instaladas nas dependências empresariais que sejam robustas, como servidores ou *clusters* de processamento. Já o armazenamento democrático e adaptável a qualquer formato pode ser projetado em nuvem, portanto para a engenharia de dados o uso robusto e intensivo de plataformas, infraestrutura e até mesmo softwares como serviços é amplamente adotável e recomendável para projetos analíticos de dados que visem extrair conhecimento contínuo e decisivo.

Portanto, pode-se estruturar e implantar sistemas de suporte a decisão, ou *decision suport systems* e projetos orientados aos dados, ou DDDcom foco em educação e avaliação de desempenho pelo rendimento dos alunos e outras características avaliativas, com o uso de ferramentas tecnológicas de inteligência de negócios, bem como emprego da arquitetura moderna de um sistema deste tipo que contemple a computação em nuvem e infraestrutura de BD para construção de um produto sólido e que atenda a diferentes demandas e métricas de qualidade e necessidades variadas, e por isto é um método tecnológico de alto valor em potencial para transformação digital de instituições educacionais.

A partir deste projeto e todo seu desenvolvimento, levantam-se algumas questões sobre o rumo da mineração de dados educacionais: quais os focos de políticas públicas para a educação de base? Quais perfis sociais devem ser acompanhados? Quais são as possibilidades de sistemas de apoio a decisão para avaliação pedagógica ambiente escolar? Como gestores da educação podem arquitetar um sistema de governança de dados inteligentes e com tecnologias robustas e atuais, dentro dos limites da LGPD?

## 5.1 TRABALHOS FUTUROS

Dada a vastidão metodológica e teórica presente neste trabalho, há diversas oportunidades de outros projetos futuros baseados neste modelo ferramental escolhido, com aplicações processuais e operacionais para diversos outros assuntos do mesmo cunho, mas também para tópicos de outras áreas dos estudos sociais. Aqui apresentamos algumas possibilidades principais.

* **Estudo da educação inclusiva e acessibilidade**

O mesmo fluxo de processos pode ser aplicado para avaliar o exame nacional do ensino médio sob a ótica da inclusão social e acessibilidade, analisando apenas ou com foco maior os dados referentes as condições de atendimento especial ou específico na prova. Há uma vasta quantidade de dados e informações úteis possíveis de se extrair deles disponíveis nas bases de micro dados.

* **Estudo do censo escolar de escolas públicas**

Pode-se utilizar as ferramentas e processos aplicados neste trabalho para o estudo dos censos escolares, especificamente realizados em escolas públicas, para a extração e entendimento dos dados e buscar compreendê-los através da abordagem de descoberta de conhecimento em bases de dados.

* **Estruturação e criação de um projeto de BI fim a fim para uma rede de escolas de educação básica ou técnica**

O modelo arquitetural completo de inteligência de negócios com a metodologia de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados é altamente recomendável para ser aplicado em um ambiente de estudos educacionais em uma rede escolar de educação básica regular ou técnica e até mesmo pode contemplar a análise de escolas técnicas da modalidade subsequente. Assim, há a possibilidade de se detectar, gerenciar e garantir a governança dos dados na instituição, bem como a democratização dos dados para os diversos profissionais da área analítica, que os utilizarão para diversos fins

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

JOEDAVIES-MSFT. **Assinaturas, licenças, contas e locatários para ofertas de nuvem da Microsoft - Microsoft 365 Enterprise**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/enterprise/subscriptions-licenses-accounts-and-tenants-for-microsoft-cloud-offerings?view=o365-worldwide>. Acesso em: 11 maio. 2021.

**Azure for College Students — Detalhes da oferta | Microsoft Azure**. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/offers/ms-azr-0170p/>. Acesso em: 11 maio. 2021.

**Preços – Data Lake Store Gen1 | Microsoft Azure**. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/pricing/details/data-lake-storage-gen1/>. Acesso em: 11 maio. 2021.

**Preço – Banco de Dados SQL Individual do Azure | Microsoft Azure**. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/pricing/details/azure-sql-database/single/>. Acesso em: 11 maio. 2021.

**Preços do Analysis Services | Microsoft Azure**. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/pricing/details/analysis-services/>. Acesso em: 11 maio. 2021.

MOREIRA, F. P. **A influência da separação dos pais no desempenho escolar de alunos das séries/anos iniciais na visão do professor**. Trabalho de Conclusão de Curso—Universidade do Extremo Sul Catarinense: [s.n.].

INEP. **Dicionário Microdados ENEM 2019Dicionário Microdados ENEM 2019**. [s.l.] INEP, 20 fev. 2020.

BRASIL. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)Planalto.gov.br**, 14 ago. 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm>. Acesso em: 24 maio. 2021

**O que é o INEP e qual a sua responsabilidade?** Tudo sobre Vestibulares e ENEM! Disponível em: <https://dicas.vestibulares.com.br/inep/>. Acesso em: 26 abril 2021.

**Descubra o que é o Inep e o Encceja e para o que eles servem**. Guia da Carreira. Disponível em: <https://www.guiadacarreira.com.br/educacao/inep-encceja/>. Acesso em: 4 maio 2021.

**Entenda rapidamente o que é o ENEM**. Guia da Carreira. Disponível em: <https://www.guiadacarreira.com.br/educacao/o-que-e-enem/>. Acesso em: 4 maio 2021.

EDUCA MAIS BRASIL. **Educa Mais Brasil - Bolsas de Estudo de até 70% para Faculdades – Graduação e Pós-graduação**. Educa Mais Brasil. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/programas-do-governo/enem/o-que-e>. Acesso em: 4 maio 2021.

**O que é o Enem e como funciona? - Tudo Sobre Enem**. Tudo Sobre Enem. Disponível em: <https://descomplica.com.br/tudo-sobre-enem/enem/o-que-e-o-enem/>. Acesso em: 4 maio 2021.

TANCREDI, Silvia. **Atendimento especializado no Enem - como funciona**. Super Vestibular. Disponível em: <https://vestibular.mundoeducacao.uol.com.br/enem/atendimento-especial-no-enem-como-funciona.htm>. Acesso em: 4 maio 2021.

PRASABER. **Como pedir a isenção do Enem 2020?** Pravaler | Soluções em Crédito Universitário. Disponível em: <https://www.pravaler.com.br/como-pedir-a-isencao-do-enem-2020/#:~:text=Os%20inscritos%20no%20Cad%C3%9Anico%20s%C3%A3o,seja%20feita%20na%20Receita%20Federal.>. Acesso em: 4 maio 2021.

BLOG DO EAD UCS. **Big Data: O Que é, Para Que Serve, Como Aplicar e Exemplos**. Disponível em: <https://ead.ucs.br/blog/big-data>. Acesso em: 13 maio. 2021.

NASCIMENTO, R. **O que é Big Data e para que ele serve? | Marketing por Dados**. Disponível em: <http://marketingpordados.com/analise-de-dados/o-que-e-big-data-%F0%9F%A4%96/>. Acesso em: 13 maio. 2021.

RUSSOM, P. **BIG DATA ANALYTICS Vivomente**. [s.l.] Vivomente, 2011. Disponível em: <https://vivomente.com/wp-content/uploads/2016/04/big-data-analytics-white-paper.pdf>. Acesso em: 13 maio. 2021.

GOMES, L. **Big Data Analytics: você sabe o que é e como funciona? | Blog Voitto**. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/big-data-analytics>. Acesso em: 13 maio. 2021.

**Data Scientist, Data Analyst e Data Engineer: Tem Diferença?** Disponível em: <https://bigdatacorp.com.br/data-scientist-data-analyst-e-data-engineer-tem-diferenca/>. Acesso em: 14 maio. 2021.

GARCIA, M. **Data Engineer ou Engenheiro de Dados – Conheça mais sobre**. Disponível em: <https://www.cetax.com.br/blog/data-engineer-ou-engenheiro-de-dados/>. Acesso em: 14 maio. 2021.

**Big Data Engineer: Role, Responsibilities, and Job Description**. AltexSoft. Disponível em: <https://www.altexsoft.com/blog/big-data-engineer/>. Acesso em: 12 Maio 2021.

**What is Data Engineer: Role Description, Responsibilities, Skills, and Background**. AltexSoft. Disponível em: <https://www.altexsoft.com/blog/what-is-data-engineer-role-skills/>. Acesso em: 12 Maio 2021.

**What is Data Pipeline: Components, Types, and Use Cases**. Disponível em: <https://www.altexsoft.com/blog/data-pipeline-components-and-types/>. Acesso em: 17 maio. 2021.

SHIFF L. **Real Time vs Batch Processing vs Stream Processing**. Disponível em: <https://www.bmc.com/blogs/batch-processing-stream-processing-real-time/>. Acesso em: 16 maio. 2021.

FERREIRA K. **Análise de dados: o que é, como fazer e dicas básicas**. Rock Content - BR. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/analise-de-dados/>. Acesso em: 4 maio 2021.

PORTO, F.; ZIVIANI, A. **Ciência de Dados**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.lncc.br/~ziviani/papers/III-Desafios-SBC2014-CiD.pdf>. Acesso em: 4 maio 2021.

**Big Data: você conhece os 4 tipos de análise de dados? – Blog Academia IN**. Disponível em: <https://blog.academiain1.com.br/big-data-voce-conhece-os-4-tipos-de-analise-de-dados/>. Acesso em: 22 maio. 2021.

REIS, F. **O que é uma consulta Ad Hoc em bancos de dados - Bóson Treinamentos em Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <http://www.bosontreinamentos.com.br/bancos-de-dados/o-que-e-uma-consulta-ad-hoc-em-bancos-de-dados/>. Acesso em: 13 maio. 2021.

AMARAL, Fernando. **Introdução à ciência de dados**. [s.l.]: Alta Books, 2016. Acesso em: 29 de abril. 2021.

COELHO, Lucas. **Ciência de Dados: O que é, conceito e definição | Blog Cetax**. Data Analytics, Big Data, Data Science - Blog Cetax. Disponível em: <https://www.cetax.com.br/blog/data-science-ou-ciencia-de-dados/>. Acesso em: 10 de maio 2021.

**Vista do Big Data, Data Science e seus contributos para o avanço no uso da Open Source Intelligence | Sistemas & Gestão**. Revistasg.uff.br. Disponível em: <https://revistasg.uff.br/sg/article/view/1026/547>. Acesso em: 10 de maio 2021.

PROVEST, F.; FAWCETT, T. **Data Sciece para negócios**. Rio de Janeiro: Starlin Alta Editora e Consultora Eireli, 2016. Acesso em: 12 maio 2021.

**What is business intelligence? Your guide to BI and why it matters**. Tableau. Disponível em: <https://www.tableau.com/learn/articles/business-intelligence>. Acesso em: 10 de maio 2021.

**Desmistificando o BI Conceitos, estruturas e principais ferramentas – DBCCOMPANY.** Disponível em: <https://www.dbccompany.com.br/wp-content/uploads/2019/07/Desmistificando-bi.pdf> Acesso em: 12 maio 2021.

**Uma arquitetura para business intelligence baseada em tecnologias semânticas para suporte a aplicações analíticas**. [s.l.], 2006. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~sfa/Uma%20Arquitetura%20Para%20Business%20Intelligence%20Baseada%20Em%20Tecnologias%20Sem%E2nticas%20Para%20Suporte%20A%20Aplica%E7%F5es%20Anal%EDticas.pdf>. Acesso em: 21 maio. 2021.

SANTOS. **Business Intelligence 2.0: Diferença entre o BI tradicional e o BI 2.0**. DevMedia. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/business-intelligence-2-0-conceitos-componentes-e-arquitetura/28899>. Acesso em: 13 maio 2021.

**Leandro Guimarães**. Disponível em: <https://www.knowsolution.com.br/arquitetura-bi-como-funciona-como-trabalhar-conceito/#:~:text=A%20arquitetura%20de%20Business%20Intelligence,construir%20os%20sistemas%20de%20BI.>. Acesso em: 13 maio. 2021.

**Arquitetura do BI | BI NA PRÁTICA**. Disponível em: <https://www.binapratica.com.br/arquitetura-bi>. Acesso em: 13 maio. 2021.

BRACARENSE, Leonardo. **Data-driven Design: entenda o que é e como ele pode te ajudar | Marketing por Dados**. Marketing por Dados. Disponível em: <http://marketingpordados.com/analise-de-dados/data-driven-design-entenda-o-que-e-e-como-ele-pode-te-ajudar/>. Acesso em: 13 maio 2021.

**O que é mineração de dados?** Sas.com. Disponível em: <https://www.sas.com/pt\_br/insights/analytics/mineracao-de-dados.html>. Acesso em: 10 maio 2021.

RIBEIRO, Jefferson. **O que é Data Mining: Conceitos e Técnicas sobre Data Mining**. DevMedia. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/conceitos-e-tecnicas-sobre-data-mining/19342>. Acesso em: 10 maio 2021.

AMORIM, Thiago. **Conceitos, técnicas, ferramentas e aplicações de Mineração de Dados para gerar conhecimento a partir de bases de dados**. [s.l.]: 2006. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~tg/2006-2/tmas.pdf>. Acesso em: 10 maio 2021.

**Data Science vs. Business Intelligence: What’s the Difference?** online.sju. Disponível em: <https://online.sju.edu/graduate/masters-business-intelligence/resources/articles/data-science-or-business-intelligence#:~:text=In%20a%20nutshell%2C%20BI%20analysts,make%20predictions%20for%20the%20future.&text=BI%20analysts%2C%20on%20the%20other%20hand%2C%20interpret%20past%20trends.>. Acesso em: 24 Apr 2021.

**Business Intelligence vs. Data Mining: A Comparison - Talend**. Talend Real-Time Open-Source Data Integration Software. Disponível em: <https://www.talend.com/resources/business-intelligence-data-mining/>. Acesso em: 10 maio 2021.

FIGUEROA, A. **Data Demystified — DIKW model - Towards Data Science**. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/rootstrap-dikw-model-32cef9ae6dfb>. Acesso em: 16 maio. 2021.

PAULO MARTINS. **A Pirâmide do Conhecimento e Hierarquia DIKW | TargetData**. Disponível em: <https://www.targetdata.com.br/higienizacao-e-enriquecimento-de-dados/piramide-do-conhecimento>. Acesso em: 16 maio. 2021.

FURLAN, M. B. **ALGORITMOS E TÉCNICAS PARA MINERAÇÃO DE DADOS**. Projeto De Pesquisa—Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA: [s.n.].

MINEWISKAN. **Algoritmos de mineração de dados (Analysis Services-Mineração de dados)**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/analysis-services/data-mining/data-mining-algorithms-analysis-services-data-mining?view=asallproducts-allversions>. Acesso em: 20 abril. 2021.

DE AMO, S. **Técnicas de Mineração de Dados**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <http://files.sistemas2012.webnode.com.br/200000095-bf367bfb43/Tecnicas%20de%20Minera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Dados.pdf>. Acesso em: 20 abril. 2021.

DUNHAM, M.; LE GRUENWALD, Y.; HOSSAIN, Z. **A SURVEY OF ASSOCIATION RULES**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <http://www2.cs.uh.edu/~ceick/6340/grue-assoc.pdf>. Acesso em: 17 maio. 2021.

BOUBAKER, B.; OURIDA, S.; WAFA, T. Formal Concept Analysis Based Association Rules Extraction. **IJCSI International Journal of Computer Science Issues**, v. 8, n. 2, p. 1694-0814, 2011.

SHWETA, Ms; GARG, Kanwal. Mining Efficient Association Rules Through Apriori Algorithm Using Attributes and Comparative Analysis of Various Association Rule Algorithms. v. 3, n. 6, 2013. Disponível em: <http://www.tingtongb2b.com/aims/pdf/Apriori\_Main.pdf>.

PÔSSAS, B. et al. Using quantitative information for efficient association rule generation. **Journal of the Brazilian Computer Society**, v. 7, n. 1, p. 35–42, 2000.

EDUARDO CORRÊA GONÇALVES. **Data Mining de Regras de Associação**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/data-mining-de-regras-de-associacao/6941>. Acesso em: 17 maio. 2021.

CETAX. **Big Data: O que é, conceito e definição | Blog Cetax**. Disponível em: <https://www.cetax.com.br/blog/big-data/>. Acesso em: 13 maio. 2021.

LEONNARDO GOMES. **Big Data Analytics: você sabe o que é e como funciona? | Blog Voitto**. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/big-data-analytics>. Acesso em: 13 maio. 2021.

Data de acesso 24/04/2021

CETAX. **ETL - Extract Transform Load: O que é, conceitos e definição | Blog Cetax**. Data Analytics, Big Data, Data Science - Blog Cetax. Disponível em: <https://www.cetax.com.br/blog/etl-extract-transform-load/>. Acesso em: 11 maio 2021.

ISABELA BLASI. **ETL X ELT: qual a diferença?** Disponível em: <https://blog.indicium.tech/etl-vs-elt-diferencas/#:~:text=Apesar%20disso%2C%20com%20o%20surgimento,nas%20opera%C3%A7%C3%B5es%20modernas%20de%20dados.>. Acesso em: 15 maio. 2021.‌

MIRANDA, W. **Modelagem de Dados: O que é e para que serve para um DBA**. Disponível em: <https://www.portalgsti.com.br/2017/02/modelagem-de-dados-o-que-e-e-para-que-serve-para-um-dba.html>. Acesso em: 16 maio. 2021.

RODRIGUES, Joel. **MER e DER: Modelagem de Bancos de Dados**. DevMedia. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/modelo-entidade-relacionamento-mer-e-diagrama-entidade-relacionamento-der/14332>. Acesso em: 5 maio 2021.

SAMUEL, N. **Star and Snowflake Schema: A Comprehensive Analysis**. Disponível em: <https://hevodata.com/learn/star-and-snowflake-schema-analysis/>. Acesso em: 15 maio. 2021.

**Star Schema in Data Warehouse modeling - GeeksforGeeks**. Disponível em: <https://www.geeksforgeeks.org/star-schema-in-data-warehouse-modeling/>. Acesso em: 16 maio. 2021.

**DATA WAREHOUSE Análise de dados (Big Data)**. [s.l.]: [s.d.]. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/josecunha/disciplinas/adbd/pdfs/data-warehouse>. Acesso em: 5 maio 2021.

MOURA, L. **Data Warehouse ou Data Mart: Por eu devo começar?** Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/data-warehouse-ou-data-mart-por-onde-comecar/6996>. Acesso em: 15 maio. 2021.‌

**Data warehousing, data mining, olap and oltp technologies are essential elements to support decision-making process in industries**. citeseerx.ist.psu.edu. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download? doi=10.1.1.301.5615&rep=rep1&type=pdf>.

JATIN RAISINGHANI. **Data Lake vs Data Warehouse vs Data Mart**. Disponível em: <https://www.holistics.io/blog/data-lake-vs-data-warehouse-vs-data-mart/>. Acesso em: 13 maio. 2021.

DAVID MATOS. **Data Lake, a fonte do Big Data — Ciência e Dados**. Disponível em: <https://www.cienciaedados.com/data-lake-a-fonte-do-big-data/>. Acesso em: 15 maio. 2021.‌

Datawarehouse moderno e tradicional

DESENVOLVIDO POR ROCK CONTENT. **Modern Data Warehouse: entenda tudo sobre esse conceito - Arbit**. Disponível em: <https://blog.arbit.com.br/modern-data-warehouse-entenda-conceito/>. Acesso em: 15 maio. 2021.

**OLAP vs. OLTP: What’s the Difference?** Ibm.com. Disponível em: <https://www.ibm.com/cloud/blog/olap-vs-oltp>. Acesso em: 12 maio 2021.‌

CETAX. **O que é OLAP - Online Analytical Processing? | Blog Cetax**. Data Analytics, Big Data, Data Science - Blog Cetax. Disponível em: <https://www.cetax.com.br/blog/o-que-e-olap/>. Acesso em: 12 maio 2021.

WALDES OLIVEIRA. **Diferenças entre OLTP e OLAP**. TechTem. Disponível em: <https://www.techtem.com.br/diferencas-entre-oltp-e-olap/>. Acesso em: 12 maio 2021.

MOURA, Luis. **O que é OLAP? Conceitos Básicos Sobre OLAP**. DevMedia. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/conceitos-basicos-sobre-olap/12523>. Acesso em: 12 maio 2021.

URIONA, M. **Business Intelligence**. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/MauricioUrionaMaldon/business-intelligence-75401895>. Acesso em: 13 maio. 2021.

MINEWISKAN. **Comparing Analysis Services tabular and multidimensional models**. Microsoft.com. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/analysis-services/comparing-tabular-and-multidimensional-solutions-ssas?view=asallproducts-allversions>. Acesso em: 12 maio 2021.

CALBIMONTE, Daniel. **Tabular vs multidimensional models for SSAS**. Mssqltips.com. Disponível em: <https://www.mssqltips.com/sqlservertip/4154/tabular-vs-multidimensional-models-for-sql-server-analysis-services/>. Acesso em: 12 maio 2021.

**Vista do Cloud services e o padrão PREMIS**. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/8661384/25825>. Acesso em: 22 maio. 2021.

**What is a Cloud Service? – Cloud Service Definition - Citrix**. Disponível em: <https://www.citrix.com/solutions/digital-workspace/what-is-a-cloud-service.html>. Acesso em: 22 maio. 2021.

CHAPPELL, David. **Introducing the azure services platform an early look at windows azure, .net services, sql services, and live services sponsored by microsoft corporation 2 contents**. [s.l.]: 2009. Disponível em: <http://www.davidchappell.com/Azure\_Services\_Platform\_v1.1--Chappell.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

JONBURCHEL. **Documentação do Azure Data Factory - Azure Data Factory**. Microsoft.com. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/azure/data-factory/>. Acesso em: 12 maio 2021.

KROMERM. **Mapping data flows - Azure Data Factory**. Microsoft.com. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/data-factory/concepts-data-flow-overview>. Acesso em: 12 maio 2021.

MINEWISKAN. **What is Azure Analysis Services**. Microsoft.com. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/analysis-services/analysis-services-overview>. Acesso em: 12 maio 2021.

STEVESTEIN. **What is the Azure SQL Database service? - Azure SQL Database**. Microsoft.com. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/azure-sql/database/sql-database-paas-overview>. Acesso em: 12 maio 2021.

DOS SANTOS, A. F. P. **AVA Login | UniCarioca**. Disponível em: <https://ava.unicarioca.edu.br/graduacao/pluginfile.php/969791/mod\_resource/content/0/Tema%206%20-%20Resumo.pdf>. Acesso em: 5 maio. 2021.

ZOINERTEJADA. **Processando arquivos CSV e JSON - Azure Architecture Center**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/azure/architecture/data-guide/scenarios/csv-and-json>. Acesso em: 22 maio. 2021.

**Guia prático da visualização de dados: definição, exemplos e recursos de aprendizado**. Tableau. Disponível em: <https://www.tableau.com/pt-br/learn/articles/data-visualization>. Acesso em: 3 maio 2021.

MIHART. **O que é Power BI? - Power BI**. Microsoft.com. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>. Acesso em: 3 Maio 2021.

WEBB, C. **Power Query for Power BI and Excel**. [s.l.] Berkeley, Ca Apress, 2014.

DAX

MINEWISKAN. **Referência do DAX (Data Analysis Expressions) - DAX**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/dax/>. Acesso em: 13 maio. 2021.

**What is DAX - data analysis expressions - PowerPivot & PowerBI**. Disponível em: <https://theexcelclub.com/what-is-dax-data-analysis-expressions/>. Acesso em: 13 maio. 2021.

**Azure Storage Explorer – cloud storage management | Microsoft Azure**. Microsoft.com. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/en-us/features/storage-explorer/>. Acesso em: 10 maio 2021.

**What Is an IDE? | Codecademy**. Codecademy. Disponível em: <https://www.codecademy.com/articles/what-is-an-ide>. Acesso em: 10 maio 2021.‌

**RStudio, new open-source IDE for R**. Rstudio.com. Disponível em: <https://blog.rstudio.com/2011/02/28/rstudio-new-open-source-ide-for-r/>. Acesso em: 30 Apr 2021.

TERRYGLEE; OLPROOD. **Visão geral do Visual Studio**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019>. Acesso em: 5 maio. 2021.

**Notepad++**. Disponível em: <https://notepad-plus-plus.org/>. Acesso em: 30 maio. 2021.

MASHAMSFT. **SQL Server technical documentation - SQL Server**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/?view=sql-server-ver15>. Acesso em: 30 maio. 2021.

MINEWISKAN; OLPROOD. **Ferramentas de Analysis Services**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/analysis-services/tools-and-applications-used-in-analysis-services?view=asallproducts-allversions>. Acesso em: 5 maio. 2021.

YUALAN. **Download and install Azure Data Studio - Azure Data Studio**. Microsoft.com. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/azure-data-studio/download-azure-data-studio?view=sql-server-ver15>. Acesso em: 10 Maio 2021.

DZSQUARED. **Download SQL Server Management Studio (SSMS) - SQL Server Management Studio (SSMS)**. Microsoft.com. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/ssms/download-sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-ver15>. Acesso em: 13 maio 2021.

OLIVEIRA, Marcos. **O que é SGBD?** Terminal Root - Linux e Desenvolvimento. Disponível em: <https://terminalroot.com.br/2019/08/o-que-e-sgbd.html>. Acesso em: 10 maio 2021.

**R: What is R?** Disponível em: <https://www.r-project.org/about.html>. Acesso em: 28 maio. 2021.

**The Comprehensive R Archive Network**. R-project.org. Disponível em: <https://cran.r-project.org/>. Acesso em: 11 maio 2021.

PRESCOTT, P. **SQL Para Iniciantes**. Tradução: Rafaela C. S. Barros. [s.l.] Babelcub, Inc, 2015.

ROVEDA, U. **SQL: o que é, para que serve e como aprender comando SQL**. Disponível em: <https://kenzie.com.br/blog/sql/>. Acesso em: 5 maio. 2021.

UNIVERSITY OF WARWICK, COVENTRY, UK. The R User Conference, useR! 2011. [s.l: s.n.].

VERZANI, J. Getting Started with RStudio. Sebastopol: O’Reilly Media, Inc, 2011. p. 3–4

Desenvolvimento. Acesso em: 27 maio. 2021.

NOÉ, M. **Média Aritmética**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/matematica/media-aritmetica.htm>. Acesso em: 27 maio. 2021.

**Criar um gráfico de mapa do Office**. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/criar-um-gr%C3%A1fico-de-mapa-do-office-dfe86d28-a610-4ef5-9b30-362d5c624b68>. Acesso em: 27 maio. 2021.

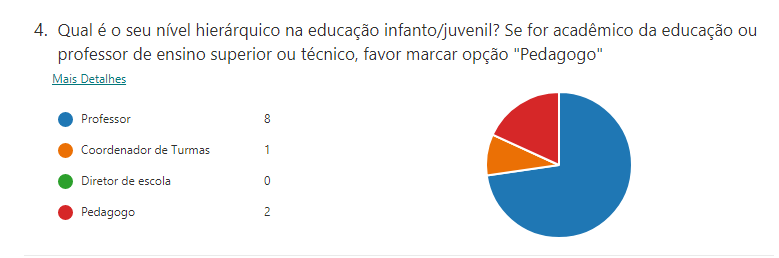
**Criar um gráfico de cascata**. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/criar-um-gr%C3%A1fico-de-cascata-8de1ece4-ff21-4d37-acd7-546f5527f185#:~:text=Um%20gr%C3%A1fico%20de%20cascata%20mostra,de%20valores%20positivos%20e%20negativos.>. Acesso em: 27 maio. 2021.

**Criar Um Gráfico De Funil**. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/criar-um-gr%C3%A1fico-de-funil-ba21bcba-f325-4d9f-93df-97074589a70e>. Acesso em: 27 maio. 2021.

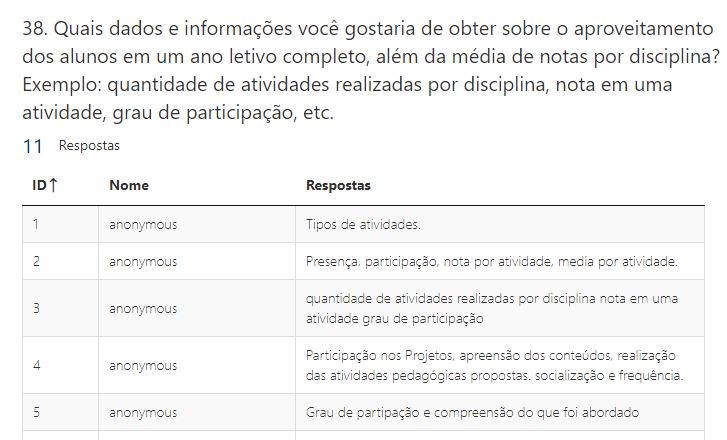
MIHART; OLPROD. **Árvore De Decomposição - Power BI**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/visuals/power-bi-visualization-decomposition-tree>. Acesso em: 27 maio. 2021.

SANTOS, D. **Pesquisa sobre o entendimento da desigualdade social através da mineração aplicada a base de dados do ENEM 2019**, 27 maio 2021.

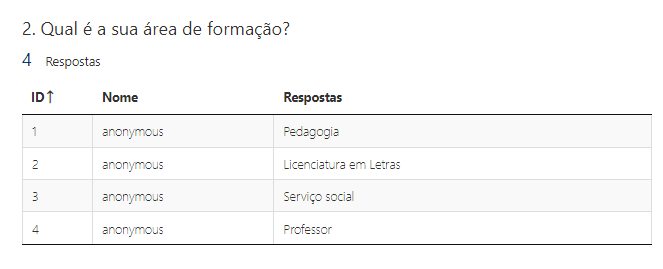
# APÊNDICE A - NÍVEL HIERÁRQUICO DOS ESPECILISTA QUE PARTICIPARA DO PRIMEIRO QUESTIONÁRIO



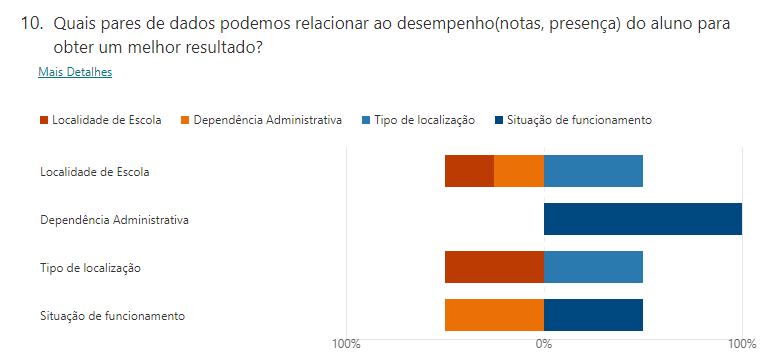
# APÊNDICE B – PERGUNTA AOS ESPECILISTA SOBRE INFORMAÇÕES QUE GOSTARIAM DE OBTER SOBRE O APROVEITAMENTO DOS ALUNOS, NO PRIMEIRO QUESTIONÁRIO



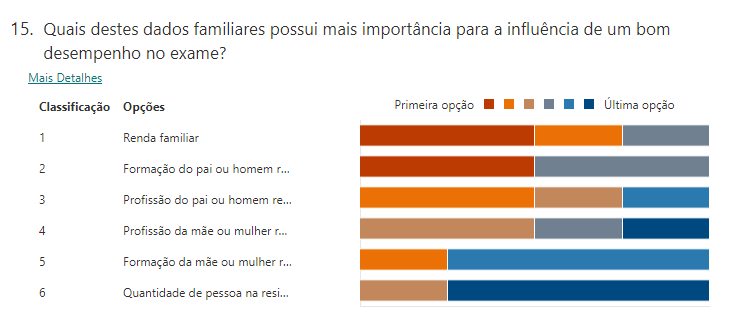
# APÊNDICE C - ÁREA DE FORMAÇÃO DOS ESPECIALISTAS QUE RESPONDERAM O SEGUNDO QUESTIONÁRIO



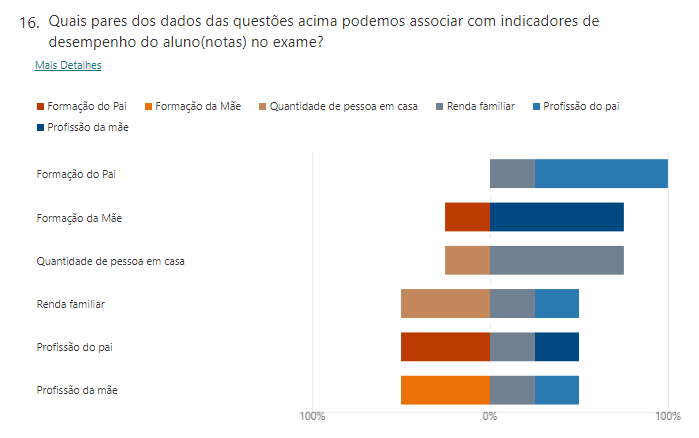
# APÊNDICE D – PERGUNTA AOS ESPECIALISTAS SOBRE OS TIPOS DE ASSOCIAÇÕES DE DADOS QUE PODERIAM SER FEITAS COM AS INFORMAÇÕES ESCOLARES, NO SEGUNDO QUESTIONÁRIO.



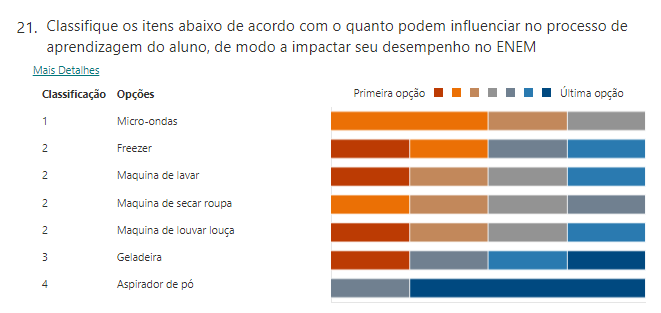
# APÊNDICE E – PERGUNTA AOS ESPECIALISTAS SOBRE OS DADOS QUE ELES JULGAVAM MAIS RELEVANTESTES SOBRE AS INFORMAÇÕES FAMILIARES, NO SEGUNDO QUESTIONÁRIO.



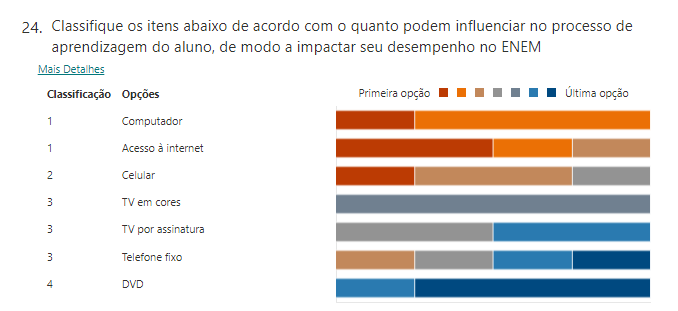
# APÊNDICE F – PERGUNTA AOS ESPECIALISTAS SOBRE OS TIPOS DE ASSOCIAÇÕES DE DADOS QUE PODERIAM SER FEITAS A RESPEITO DAS INFORMAÇÕES FAMILIARES, NO SEGUNDO QUESTIONÁRIO.



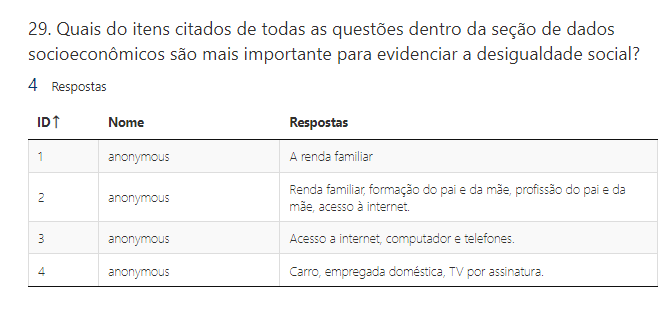
# APÊNDICE G - PERGUNTA AOS ESPECIALISTAS SOBRE OS DADOS QUE ELES JULGAVAM MAIS RELEVANTESTES SOBRE OS ELETRODOMÉSTICOS NAS RESIDÊNCIAS, NO SEGUNDO QUESTIONÁRIO.



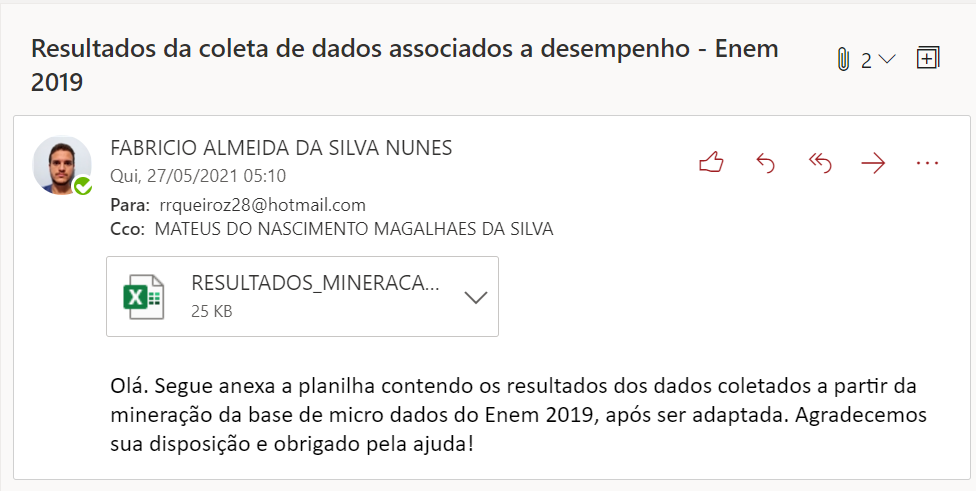
# APÊNDICE H - PERGUNTA AOS ESPECIALISTAS SOBRE OS DADOS QUE ELES JULGAVAM MAIS RELEVANTESTES SOBRE O ACESSO A MULTIMIDÍA NAS RESIDÊNCIAS, NO SEGUNDO QUESTIONÁRIO.



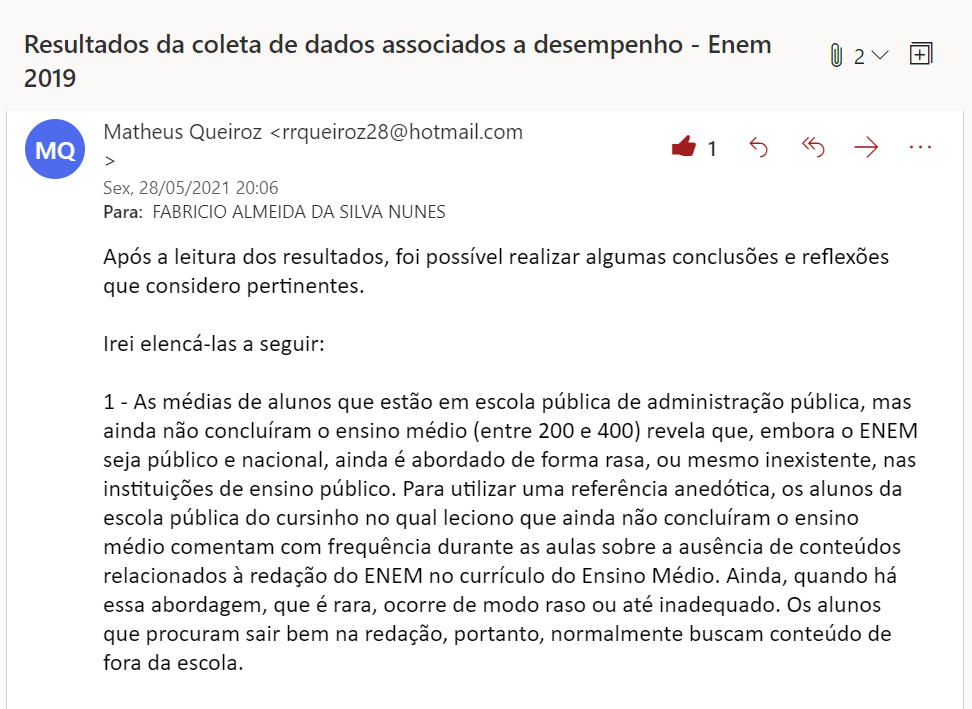
# APÊNDICE I - PERGUNTA AOS ESPECIALISTAS SOBRE ITENS QUE EVIDENCIAM A DESIGUALDADE SOCIAL, NO SEGUNDO QUESTIONÁRIO.



# APÊNDICE J - E-MAIL ENVIADO PARA O ESPECIALISTA MATHEUS QUEIROZ ANALISAR OS RESULTADOS DA MINERAÇÃO OBTIDA.



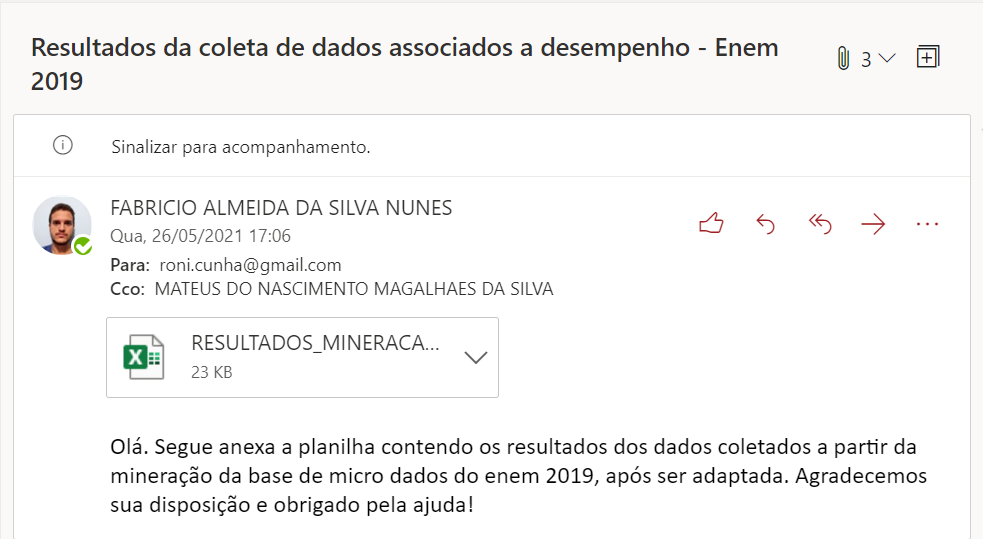
# APÊNDICE K - RESPOSTA DO ESPECIALISTA MATHEUS QUEIROZ SOBRE A MINERAÇÃO OBTIDA.



# APÊNDICE L - CONTINUAÇÃO DA RESPOSTA DO ESPECIALISTA MATHEUS QUEIROZ SOBRE A MINERAÇÃO OBTIDA.



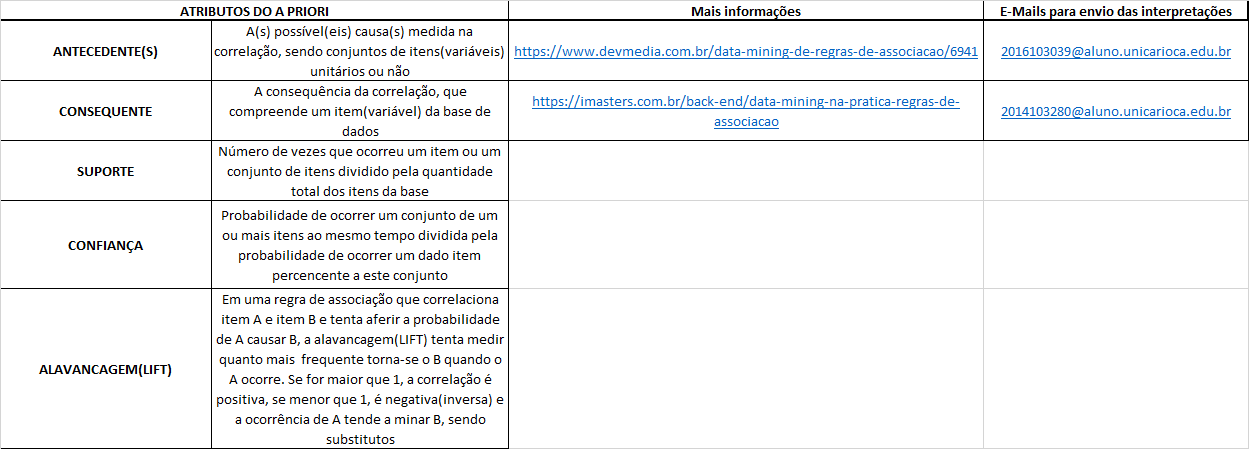
# Apêndice M - E-MAIL ENVIADO PARA O ESPECIALISTA RONIALNI CUNHA ANALISAR OS RESULTADOS DA MINERAÇÃO OBTIDA.



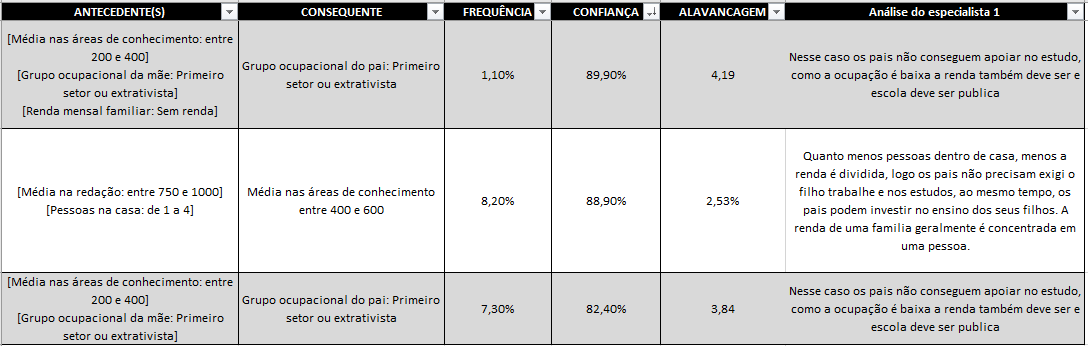
# APÊNDICE N - RESPOSTA DO ESPECIALISTA RONIALNI CUNHA SOBRE A MINERAÇÃO OBTIDA.



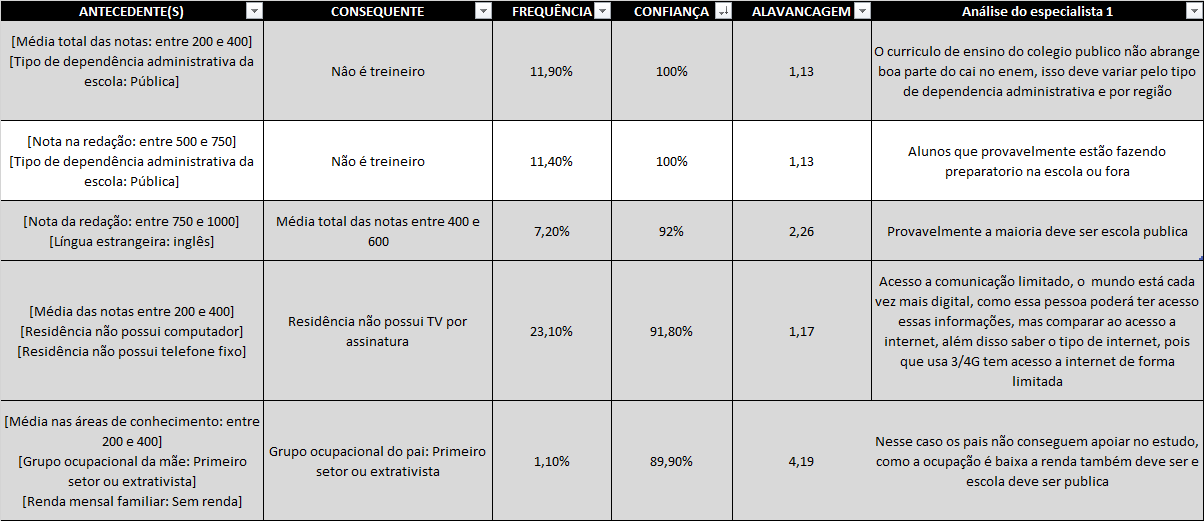
# APÊNDICE O - INTRODUÇÃO A PLANILHA DE RESULTADO DA MINERAÇÃO OBTIDA.



# APÊNDICE P - PRIMEIRA PARTE DAS RESPOSTAS DO ESPECIALISTA DAMIÃO SANTOS SOBRE OS RESULTADOS NA MINERAÇÃO OBTIDA.



# APÊNDICE Q - PRIMEIRA PARTE DAS RESPOSTAS DO ESPECIALISTA DAMIÃO SANTOS SOBRE OS RESULTADOS NA MINERAÇÃO OBTIDA.



1. Entrevista realizado com especialista Damião Santos formado na Área Social. Damião é bacharel serviço social formado pela Universidade Augusto Motta (UNISUAM) 42 anos, estagiário na clínica geral do hospital da posse Nova Iguaçu, experiência, voluntário em assistencialismo em pessoas em situação de Rua, sócio da empresa DHD comércio de joias e antiguidades. [↑](#footnote-ref-1)