



INSTITUTO FEDERAL

Goiás

Câmpus Goiânia

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

PRÓ-REITORIA DE ENSINO

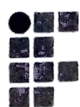
CÂMPUS GOIÂNIA

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

WITNEY REINANDE DE SOUZA ARAUJO

Adoção de uma ferramenta de *Business Intelligence* para tomada de decisão no processo de identificação de anomalias e manutenção no setor elétrico

Goiânia, 2023.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Witney Reinande de Souza Araujo
Matrícula: 20191011090145

Título do Trabalho: Adoção de uma ferramenta de *Business Intelligence* para tomada de decisão no processo de identificação de anomalias e manutenção no setor elétrico

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 11/07/2023.

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

PRÓ-REITORIA DE ENSINO

CÂMPUS GOIÂNIA

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

WITNEY REINANDE DE SOUZA ARAUJO

Adoção de uma ferramenta de *Business Intelligence* para tomada de decisão no processo de identificação de anomalias e manutenção no setor elétrico

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Raphael de Aquino Gomes

Goiânia, 2023.

Ar12a Araújo, Witney Reinande de Souza.

Adoção de uma ferramenta de *Business Intelligence* para tomada de decisão no processo de identificação de anomalias e manutenção no setor elétrico / Michellle Tuane. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2023.
56 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Raphael de Aquino Gomes

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Sistemas de Informação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Business intelligence. 2. Arquitetura de dados. 3. Setor energético. I. Gomes, Raphael de Aquino (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 658



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

WITNEY REINANDE DE SOUZA ARAUJO

Adoção de uma ferramenta de *Business Intelligence* para tomada de decisão no processo de identificação de anomalias e manutenção no setor elétrico

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, como parte das exigências para obtenção do Título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Goiânia, 3 de julho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raphael de Aquino Gomes

Orientador - IFG/Câmpus Goiânia

Profª. Dra. Alana da Silva Magalhães

Membro Externo da Banca Examinadora - IFG/Câmpus Goiânia

Prof. Dr. Sirlon Diniz de Carvalho

Membro Interno da Banca Examinadora - IFG/Câmpus Goiânia

Documento assinado eletronicamente por:

- Sirlon Diniz de Carvalho, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/07/2023 16:41:18.
- Alana da Silva Magalhaes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/07/2023 16:21:38.
- Raphael de Aquino Gomes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/07/2023 14:40:56.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 03/07/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 426529
Código de Autenticação: 2915b47e2d



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110
Sem Telefones cadastrados

Dedicatória

Dedico este trabalho de conclusão de curso à minha amada esposa, cujo amor, apoio incondicional e compreensão foram a luz que iluminou cada passo desta jornada.

A você, minha parceira de vida, agradeço por estar ao meu lado durante todos os momentos desafiadores e inspiradores desta caminhada acadêmica. Seu encorajamento constante e sua fé em mim foram a motivação que impulsionou minha determinação e perseverança.

Lembro-me das palavras de Friedrich Nietzsche, que disse: "É preciso ter o caos dentro de si para dar à luz uma estrela cintilante". Com você ao meu lado, mesmo nos momentos mais turbulentos, encontrei a serenidade e a força para transformar os desafios em oportunidades de crescimento.

Agradecimentos

À minha família, aos professores do IFG - Câmpus Goiânia, Orientador, colegas e todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

É com profunda gratidão e alegria que expresso meu sincero agradecimento a cada um pelo apoio, orientação e incentivo ao longo desta jornada. Com grande emoção finalmente podemos afirmar que alcançamos nosso objetivo.

Agradeço aos meus professores e orientadores, cujo conhecimento, dedicação e paciência foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Suas valiosas orientações e feedbacks críticos me levaram a explorar novos horizontes e a aprimorar minha compreensão sobre o tema. Seu comprometimento e paixão pelo ensino despertaram em mim uma sede insaciável por conhecimento.

Aos meus colegas de classe, que caminharam ao meu lado durante todo o percurso acadêmico, compartilhando desafios, vitórias e momentos de descontração, meu agradecimento especial. Juntos, enfrentamos os obstáculos, trocamos ideias e nos incentivamos mutuamente, formando uma equipe unida e resiliente.

Não posso deixar de mencionar meus familiares, cujo apoio incondicional foi o alicerce que me sustentou nos momentos de dúvida e cansaço. Obrigado por acreditarem em mim e por serem minha fonte de força e motivação.

Este trabalho não seria possível sem o apoio das instituições de ensino e seus profissionais, que proporcionaram o ambiente propício para o desenvolvimento acadêmico e ofereceram recursos indispensáveis para a realização desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos os participantes do estudo, cuja contribuição e disposição para compartilhar suas experiências foram essenciais para a construção dos resultados. Sem o envolvimento de vocês, este trabalho não teria a solidez e a relevância que possui.

Enfim, a todos que, de alguma forma, estiveram presentes nessa jornada, meu sincero e profundo agradecimento. Cada palavra de encorajamento, cada conselho, cada momento de apoio foi um ingrediente valioso para o sucesso deste trabalho.

"Uma sociedade só pode funcionar adequadamente se os indivíduos participarem ativamente do diálogo e da busca coletiva pela verdade. A comunicação é a base da construção de uma sociedade justa e democrática."

Jürgen Habermas,
1929 - .

Resumo

Título: Adoção de uma ferramenta de *Business Intelligence* para tomada de decisão no processo de identificação de anomalias e manutenção no setor elétrico

Autor: Witney Reinande de Souza Araujo

Orientador: Dr. Raphael de Aquino Gomes

Neste trabalho, é abordada a importância do gerenciamento de dados para as empresas e como a análise de dados pode contribuir para melhorar os negócios. Destaca-se a necessidade de ferramentas e metodologias para lidar com o crescente volume de dados gerados. São apresentados conceitos relevantes e melhores práticas de Business Intelligence, discutindo-se ferramentas, arquitetura e modelagem de dados. No setor elétrico, enfatiza-se a gestão de dados e a importância dos indicadores para a manutenção e identificação de anomalias. Destaca-se a relevância do gerenciamento de dados para garantir a disponibilidade do serviço de energia elétrica com qualidade e confiabilidade. Detalha-se a metodologia de modelagem e arquitetura de dados na camada de Extração, Transformação e Carregamento, incluindo a construção de Data Marts baseados em QVDs e os requisitos de negócio para visualização e tomada de decisão. Destaca-se a escalabilidade e robustez da ferramenta desenvolvida, permitindo sua utilização em empresas do setor energético. A ferramenta possibilita a criação de alertas relacionados a dados críticos e o monitoramento da atualização dos dados. Conclui-se que a ferramenta aprimora os processos ao substituir abordagens manuais, oferecendo ampliação na visão dos dados da empresa e embasando tomadas de decisão. A aplicação é poderosa e de fácil utilização por usuários de negócios com conhecimentos básicos em dados. Além da escalabilidade, sua robustez é evidente ao utilizar a plataforma Qlik, proporcionando opções de aprimoramento na utilização das informações.

Palavras-chave

business intelligence, arquitetura de dados, setor energético

Abstract

Title: Adoption of a Business Intelligence Tool for Decision-Making in Anomaly Identification and Maintenance Processes in the Electrical Sector.

Author: Witney Reinande de Souza Araujo

Advisor: Dr. Raphael de Aquino Gomes

In this work, the importance of data management for companies and how data analysis can contribute to improving business are addressed. The need for tools and methodologies to handle the growing volume of generated data is emphasized. Relevant concepts and best practices of Business Intelligence are presented, discussing tools, data architecture, and modeling. In the electrical sector, data management and the importance of indicators for maintenance and anomaly detection are emphasized. The relevance of data management in ensuring the availability of quality and reliable electricity service is highlighted. The data modeling and architecture methodology in the Extraction, Transformation, and Loading layer is detailed, including the construction of Data Marts based on QVDs and business requirements for visualization and decision-making. The scalability and robustness of the developed tool, allowing its use in energy sector companies, are emphasized. The tool enables the creation of alerts related to critical data and monitoring data updates. It is concluded that the tool enhances processes by replacing manual approaches, offering an expanded view of the company's data and providing a foundation for decision-making. The application is powerful and user-friendly for business users with basic data knowledge. In addition to scalability, its robustness is evident when using the Qlik platform, providing options for improving information utilization.

Keywords

business intelligence, data architecture, energy sector

Lista de Figuras

1	Conceitos relacionados a BI.	21
2	Exemplo de modelagem multidimensional usando Star Schema.	23
3	Quadrante mágico da Gartner para plataformas de <i>Analytics e Business Intelligence</i>	26
4	Exemplo de tela da ferramenta Qlik.	27
5	Exemplo de tela da ferramenta Power BI.	27
6	Exemplo de tela da ferramenta Tableau.	28
7	Zonas de proteção.	31
8	Tela de conexão da ferramenta Qlik com diretório local.	34
9	Modelagem de dados.	35
10	Espaço criados para o projeto.	36
11	Matriz de priorização de ações por equipamento.	42
12	Dashboard implementado.	45
13	Tabela Ad-Hoc.	46
14	Dicionário de dados	46
15	Resultados para a questão 1.	48
16	Resultados para a questão 2.	48
17	Resultados para a questão 3.	49
18	Resultados para a questão 4.	49
19	Resultados para a questão 5.	50
20	Resultados para a questão 6.	50

Lista de Quadros

1	PBI vs Qlik vs Tableau	29
---	----------------------------------	----

Lista de Códigos de Programas

1	funcao_Qtd UC()	37
2	funcao_Qtd UC/Conjunto()	37
3	funcao_Impacto chaves()	38
4	funcao_indicadores ocorrencias()	39
5	funcao_reincidência()	40
6	funcao_anomalias()	41
7	funcao_quadrate()	43

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BI	<i>Business Intelligence</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
CSV	<i>Comma-Separated Values</i>
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
EIS	<i>Executive Information System</i>
ETL	<i>Extract, Transformation and Load</i>
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
IA	Inteligência Artificial
IDC	<i>International Data Corporation</i>
JDBC	<i>Java Database Connectivity</i>
KPIs	<i>Key Performance Indicators</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
ODBC	<i>Open Database Connectivity</i>
QVD	<i>QlikView Data</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SaaS	<i>Software as a Service</i>
SIN	Sistema Interligado Nacional
TI	Tecnologia da Informação

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivos	18
1.2	Estrutura do Trabalho	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	<i>Business Intelligence</i>	20
2.1.1	Arquitetura e Modelagem	21
2.1.2	Ferramentas de <i>data visualization</i>	24
2.1.2.1	Qlik	25
2.1.2.2	Power BI	26
2.1.2.3	Tableau	28
2.1.2.4	Comparativo	28
2.2	Manutenção de malha elétrica	30
3	DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA E MODELAGEM DE DADOS	33
3.1	Integração de dados	34
3.2	Construção de Data Marts	35
3.2.1	Requisito de Negócio	36
4	VISUALIZAÇÃO DE DADOS	44
4.1	Dashboard	44
4.2	Detalhamento <i>Ad-Hoc</i>	45
4.3	Dicionário de dados	46
5	AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO	47
5.1	Metodologia da Validação	47
5.2	Resultados	48
6	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	APÊNDICE A – AÇÕES SOLICITADAS AOS USUÁRIOS NA VALIDAÇÃO DA APLICAÇÃO	57

Introdução

Os gestores nas mais diferentes instituições atualmente se vêem diante de uma grande quantidade de dados. Já em 2013, Viktor Mayer-Schönberger e Kenneth Cukier lançaram uma importante obra sobre *Big Data* (MAYER-SCHÖNBERGER; CUKIER, 2013) na qual, em vários momentos, exploram o tema. Mas é mais recentemente que este conceito vem mudando o mundo, de forma que as empresas estão usando-o para tomar decisões e melhorar seus negócios.

Dentre as estratégias mais comumente utilizadas na geração de indicadores está a análise de dados através do aprendizado de máquina ou mineração de dados (MAYER-SCHÖNBERGER; CUKIER, 2013). Estas estratégias estão alicerçadas no conceito de que “*dados é o novo petróleo*” (CAVANILLAS; CURRY; WAHLSTER, 2016), expressão que indica não somente o valor de dados mas, principalmente, a dificuldade em lidar com eles.

Dentre os principais fatores que tornam Big Data complexo estão o volume e a velocidade de dados. Como exemplos, o Facebook armazena, acessa e analisa mais de 50 petabytes de informações geradas pelos usuários a cada mês, ao passo que o Google processa diariamente mais de 3 bilhões de pesquisas em todo o mundo (CETAX, 2022).

Diante deste cenário desafiador é imprescindível o uso de sistemas de informação para gerenciar e filtrar os dados coletados e transformá-los em informações úteis. Isso é causado pela globalização que faz com que o mercado se torne cada vez mais acirrado, causando a necessidade das empresas utilizarem informações precisas na tomada de decisão e, assim, crescer e sobreviver. Com isso, cada vez mais as organizações precisam ser inteligentes (REZENDE, 2002).

A *International Data Corporation* (IDC) (IDC, 2022), fornecedora global de inteligência de mercado, prevê um aumento de dez vezes nos dados mundiais até 2025. Com o crescente uso de dados nas organizações é cada vez mais importante que os funcionários tenham conhecimento sobre como trabalhar com dados e como usá-los para contribuir para que a empresa aprimore sua vantagem competitiva em uma economia global. Investir no desenvolvimento profissional dos funcionários nesse sentido pode ser uma estratégia transformadora para os negócios (MINELLI; CHAMBERS; DHIRAJ, 2013).

As empresas que adotam e ampliam o poder da análise em toda a organização se-

rão as líderes no cenário global. No entanto, as iniciativas de transformação digital estão sendo prejudicadas pela falta de conhecimento na manipulação e geração de conhecimento a partir de dados (BYERS, 2014). Segundo a Forbes (2018), até 2030, as empresas em todo o mundo correm o risco de perder US\$8,4 trilhões em receita devido à falta de talentos qualificados.

De acordo com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), a alfabetização de dados é a capacidade de ler, trabalhar, analisar e argumentar com dados. É uma habilidade que capacita todos os níveis de trabalhadores a fazer as perguntas certas sobre dados e máquinas, construir conhecimento, tomar decisões e comunicar significados aos outros. No entanto, uma nova pesquisa mostra que os líderes de negócios estão lutando para dominá-lo e há uma deficiência generalizada na confiança dos dados (QLIK, 2022a). Isso não apenas os impede de prosperar em sua própria posição de liderança na economia analítica de hoje, mas também dificulta sua capacidade de conduzir uma mudança cultural de dados em toda a organização.

Neste contexto, uma das áreas que vem cada vez mais se modernizando e buscando novas tecnologias é o setor elétrico. A busca pela melhoria na operacionalização, na qualidade da energia e na gestão dos dados são de extrema importância para o setor, uma vez que o recurso é extremamente necessário para sociedade e contribui para o avanço tecnológico e inclusão social.

Atualmente, a energia elétrica é um dos principais insumos na sociedade, sendo fundamental para o desenvolvimento socioeconômico dos países. No Brasil, a matriz energética é formada principalmente por uma combinação de geração hidroelétrica (que é responsável por 62% da capacidade instalada) e termelétrica (que respondem por 28%), sendo o restante proveniente de usinas eólicas e solares. O sistema elétrico brasileiro possibilita a troca de energia gerada em todas as regiões, excluindo os sistemas isolados. Essa ligação energética é possível graças ao Sistema Interligado Nacional (SIN), uma enorme rede de transmissão com mais de 145 mil quilômetros de extensão (ESFERAENERGIA, 2022).

Devido sua elevada importância operacional e financeira, as redes elétricas devem passar por rotinas de manutenção para que os indicadores e valores de referência para a qualidade da energia elétrica, especificados no Módulo 8 dos Procedimentos de Distribuição (ANEEL, 2022), sejam atendidos. O Módulo 8, estabelecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), é um importante documento que estabelece as diretrizes e regras para o planejamento e o desenvolvimento do SIN, bem como para a contratação e a remuneração dos serviços de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil. Estas diretrizes são fundamentais para garantir a viabilidade econômica dos projetos de infraestrutura de energia e para assegurar a qualidade dos serviços prestados aos consumidores.

Conforme Mehl (2012), a questão da qualidade da energia elétrica aparece a partir do momento em que os consumidores constatarem interrupções no fornecimento. Contudo, à medida que tais consumidores tornam-se mais sofisticados sob o ponto de vista tecnológico, outros fatores começam a ser considerados. Mehl (2012) lista alguns desses fatores, como a continuidade do fornecimento, nível de tensão, oscilações de tensão, desequilíbrios, distorções harmônicas de tensão e interferência em sistemas de comunicações.

Dessa forma, o gestor de manutenção responsável pelas instalações deve ser capaz de identificar as principais causas das intervenções feitas nos equipamentos e quais destes estão apresentando falhas além do considerado aceitável. O trabalho aqui apresentado descreve uma abordagem que auxilia no alcance deste objetivo. Este estudo se motiva pela grande importância das redes de baixa tensão para o sistema elétrico e da necessidade de o gestor de manutenção garantir a continuidade e a confiabilidade da operação destas instalações.

O foco da proposta é demonstrar como uma aplicação de *Business Intelligence* (BI) pode ajudar de maneira organizada e dinâmica a tomada de decisão sobre manutenções e visão das anomalias em uma concessionária do setor elétrico.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é demonstrar como uma ferramenta de BI pode ser aplicada para auxiliar na tomada de decisão, usando como cenário o processo de priorização de atividades de manutenção no setor elétrico. Para tanto, são propostos os seguintes objetivos específicos:

1. demonstrar a aplicabilidade de uma ferramenta de BI na solução do problema;
2. modelar e implementar uma arquitetura de *Data Marts* otimizada dos dados manipulados;
3. elaborar, na ferramenta computacional selecionada, uma aplicação analítica a fim de explorar os dados sobre manutenções de uma concessionária do setor elétrico;
4. demonstrar as vantagens da estratégia estudada com base em soluções anteriormente usadas no cenário em questão.

1.2 Estrutura do Trabalho

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma:

- o Capítulo 2 apresenta o referencial teórico dos temas abordados no trabalho, como manutenção e anomalias de uma alimentadora em uma concessionária do

setor elétrico, o conceito de *Businnes Intelligence*, além de aspectos relacionados a arquitetura e modelagem de dados;

- o Capítulo 3 apresenta a metodologia adotada para modelagem e arquitetura realizada na camada de tratamento de dados;
- o Capítulo 4 apresenta os demais componentes da aplicação;
- o Capítulo 5 descreve um experimento realizado para validar a aplicação e seus resultados;
- o Capítulo 6 descreve as considerações finais do trabalho.

Referencial Teórico

Neste capítulo serão apresentados conceitos relevantes para compreensão do trabalho, sobretudo relacionados a *Business Intelligence*. Serão discutidas as principais ferramentas utilizadas no mercado, as concepções de arquitetura e modelagem de dados, bem como as melhores práticas no desenvolvimento de soluções nesta área. Por fim, serão apresentados conceitos sobre manutenção e identificação de anomalias no setor elétrico e como o gerenciamento desses processos são importantes para a disponibilidade do serviço da energia elétrica, com qualidade e confiabilidade.

2.1 *Business Intelligence*

BI é um termo bastante genérico e engloba uma gama de outros conceitos importantes na área de dados. Conforme ilustrado na Figura 1, segundo Turban *et al.* (2009) é possível incluir sob este termo “ferramentas, arquitetura, bases de dados, *data warehouse*, gerenciamento de desempenho, metodologias, dentre outros, tudo integrado em uma suíte de software”.

Mas é preciso avaliar a importância de *Business Intelligence* tendo como perspectiva as empresas. Neste cenário, BI visa possibilitar que *stakeholders*, analistas, gerentes e executivos possam acessar qualquer dado de maneira integrada, rápida, inclusive em tempo real. Este acesso possibilita que esses agentes do negócio possam extrair *insights* que os levem às melhores decisões possíveis. Dessa forma, os dados podem ajudar a maximizar as receitas, reduzir os custos e direcionar as decisões empresariais para que haja crescimento e evolução (SCHAEDLER; MENDES, 2021).

Dada a relevância que BI tem atualmente nas organizações, é preciso voltar nos primórdios da computação para entender como esse conceito surgiu. Como muito bem explica Schaedler e Mendes (2021), o desenvolvimento do computador durante a Segunda Guerra Mundial ocorreu de maneira silenciosa e com o fim específico de quebrar códigos nazistas e interceptar suas mensagens. Mas com o fim da guerra o computador foi sendo desenvolvido e aprimorado rapidamente, principalmente com a invenção do *chip*. Mas tudo de fato mudou com o surgimento da *World Wide Web* que acelerou a obtenção e

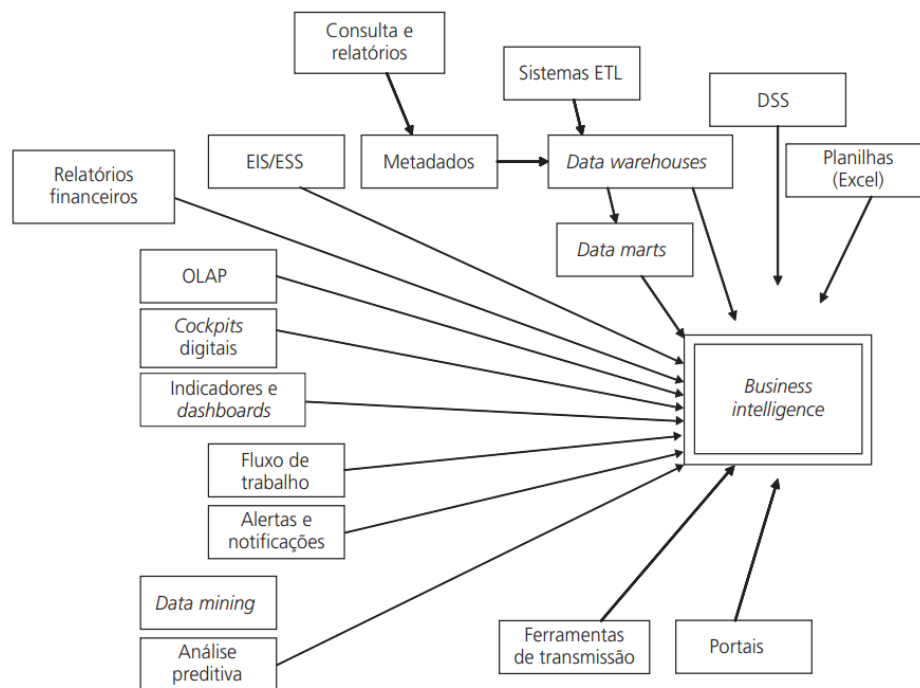


Figura 1: Conceitos relacionados a BI.

Fonte: Adaptado de (TURBAN *et al.*, 2009)

disponibilização de dados. A capacidade de armazenamento, recuperação, análise e coleta de dados foi sendo refinada e barateada com o passar dos anos.

Segundo Turban *et al.* (2009), o termo *BI* foi criado pelo grupo Gartner por volta de meados da década de 1990. Antes disso, na década de 1970 os relatórios eram estáticos, bidimensionais e não possuíam recursos analíticos. Foi a partir de 1980 que surgiu o conceito de sistemas de informações executivas, ou *Executive Information System* (EIS), que veio a dar suporte a gerentes e executivos com geração de relatórios dinâmicos multidimensionais e sob demanda. Desta maneira, após um tempo esses recursos passaram a ser chamados de *BI*.

Assim, todo e qualquer dado coletado por uma empresa é útil para BI. As informações internas podem ser usadas para aprimorar consideravelmente a eficiência e as operações da empresa, ao passo que aquelas sobre os clientes podem servir para melhorar o atendimento, permitindo responder, em tempo real, às suas preocupações, bem como desenvolver novos produtos e serviços (SCHAEDLER; MENDES, 2021).

2.1.1 Arquitetura e Modelagem

Para se entender todo o processo, desde a coleta dos dados até a disponibilização das informações por uma interface para o usuário final, é preciso considerar que o ambiente de BI deve ser separado em quatro camadas diferentes detalhadas a seguir: sistemas transacionais (origem dos dados), sistema de *Extract, Transformation and Load*

(ETL), *Data Warehouse* e/ou *Data Marts* e aplicações de BI (também chamadas de aplicações *Data visualization*).

1. **Sistemas de origem ou transacionais:** são sistemas que capturam as informações da área de negócios. Sua prioridade é viabilizar o processamento e a disponibilidade dos dados. As consultas realizadas nesses sistemas são na forma de transações e consideram um período curto dos dados históricos. São geralmente isolados e não estão acessíveis a todos os usuários das organizações (KIMBALL; ROSS, 2011).
2. **Sistema ETL ou área de Preparação de dados:** para Kimball e Ross (2011), esta área é tanto uma área de armazenamento, quanto de processamento. Ou seja, é tudo entre os sistemas transacionais e a área da apresentação dos dados. Esta área não deve ser acessível aos usuários finais, mas apenas a profissionais qualificados. Esta área envolve três operações principais:

- *Extract:* extrair não é nada além de leitura e entendimento dos dados de origem, armazenando-os no *Data Warehouse* a fim de posterior manipulação.
- *Transformation:* após a extração dos dados, várias transformações são realizadas, tais como: limpeza dos dados (correções de dados inválidos, padronização de formatações e etc); combinação de dados de várias fontes; eliminação de dados duplicados, nulos; atribuição de chaves primárias, secundárias, etc.
- *Load:* etapa final, após as transformações, com o carregamento dos dados nas tabelas de destino no *Data Warehouse*.

3. ***Data Warehouse* / *Data Marts*:** não deve ser considerada uma tecnologia, mas uma arquitetura pela qual a informação fica disponível para gestão. Segundo Machado (2004), a modelagem multidimensional é a técnica estruturada desenvolvida para obtenção de modelos de dados de simples entendimento e alto desempenho de acesso aos dados. Desta forma, não se deve entender um *Data Warehouse* como um simples lugar de persistência de dados. Devido à sua complexidade de implementação e alto custo, trazemos neste trabalho a abordagem de Ralph Kimball, que é um abordagem popular para a construção de *Data Marts* que são subconjuntos especializados de um *Data Warehouse*. Os *Data Marts* são projetados para atender às necessidades específicas de um departamento, equipe ou área de negócio dentro de uma organização. A abordagem de Ralph Kimball enfatiza a construção de *Data Marts* independentes e autônomos, em contraste com a abordagem mais tradicional conhecida como abordagem de top-down ou Inmon (KIMBALL; ROSS, 2011).

Data Warehouse tem como orientação somente a consulta dos dados. Com isso, como definição técnica criou-se vários modelos estruturais, dentre os quais o modelo *Star Schema* (KIMBALL; ROSS, 2011), ou modelo estrela, é tido como o ideal. Neste modelo, tem-se como padrão uma tabela Fato ou *Data Mart* onde encontram-

se os dados relativos à movimentações e suas chaves para o relacionamento com suas dimensões. Estas últimas são tabelas que contêm as características dimensionais, como por exemplo um cadastro de clientes. Um Data Mart é construído para permitir que se visualizem comportamentos de determinados fatos de negócio ao longo de grandes janelas de tempo (MACHADO, 2004).

Para Turban *et al.* (2009), a modelagem multidimensional suporta acessos com alto volume de consultas. O meio pelo qual essa modelagem é implementada é o *Star Schema*. Ela oferece consultas rápidas e de fácil manutenção. Um exemplo é apresentado na Figura 2, onde a tabela central armazena os dados das movimentações e é relacionada com as demais tabelas que representam dimensões, por meio de chaves. As tabelas de dimensão contêm informações adicionais sobre as movimentações como data, tempo, local, produtos, clientes, etc.

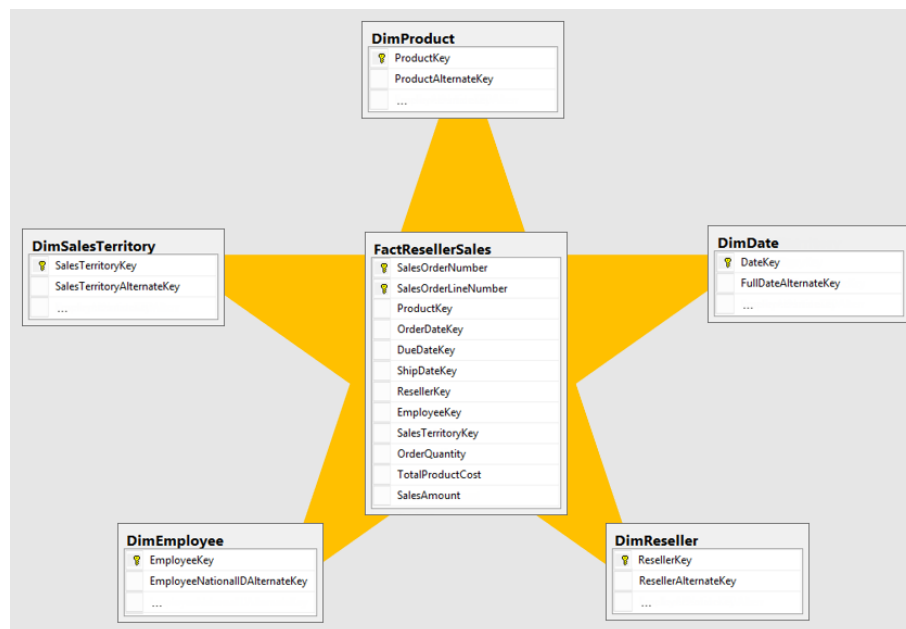


Figura 2: Exemplo de modelagem multidimensional usando Star Schema.

Fonte: (MICROSOFT, 2022c)

4. **Data visualization:** *Data visualization* é o processo de criar gráficos, tabelas e outras representações visuais de dados, com o objetivo de tornar esses dados mais compreensíveis e de fácil interpretação. Constitui uma parte importante da análise de dados e pode ajudar a identificar padrões, tendências e relações nos dados, de modo que essas informações possam ser usadas para tomar decisões informadas. Existem muitas ferramentas e técnicas diferentes disponíveis para implementar a visualização, incluindo gráficos, tabelas, mapas, *dashboards* e muito mais. A escolha da melhor ferramenta depende do tipo de dados que estão sendo analisados, do público-alvo e dos objetivos da análise.

2.1.2 Ferramentas de *data visualization*

As plataformas de análise e BI permitem que usuários menos técnicos (como empresários) modelem, analisem, explorem, compartilhem e gerenciem dados, colaborem e compartilhem descobertas, o que é habilitado pela Tecnologia da Informação (TI) e aumentado pelo uso de Inteligência Artificial (IA). Essas plataformas podem opcionalmente incluir a capacidade de criar, modificar ou enriquecer um modelo semântico, incluindo regras de negócios.

Há muitas formas de se realizar a análise de dados, assim como vários métodos e ferramentas de software que levam à condução de uma análise. Contudo, o escopo deste trabalho envolve apenas a análise de negócios, sendo apresentadas ferramentas de *data visualization* relacionadas a isto.

As ferramentas aqui discutidas são aquelas definidas como líderes pela Gartner em seu Quadrante Mágico de Plataformas de *Analytics* e *Business Intelligence* (GARTNER, 2022). O quadrante é representado em um gráfico de dispersão, no qual os nomes analisados são divididos a partir de dois eixos. O eixo horizontal do quadrante representa a visão da empresa em relação ao mercado de tecnologia. Para determinar o posicionamento neste eixo, são utilizados 8 critérios, que incluem:

- entendimento do mercado: habilidade da empresa de entender as necessidades do cliente e oferecer soluções adequadas;
- estratégia de marketing: eficiência dos esforços de comunicação da empresa, tanto offline quanto online;
- estratégia de vendas: as práticas adotadas pela empresa para desenvolver uma base de consumidores;
- estratégia de abordagem: as técnicas utilizadas pela companhia para possibilitar a distribuição e desenvolvimento de um produto;
- modelo de negócios: a eficácia e consistência da proposta do negócio para dominar uma parcela do mercado;
- estratégia de indústria: a habilidade do negócio em satisfazer as necessidades de nichos específicos do mercado;
- inovação: nível de investimento e expertise em soluções que possibilitem a criação de vantagens competitivas;
- estratégia geográfica: habilidade do negócio em satisfazer as necessidades de regiões geográficas importantes para o mercado.

O eixo vertical do quadrante indica a capacidade de a empresa implementar o que planeja. Para posicionar cada elemento no gráfico, são utilizados mais 7 critérios, entre eles:

- produtos e serviços: qualidade, funcionalidades e nível de diferenciação do mix de produtos e serviços oferecidos;
- viabilidade: relação entre os custos envolvidos nas operações e a sustentabilidade financeira apresentada pela empresa;
- vendas e precificação: habilidade da empresa para encontrar estratégias eficientes de venda, incluindo a eficácia da precificação;
- responsividade ao mercado: capacidade do negócio de se adaptar às diferentes situações apresentadas pelo mercado;
- execução de marketing: a qualidade, criatividade e efetividade da empresa em comunicar sua mensagem ao consumidor;
- experiência do consumidor: o nível de satisfação do consumidor em relação ao serviço oferecido pela marca;
- operações: a habilidade da empresa em atingir suas metas e objetivos.

Após serem avaliadas pelos critérios e posicionadas no gráfico, as marcas são divididas em 4 quadrantes: líderes, desafiantes, visionários e competidores de nicho (ROCKCONTENT, 2019), conforme apresentado na Figura 3.

A seguir é apresentada uma breve discussão sobre as ferramentas líderes de mercado em *Business Intelligence*: Qlik, Power BI e Tableau.

2.1.2.1 Qlik

A plataforma Qlik possui uma tecnologia exclusiva com potencial ainda não igualável por suas concorrentes. A proposta é apresentar um *analytics* ativo, dinâmico, que consiga acompanhar o alto volume de dados nas organizações, utilizando inteligência ativa a fim de fornecer *insights* de forma imediata. A Figura 4 apresenta um exemplo de tela da ferramenta.

A proposta da plataforma é extremamente inovadora, proporcionando aos usuários uma visualização mais que guiada baseada no modelo *self-service*. Desde a ingestão de dados até a construção de objetos interativos e atualizados em tempo real, a plataforma oferece diversas possibilidades de respostas às questões de negócios do dia a dia. Com o *Insight Advisor*, um conjunto de recursos, o usuário pode obter *insights* rápidos para análises autogeradas, recomendações de gráficos e combinação de dados (QLIK, 2022b).

Dentre as soluções no ecossistema de Qlik, Qlik Sense é uma plataforma de análise de dados baseada em *self-service* que permite aos usuários criar visualizações interativas, painéis de controle e relatórios personalizados a partir de diversas fontes de dados. Pode ser instalado localmente ou em um ambiente de nuvem privada, proporcionando maior controle e segurança dos dados. Já Qlik Cloud é uma plataforma baseada



Figura 3: *Quadrante mágico da Gartner para plataformas de Analytics e Business Intelligence.*

Fonte: (QLIK, 2022e)

em nuvem que permite aos usuários criar, compartilhar e explorar visualizações de dados interativas, sem a necessidade de instalar o software em um servidor local.

2.1.2.2 Power BI

A plataforma de análise de dados e inteligência de negócios desenvolvida pela Microsoft é o Power BI. Também é uma das ferramentas líderes de mercado, com maior número de usuários. Ela se destaca pela interface amigável e forte integração com várias ferramentas da Microsoft já bastante usadas pelo mercado como, por exemplo, o Excel (MICROSOFT, 2023b) e o Azure (MICROSOFT, 2023a). A Figura 5 apresenta um exemplo de tela da ferramenta.

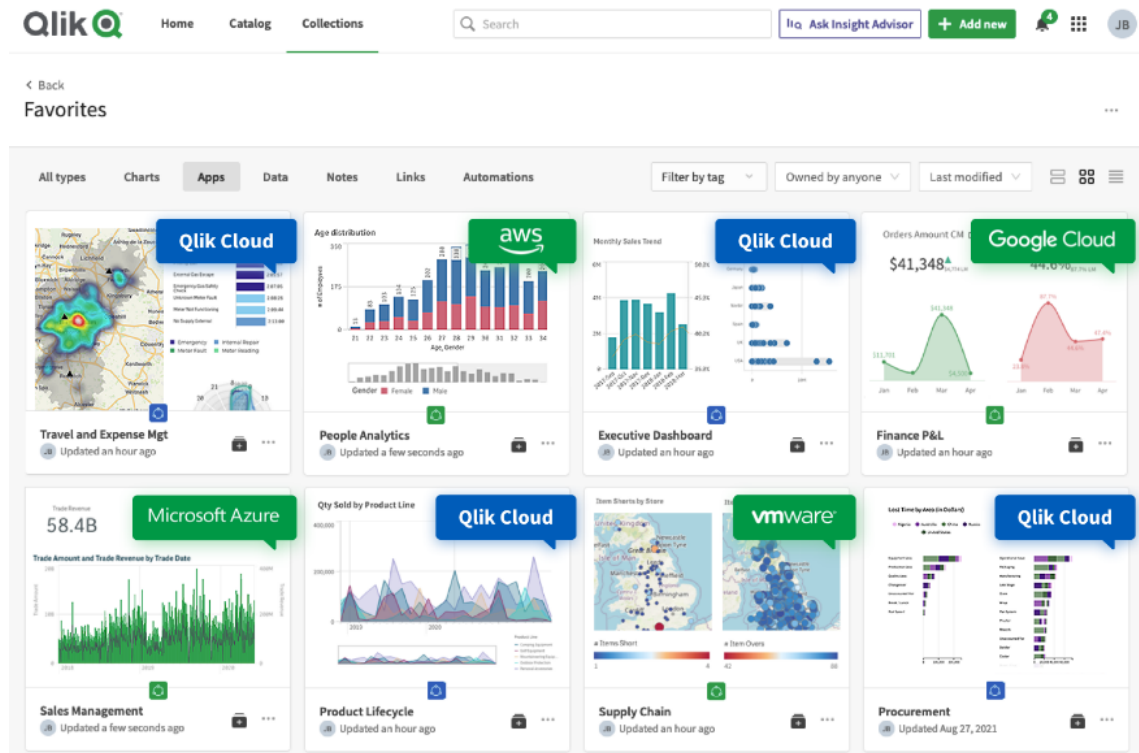


Figura 4: Exemplo de tela da ferramenta Qlik.

Fonte: (QLIK, 2022d)

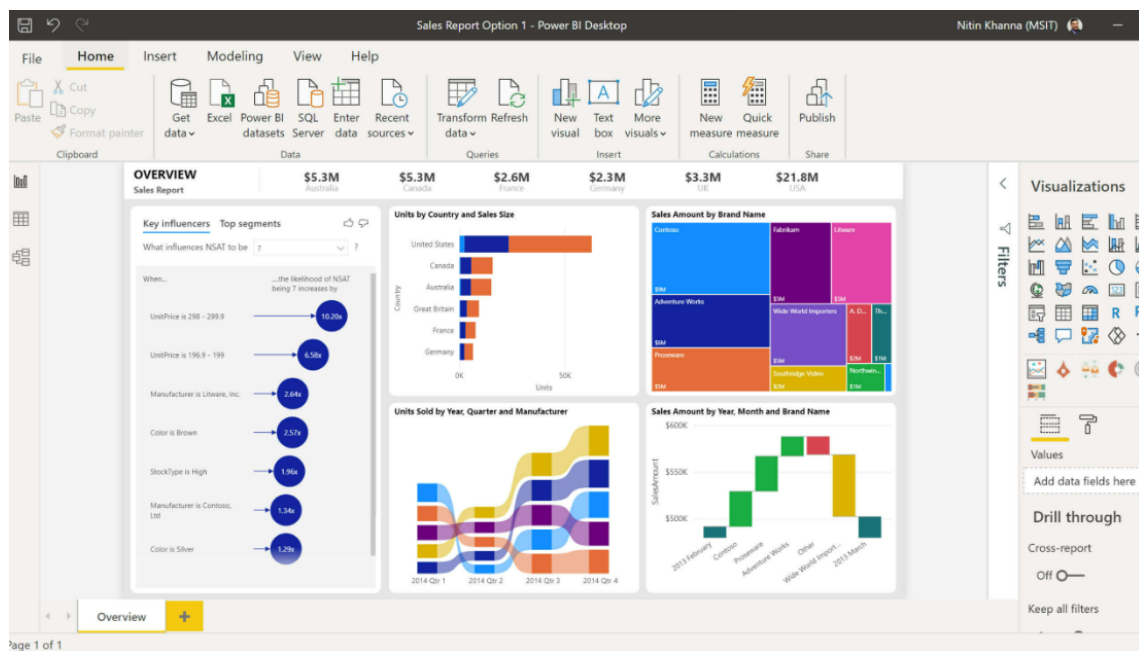


Figura 5: Exemplo de tela da ferramenta Power BI.

Fonte: (MICROSOFT, 2022b)

A ferramenta Power BI possui uma curva de aprendizagem muito curta e por isso é bastante conhecida nas organizações. A Microsoft também investiu bastante em funcionalidades de IA para que seus usuários possam preparar dados, criar modelos de

aprendizado de máquina e encontrar *insights* cognitivos com dados estruturados e não estruturados, como textos e imagens (MICROSOFT, 2022a).

2.1.2.3 Tableau

Tableau é também uma das principais opções de mercado voltadas para BI. É uma plataforma que facilita ao usuário a exploração e o gerenciamento de dados. Essa plataforma nasceu na Universidade de Stanford em 2003, com o intuito de facilitar a visualização de dados pelos acadêmicos. A plataforma traz diversos facilitadores, como a possibilidade de arrastar e soltar componentes por meio de uma interface intuitiva. Em 2019 ela foi comprada pela gigante do *Customer Relationship Management* (CRM), a Salesforce, e é bastante difundida nas organizações pelo mundo (SALESFORCE, 2022b). A Figura 6 apresenta um exemplo de tela da ferramenta.

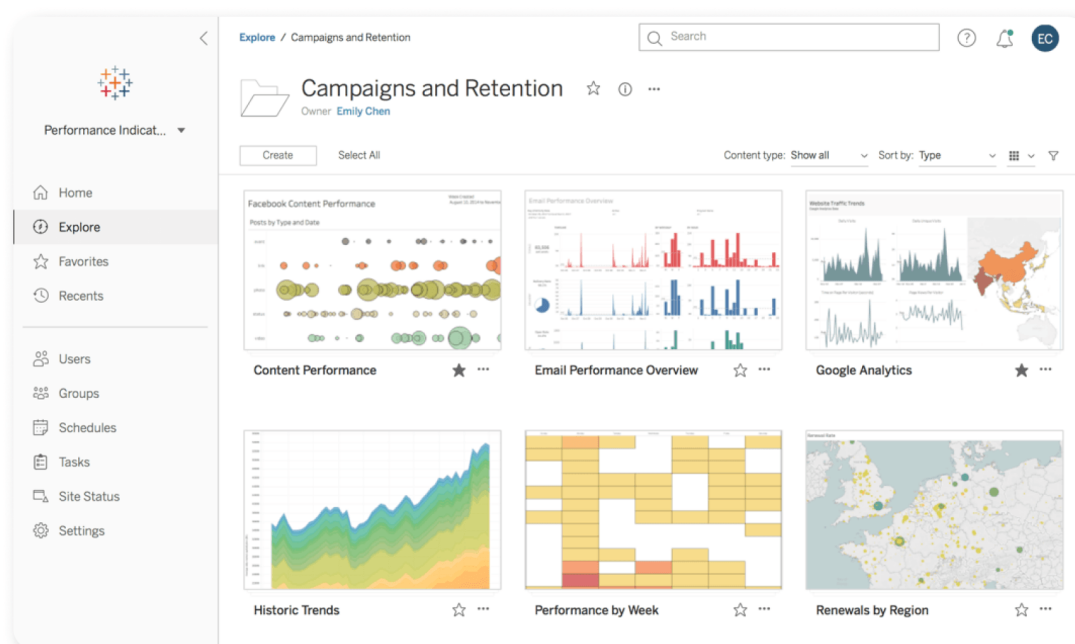


Figura 6: Exemplo de tela da ferramenta Tableau.

Fonte: (SALESFORCE, 2022a)

2.1.2.4 Comparativo

Foram apresentadas as três ferramentas líderes no mercado atualmente. É importante ressaltar que cada uma possui suas qualidades e a seleção de qual usar depende das especificidades do negócio. O Quadro 1 apresenta um comparativo entre elas.

Como bem demonstra Bansal, H (2023), as empresas dependem muito do Big Data e das informações armazenadas para compreender as tendências atuais e os cenários de negócios, a fim de tomar decisões sábias e informadas no futuro. As ferramentas de

Quadro 1: PBI vs Qlik vs Tableau

Característica	 Power BI	 Qlik Sense	 + a b l e a u
Capacidade de visualização	Fácil usabilidade	Ferramenta <i>analytics self-service</i>	Ótimos gráficos e visualização
Capacidades avançadas de <i>analytics</i>	Suporta visualizações baseadas em R	Não suporta objetos baseados em R ou Python	Oferece suporte totalmente integrado com R e Python
Capacidade em nuvem	Compatível com Microsoft Azure	Oferece um produto <i>Software as a Service</i> (SaaS)	Compatível com nuvens robustas como Azure e AWS
Integração com Big Data	Melhor solução	Permite gerenciar todos os dados, independente da escala, em um único ambiente	Conecta com praticamente qualquer repositório de dados, desde planilhas Excel a clusters Hadoop
Limites de armazenamento	10GB	500GB	100GB

Fonte: Adaptado de (BANSAL, H, 2023).

BI como Tableau, Qlik e Power BI ajudam as empresas a analisar e visualizar seus dados de Big Data de maneira mais eficiente e eficaz. Essas ferramentas fornecem recursos suficientes para colaboração e compartilhamento de *insights* dentro e fora da organização. Além disso, as visualizações devem ser abundantes e intuitivas para que qualquer usuário técnico ou não técnico possa entendê-lo e extrair *insights* significativos a partir dele. Em resumo, essas ferramentas ajudam as empresas a tomar decisões mais informadas e estratégicas com base em seus dados de Big Data.

Dentre os critérios importantes a serem considerados ao selecionar uma ferramenta de BI para visualização de Big Data alguns são listados abaixo:

- Capacidade de transformar dados complexos em tabelas e gráficos atraentes: a ferramenta deve ser capaz de transformar dados insondáveis em visualizações compreensíveis e atraentes.
- Capacidade de analisar e processar dados: a ferramenta deve ter a capacidade de analisar e processar grandes volumes de dados de diferentes fontes.
- Facilidade de uso: a ferramenta deve ser projetada de forma que qualquer usuário, independentemente de sua experiência e conjunto de habilidades, possa aprender a usá-la facilmente.

- Recursos de colaboração e compartilhamento: A ferramenta deve fornecer recursos para colaboração e compartilhamento de *insights* dentro e fora da organização.
- Abundância de visualizações intuitivas: a ferramenta deve oferecer uma variedade de visualizações intuitivas que possam ser compreendidas por usuários técnicos e não técnicos.
- Capacidade de lidar com dados massivos e complexos: a ferramenta deve ser capaz de lidar com dados massivos e complexos de diferentes fontes.

Apesar das três ferramentas aqui listadas satisfazerem estes critérios, a ferramenta Qlik possui algumas vantagens em relação aos seus concorrentes (DATA FLAIR, 2023):

- Interface intuitiva: possui uma interface de arrastar e soltar que permite aos usuários criar relatórios analíticos de forma fácil e compreensível.
- Visualização de dados: possui ferramentas de visualização bem desenvolvidas, permitindo a criação de tabelas, gráficos e outros tipos de visualizações.
- Coleta de dados: pode coletar dados de várias fontes, incluindo nuvem e armazenamento local, e padronizá-los para facilitar o compartilhamento.
- Segurança de dados: oferece segurança de dados em todos os dispositivos suportados, garantindo a proteção das informações.

Diante destas vantagens e maior experiência com a ferramenta, neste trabalho foi utilizada a plataforma Qlik.

2.2 Manutenção de malha elétrica

O sistema elétrico brasileiro possui uma reguladora da qualidade da energia elétrica, a ANEEL. Esta instituição define parâmetros e indicadores para que o produto entregue ao consumidor final esteja dentro de parâmetros aceitos. Segundo a ANEEL (2022), esses indicadores visam a manutenção de uma tensão em regime permanente, fator de potência, harmônicos, desequilíbrio e flutuação de tensão e variação de frequência. Assim, ter um diagnóstico preditivo da qualidade de energia em toda a extensão da malha elétrica de um alimentador é de fundamental importância.

Os alimentadores de rede elétrica são, em essência, sistemas que conduzem a energia elétrica das subestações de distribuição até os transformadores de distribuição. Eles fazem parte de uma rede de distribuição responsável por fornecer energia diretamente, ou através de seus ramos, para os transformadores de distribuição pertencentes à empresa concessionária e/ou aos consumidores.

Na companhia energética parceira deste trabalho, o padrão de qualidade se dá por meio das manutenções dos equipamentos elétricos de forma preditiva e corretiva e

do monitoramento dos indicadores de anomalias, Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC).

Primeiramente é preciso entender como ocorre a distribuição da energia de baixa e média tensão no Estado de Goiás a partir das subestações. A Figura 7, desenvolvida pela própria companhia energética, apresenta as zonas de proteção consideradas entre uma subestação e uma unidade consumidora.

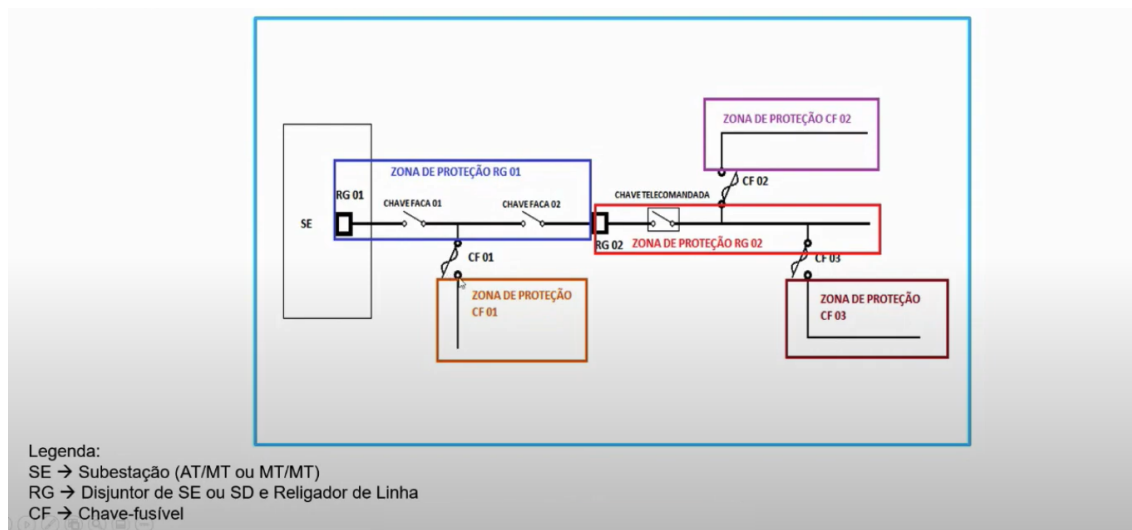


Figura 7: Zonas de proteção.

Fonte: Adaptado de (Enel Goiás, 2022)

A rede que sai da subestação é chamada “Alimentador de Distribuição”. Nas subestações de distribuição a tensão é reduzida da subtransmissão para a tensão primária de distribuição ou média tensão. As redes de distribuição primárias fornecem energia aos transformadores de distribuição que, por sua vez, alimentam a rede de distribuição secundária ou baixa tensão, comumente conhecida como tensão secundária ou baixa tensão (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2021).

Segundo a Norma Técnica Celg 08 (ENEL GOIAS, 2023), um alimentador de distribuição é parte de uma rede de distribuição que alimenta, diretamente ou por intermédio de seus ramais, os primários dos transformadores de distribuição ou unidades consumidoras. Dessa forma, a energia sai com a tensão adequada para as unidades consumidoras pelos alimentadores e suas ramificações.

A aplicação de equipamentos de proteção é um dos fatores decisivos para a operação do sistema de distribuição dentro dos limites estabelecidos. Assim, para complementar os requisitos necessários afim de se atingir a confiabilidade desejada, diversos equipamentos deverão ser convenientemente alocados e especificados em toda a rede alimentadora. Um desses equipamentos é a chave de proteção que protege os ramais de ligação às unidades consumidoras (ENEL GOIAS, 2023).

Quando o fornecimento de energia é interrompido é aberta uma ocorrência para que o fornecimento seja novamente reestabelecido. Vários fatores podem gerar ocorrências, tais como: quebra de cabos por quedas de árvores, falha em equipamentos de proteção, fatores climáticos, etc. Para garantir que a energia chegue com qualidade e sem interrupções a companhia energética precisa realizar manutenções preventivas e corretivas. As manutenções preventivas são aquelas relacionadas à manutenção das linhas, como a poda de árvores e troca de equipamentos por tempo de uso. Contudo, em muitas situações ocorrem as manutenções corretivas quando deve-se realizar intervenções por fatores climáticos ou estrago de algum equipamento antes do tempo adequado de uso.

Outro fator importante para medir como está a distribuição energética pelas linhas de transmissão são os indicadores de anomalias, DEC e FEC. DEC (Duração Equivalente de interrupção por unidade consumidora) é o indicador de continuidade que demonstra o tempo médio que um consumidor de um conjunto considerado ficou sem energia elétrica, num determinado período de tempo. Já o FEC (Frequência Equivalente por unidade consumidora) é o indicador de continuidade que demonstra o número de interrupções médio que um consumidor de um conjunto considerado sofreu num determinado período de tempo (TANURE; TAHAN, 2004).

Com essas métricas a companhia consegue verificar onde estão os problemas recorrentes e que podem ter gerado ocorrências. Assim pode-se atuar de maneira mais assertiva na distribuição dos recursos destinados às manutenções preventivas e corretivas.

Desenvolvimento da Arquitetura e Modelagem de dados

Este trabalho foi desenvolvido em consonância com a concessionária de energia elétrica do Estado de Goiás em 2022, a Enel. O objetivo foi automatizar o gerenciamento das manutenções dos equipamentos e monitoramento dos indicadores de anomalias da rede elétrica de distribuição de média e baixa tensão.

Com a permissão da empresa foram coletados dados de manutenções e anomalias identificados em vários alimentadores da malha elétrica referentes ao ano de 2021. Através de reuniões com os responsáveis pelo gerenciamento foi desenvolvido um *road map* do processo de transformação dos dados até os indicadores finais. Um *road map* é uma representação visual ou uma descrição detalhada que delineia os objetivos, direções estratégicas e as etapas específicas necessárias para alcançar um determinado objetivo (HORKOFF *et al.*, 2014).

A prática adotada na companhia era realizar o gerenciamento da manutenção apenas com o uso de planilhas eletrônicas, o que levava em torno de 30 dias de trabalho para obter os indicadores e métricas relacionados às manutenções e anomalias referentes ao ano anterior a fim de se realizar a distribuição do orçamento de manutenção para um determinado ano corrente. Além disso, cada arquivo tinha a limitação de manipular no máximo 1.048.000 registros, sendo que o processo precisava ser repetido todas as vezes que uma nova extração de dados do banco da organização fosse realizada. Com isso, a companhia não tinha a visão dos indicadores e métricas em tempo real, podendo demorar bastante para identificar problemas recorrentes.

A partir do tratamento dos dados foram gerados os principais indicadores que identificam quais alimentadores possuem mais anomalias e quais são responsáveis por um grande volume de manutenções. Como resultado esperado tem-se a otimização do processo de manutenção preventiva das redes de distribuição, pois de ante mão pode-se verificar o local da atividade e o momento para execução de uma ação preventiva e corretiva.

Neste capítulo e no próximo é apresentado o desenvolvimento desta aplicação,

implementada utilizando a plataforma Qlik Sense.

3.1 Integração de dados

Como visto no capítulo anterior, o processo para modelagem dos dados visando sua transformação em informações nas tomadas de decisões começa com a conexão aos sistemas transacionais, os quais armazenam os dados gerados pela organização. Contudo, nem sempre é possível o acesso à esses sistemas devido à governança da organização parceira e sua segurança digital. Para este trabalho os dados utilizados foram fornecidos em arquivos nos formatos *Comma-Separated Values* (CSV) e do Excel.

Foram usados dados referentes ao ano de 2021 que foram importados para um repositório Qlik Cloud no espaço chamado “Base de dados”. O conceito de espaço em Qlik será detalhado adiante na próxima seção.

A Figura 8 apresenta a conexão com o diretório local onde se encontram as bases.



Figura 8: Tela de conexão da ferramenta Qlik com diretório local.

Fonte: (QLIK, 2022c)

É importante ressaltar que ferramenta Qlik Sense permite um acesso a dados por meio de diferentes tipos de conexões, dentre as quais podem ser listadas (QLIK, 2023b):

- Bancos de dados através de *Open Database Connectivity* (ODBC) (GEIGER, 1995) e *Java Database Connectivity* (JDBC) (REESE, 2000).
- Fontes de dados disponibilizadas através de interfaces *Representational State Transfer* (REST) (WILDE; PAUTASSO, 2011).
- Salesforce.
- SAP NetWeaver.
- Fontes de dados de rede social ou com base na Web.
- Provedores de armazenamento na Web.

3.2 Construção de Data Marts

Realizada a camada de conexão e extração dos dados, a próxima etapa foi o desenvolvimento da camada de transformação. Nela foram corrigidos campos chaves com dados nulos, que não traziam as informações relevantes dentro do escopo de informações que deveriam ser apresentadas na aplicação final.

Nesta etapa também foi realizada a identificação dos campos que são as chaves entre as tabelas finais. Para correta apresentação das informações, a modelagem considerou duas tabelas fato e uma dimensional que assume o papel *link table*, um artifício realizado para associar no Qlik os eventos de uma determinada dimensão mas que se encontram em fatos de eventos diferentes. Uma das tabelas fato representa os eventos de anomalias, ao passo que a outra representa os eventos de manutenções. Elas estão associadas pela chave que ligam os dados à uma mesma dimensão, conforme Figura 9.

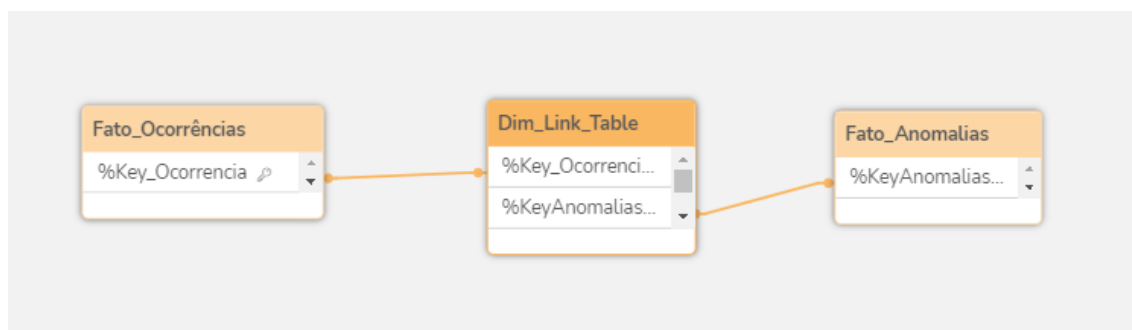


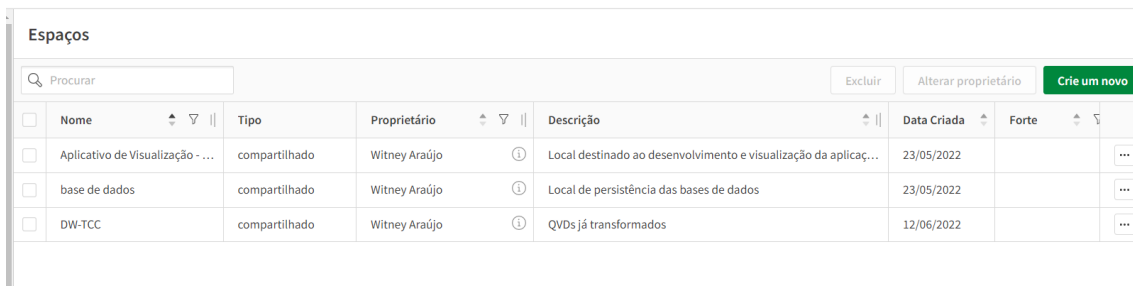
Figura 9: Modelagem de dados.

Fonte: Elaboração própria.

Para a construção de Data Marts a plataforma Qlik Sense, disponibilizada em nuvem, tem como fundamento de governança de dados a utilização de “Espaços”, que podem ser divididos em três categorias: os pessoais, os compartilhados e os gerenciados. Segundo a documentação da Qlik (QLIK, 2023a), nos espaços pessoais não há a possibilidade de desenvolver aplicativos em conjunto com outras pessoas. Somente o proprietário do espaço pode editar os aplicativos ali publicados. Os espaços compartilhados permitem o desenvolvimento conjunto de aplicativos em um grupo fechado de usuários. Já os espaços gerenciados permitem o acesso controlado aos aplicativos e, assim como nos espaços compartilhados, o acesso é restrito aos membros do grupo.

Esse tipo de área governada permite gerenciar os acessos a determinados dados da organização por usuários específicos. Inclusive, é possível criar conexões de dados dentro desses espaços e gerenciar o acesso aos Gateways Data Movement (QLIK, 2023c), Operando por trás do firewall da sua organização, que permitem mover dados de fontes empresariais para destinos na nuvem, por meio de uma conexão estritamente de saída, criptografada e mutuamente autenticada.

Com as transformações realizadas, foi criado um espaço chamado “DM-TCC”, no qual foram armazenados os dados de acordo com a modelagem. Assim, foi criado um catálogo de dados que pode ser utilizado em diversas aplicações de maneira gerenciada e centralizada, como é possível observar na Figura 10.



Espaços						
Procurar				Excluir	Alterar proprietário	Crie um novo
☐	Nome	Tipo	Proprietário	Descrição	Data Criada	Forte
☐	Aplicativo de Visualização - ...	compartilhado	Witney Araújo	Local destinado ao desenvolvimento e visualização da aplicaç...	23/05/2022	
☐	base de dados	compartilhado	Witney Araújo	Local de persistência das bases de dados	23/05/2022	
☐	DW-TCC	compartilhado	Witney Araújo	QVDs já transformados	12/06/2022	

Figura 10: Espaço criados para o projeto.

Fonte: Elaboração própria.

3.2.1 Requisito de Negócio

Ao serem levantadas as necessidades da organização parceira neste trabalho, foram identificadas várias regras que eram implementadas nas planilhas eletrônicas até então utilizadas. O procedimento adotado era criar uma planilha de monitoramento das redes alimentadoras de baixa tensão e verificar quais possuíam maior incidência de manutenções nos equipamentos e quais possuíam mais quantidade de consumidores impactados. Para transformar este processo em uma aplicação de BI foram necessárias várias reuniões de levantamento das regras utilizadas para obtenção das informações finais e decisórias na tomada de decisão frente ao orçamento a ser distribuído para manutenção da qualidade da energia.

A seguir, são listadas as regras que fazem parte do conjunto de dados importantes para os cálculos que identificam quais unidades alimentadoras possuem equipamentos com maior impacto e geram, conseqüentemente, mais necessidade de manutenções. Outra saída é identificar quais unidades alimentadoras possuem quantidades significativas de unidades consumidoras por chave que são impactados.

Num primeiro foi definida como métrica a quantidade de Unidades Consumidoras (UC) por chave e sua descrição (se até 100 UCs, entre 100 e 500 UCs e maior que 500 UCs). O Código 1 apresenta como esta métrica é calculada usando a linguagem do Qlik. Neste código também é calculada a quilometragem protegida no trecho.

Código 1 funcao_Qtd UC()

```

1  FATO1:
2  LOAD
3      *,
4      Num(sum([UCBT Jusante] + Sum([UCMT Jusante]), '#.###,00' , ',' , '.')) AS [Num
      Consumidores (UC)],
5  IF( ( sum([UCBT Jusante] + [UCMT Jusante])<=100
6      OR
7          sum([UCBT Jusante] + [UCMT Jusante]) =0 ), 'até 100 UCs',
8      IF(sum([UCBT Jusante] + [UCMT Jusante])<=500, '100< UCs < 500',
9          IF(sum([UCBT Jusante] + [UCMT Jusante])>500, '> 500 UCs', 'NDA')))) AS [Qtd UC na Chave],
10     Num(Sum([KMMT Jusante]), '#.###,00' , ',' , '.')) AS [km Protegido]
11 RESIDENT TEMP_1
12 GROUP BY
13     Chave,
14     Localização,
15     REGIONAL,
16     Tipo,
17     Conjunto,
18     SE_AL,
19     [UCBT Jusante],
20     [UCMT Jusante],
21     [KMMT Jusante],
22     Cod.;
23
24 DROP Table TEMP_1;

```

Outra métrica calculada é a quantidade de consumidores e sua média por conjunto de chaves, conforme Código 2.

Código 2 funcao_Qtd UC/Conjunto()

```

1  /* Regra: Qtd de UC por Conjunto com Tipo = Saída Alimentador*/
2
3  Left Join (FATO1)
4  LOAD
5      Conjunto,
6      Num(Sum([Num Consumidores (UC)]), '#.###,00' , ',' , '.')) AS [Qtd de UC/Conjunto],
7      Num(Avg([Num Consumidores (UC)]), '#.###,00' , ',' , '.')) AS [Média de UC/Conjunto]
8  ]
9  RESIDENT FATO1
10 WHERE Tipo = 'Saída Alimentador'
11 GROUP BY
12     Conjunto;

```

O próximo passo realizado foi calcular o impacto em percentual das chaves pelo total do conjunto. Esta métrica é calculada de acordo com o Código 3 dividindo o total de consumidores de uma chave pelo total de consumidores do conjunto.

Código 3 funcao_Impacto_chaves()

```
1  /*Regra: % de impacto das chaves nos Conjuntos*/
2
3  FATO:
4  NoConcatenate
5  LOAD
6      *,
7      Num(([Num Consumidores (UC)] / [Qtd de UC/Conjunto]), '#,##%')    AS [% Impacto/Conjuntos]
8  RESIDENT FATO1;
9
10 Left Join (FATO)
11 Load
12     Chave,
13     If([Num Consumidores (UC)] > [Média de UC/Conjunto], 1, 2)    AS [Impacto Equipamento]
14 Resident FATO;
15
16 Drop Table FATO1;
17
18
19 Store FATO into [lib://DW-TCC:DataFiles/Fato_Chaves.qvd] (qvd);
```

Os cálculos realizados foram persistidos em um arquivo *QlikView Data* (QVD), com o nome de *Fato Chaves* no espaço DW-TCC para leitura da aplicação de visualização.

A segunda base trabalhada foi a de ocorrências. Os dados são divididos em dois grupos de ocorrências não programadas: Degradação e Vegetação. Os mesmos são subdivididos em vários indicadores: DEC Enel; DEC Conjunto; FEC Enel; FEC Conjunto. Estes indicadores são importantes pois referem-se à qualidade de energia elétrica e avaliam a eficiência do sistema elétrico em transmitir a energia elétrica de forma confiável e eficiente. O Código 4 demonstra como esses indicadores foram calculados na camada de transformação.

Código 4 funcao_indicadores ocorrencias()

```

1 tOcorrencias:
2 Load
3     Chave,
4     GRUPO,
5     Conjunto_Ocorrencia,
6     Cod_Conjunto_Ocorrencia,
7     count( DISTINCT num_ordem_is_5) AS Qtd_Ocorrencias,
8     NUm(sum(CONT_DEC), '#.###,00' , ',', '.') AS DEC_Enel_Deg,
9     NUm(sum(DEC_CJ), '#.###,00' , ',', '.') AS DEC_Conjunto_Deg,
10    NUm(sum(CONT_FEC), '#.###,00' , ',', '.') AS FEC_Enel_Deg,
11    NUm(sum(FEC_CJ), '#.###,00' , ',', '.') AS FEC_Conjunto_Deg,
12    1 AS Flag_Deg
13 Resident Temp_ocorrencias
14 where Tipo = 'NAO PROGRAMADA'
15 And GRUPO = 'DEGRADAÇÃO'
16 Group By
17     Chave,
18     GRUPO,
19     Conjunto_Ocorrencia,
20     Cod_Conjunto_Ocorrencia
21 ;
22
23 join (tOcorrencias)
24 Load
25     Chave,
26     GRUPO,
27     Conjunto_Ocorrencia,
28     Cod_Conjunto_Ocorrencia,
29     count( DISTINCT num_ordem_is_5) AS Qtd_Ocorrencias,
30     NUm(sum(CONT_DEC), '#.###,00' , ',', '.') AS DEC_Enel_Veg,
31     NUm(sum(DEC_CJ), '#.###,00' , ',', '.') AS DEC_Conjunto_Veg,
32     NUm(sum(CONT_FEC), '#.###,00' , ',', '.') AS FEC_Enel_Veg,
33     NUm(sum(FEC_CJ), '#.###,00' , ',', '.') AS FEC_Conjunto_Veg,
34     1 AS Flag_Veg
35
36 Resident Temp_ocorrencias
37 where Tipo = 'NAO PROGRAMADA'
38 And GRUPO = 'VEGETAÇÃO'
39 Group By
40     Chave,
41     GRUPO,
42     Conjunto_Ocorrencia,
43     Cod_Conjunto_Ocorrencia
44 ;

```

Em seguida foi calculada a média de ocorrências por conjunto e o impacto de reincidência, conforme o Código 5. As transformações foram persistidas em arquivo QVD no espaço DW-TCC com o nome de *Fato ocorrencias*.

Código 5 funcao_reincidencia()

```
1 Left Join(tOcorrencias)
2 Load
3   Conjunto_Ocorrencia,
4   Cod_Conjunto_Ocorrencia,
5   Num(Sum(Qtd_Ocorrencias) / Count(distinct Chave), '#.###,00' , ',' , '.')
6
7   AS [Media_Ocorrencia/Conj]
8
9 Resident tOcorrencias
10 group by
11 Conjunto_Ocorrencia,Cod_Conjunto_Ocorrencia
12 ;
13
14 Ocorrencias:
15 NoConcatenate
16 Load
17   *,
18   If(Qtd_Ocorrencias > [Media_Ocorrencia/Conj], 1, 2)
19
20   AS [Impacto Reincidência]
21 Resident tOcorrencias;
22
23 Drop Table Temp_ocorrencias,tOcorrencias;
24
25
26 Store Ocorrencias into [lib://DW-TCC:DataFiles/Fato_Ocorrencias.qvd] (qvd);
27 Drop Table Ocorrencias;
```

Por fim, foram implementados os cálculos de indicadores de anomalias usando o Código 6. Os indicadores foram divididos em dois grandes grupos: Executada e Não Executada. Esses dois grupos são segmentados em: Degradação P1, Degradação P2 e Degradação A; Vegetação P1, Vegetação P2 e Vegetação A. Os indicadores foram persistidos em arquivo QVD no espaço DW-TCC sob o nome de *Fato Anomalias*.

Código 6 funcao_anomalias()

```

1 Executada:
2 Load
3     Chave,
4     'Executada' AS [Executado],
5     If(Criticidade = 'P1', Num(Count(Distinct Anomalia), '#.###,00' , ',' , '.')) AS [
6         Degradação P1],
7     If(Criticidade = 'P2', Num(Count(Distinct Anomalia), '#.###,00' , ',' , '.')) AS [
8         Degradação P2],
9     If(Criticidade = 'A' , Num(Count(Distinct Anomalia), '#.###,00' , ',' , '.')) AS [
10        Degradação A]
11 Resident Temp_Anomalias
12 where Match(Status, 'Executado' , 'Já Executada')
13 And Match(Tipo, 'DEGRADAÇÃO')
14 Group by
15     Chave,
16     Status,
17     Criticidade;
18 Join(Executada)
19 Load
20     Chave,
21     'Executada' AS [Executado],
22     If(Criticidade = 'P1', Num(Count(Distinct Anomalia) , '#.###,00' , ',' , '.')) AS [Vegeta
23        ção P1],
24     If(Criticidade = 'P2', Num(Count(Distinct Anomalia) , '#.###,00' , ',' , '.')) AS [Vegeta
25        ção P2],
26     If(Criticidade = 'A' , Num(Count(Distinct Anomalia) , '#.###,00' , ',' , '.')) AS [Vegeta
27        ção A]
28 Resident Temp_Anomalias
29 where Match(Status, 'Executado' , 'Já Executada')
30 And Match(Tipo, 'VEGETAÇÃO')
31 Group by
32     Chave,
33     Status,
34     Criticidade;

```

Após realizada a construção dos indicadores definidos e a integração das bases de dados, foi desenvolvida a última parte das regras para obtenção da matriz de priorização de ações por equipamento.

A construção da matriz se deu com a concatenação dos índices “Impacto de Equipamento” e “Impacto de Reincidência”, resultando nos quadrantes 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, conforme Figura 11, que classificam a urgência da seguinte forma:

- 1.1 - Maior impacto: prioridade na manutenção;
- 1.2 - Muitas unidades consumidoras, mas poucas ocorrências;
- 2.1 - Muitas ocorrências, mas poucas unidades consumidoras;
- 2.2 - Os menos críticos;

O quadrante de cada equipamento é determinado usando a Equação 3-1:

$$\text{Grau Equipamento} = \sqrt{\left(\frac{\text{OE}_{\text{equipamento}}}{\text{OE}_{\text{média}}}\right)^2 + \left(\frac{\text{UC}_{\text{equipamento}}}{\text{UC}_{\text{média}}}\right)^2} \times \text{Fator de Escala} \quad (3-1)$$

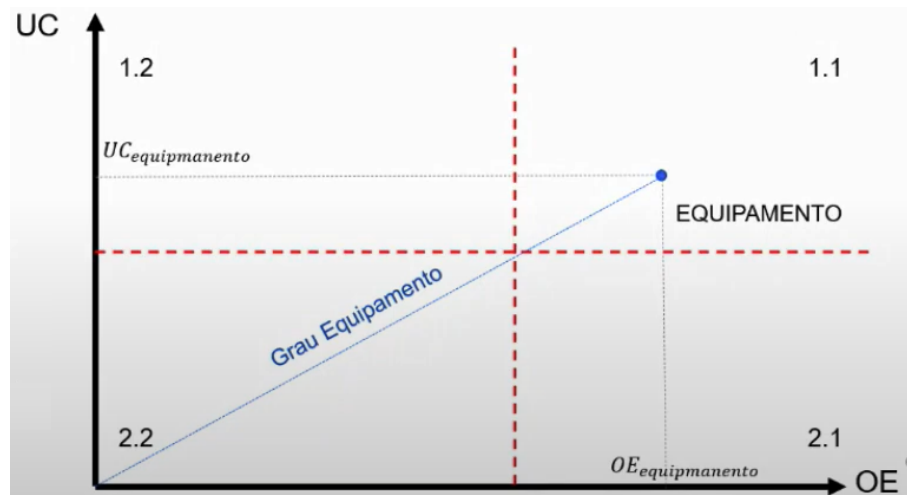


Figura 11: Matriz de priorização de ações por equipamento.

Fonte: Adaptada de (Enel Goiás, 2022).

onde:

- $UC_{equipamento}$: quantidade de clientes atendidos pelo equipamento;
- $OE_{equipamento}$: quantidade de ocorrências emergenciais específicas do equipamento no período de análise;
- $OE_{média}$: quantidade média de ocorrências por equipamento da área em análise;
- $UC_{média}$: quantidade média de UCs por equipamento da área em análise;
- Fator de escala: multiplicador utilizado apenas para tornar o valor do grau “palpável”, sendo dispensável.

O enquadramento descrito é implementado pelo Código 7.

Código 7 funcao_quadrante()

```
1 Fato_Ocorrências:
2 Load
3   *
4   where Match(Quadrante,'Outros')=0
5   ;
6 Load
7   %Key_Ocorrencia,
8   "Num Consumidores (UC)",
9   "Qtd UC na Chave",
10  "km Protegido",
11  "Qtd de UC/Conjunto",
12  "Média de UC/Conjunto",
13  "% Impacto/Conjuntos",
14  "Impacto Equipamento",
15
16  if(not IsNull("Impacto Equipamento")
17  and not IsNull([Impacto Reincidência]),"Impacto Equipamento"&'.'&[Impacto Reincidência],'
18      Outros') AS Quadrante,
19
20  GRUPO,
21  Qtd_Ocorrencias,
22  DEC_Enel_Deg,
23  DEC_Conjunto_Deg,
24  FEC_Enel_Deg,
25  FEC_Conjunto_Deg,
26  Flag_Deg,
27  DEC_Enel_Veg,
28  DEC_Conjunto_Veg,
29  FEC_Enel_Veg,
30  FEC_Conjunto_Veg,
31  Flag_Veg,
32  "Media_Ocorrencia/Conj",
33  [Impacto Reincidência]
34 Resident Dim_Chave;
```

Visualização de Dados

A criação dos objetos de visualização é uma das últimas etapas do desenvolvimento de uma aplicação de BI. Com a modelagem realizada e a carga de dados implementada, cria-se a apresentação dos indicadores e métricas alinhadas com as necessidades usuário. Esta etapa é de fundamental importância para se obter *insights* valiosos a partir do conjunto de informações.

Nesta camada, a aplicação foi construída em dois componentes: um *dashboard self-service* e uma tabela *ad-hoc* detalhada com todas as métricas e dimensões.

4.1 Dashboard

Os *dashboards* são uma ferramenta popular para visualização de dados em BI. Eles são objetos que exibem informações relevantes de forma clara e concisa, permitindo que usuários obtenham *insights* importantes rapidamente e tomem decisões mais acertadas. Para criar *dashboards* eficazes, é importante definir os *Key Performance Indicators* (KPIs) (indicadores de desempenho) relevantes, selecionar as visualizações apropriadas e garantir um design intuitivo e atualizações regulares.

Nesta camada de apresentação foram criados quatro importantes objetos de visualização, conforme mostrado na Figura 12. Na parte superior do *dashboard* foram criados dois objetos exatamente iguais, com cinco dimensões e dez métricas alinhadas com as expectativas dos usuários. Com esses dois objetos os usuários poderão criar e personalizar suas próprias visualizações com base nas suas necessidades específicas.

Esse tipo de objeto *self-service* permite que usuários comuns criem suas próprias visualizações sem necessidade de criação de novos objetos. Os dois permitem que os usuários façam comparações trazendo visões diferentes em cada objeto.

Na parte inferior do *dashboard*, foram colocados dois objetos: uma matriz de priorização e um gráfico de setor. A matriz de priorização é um conceito já usado pela organização pois a permite alocar recursos de forma mais eficiente e eficaz, garantindo que os mesmos estejam alinhados com seus objetivos estratégicos de longo, médio e curto prazo. Essa matriz traz uma visão rápida e abrangente de quais equipamentos

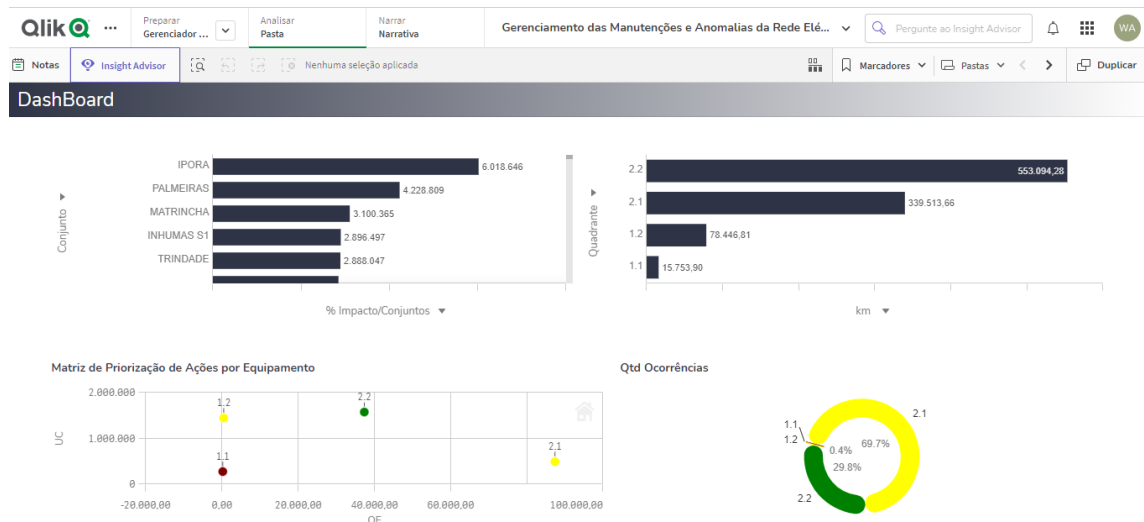


Figura 12: Dashboard implementado.

Fonte: Elaborada pelo autor.

precisam de maior atenção dos analistas e para onde serão direcionados a maior parte dos recursos. Conforme já explicado anteriormente o Quadrante 1.1 tem prioridade na manutenção, pois impacta tanto com relação à quantidade de Ocorrências quanto ao número de consumidores afetados.

O gráfico de setor complementa a visão da matriz de priorização mostrando claramente quais são os quadrantes que possuem mais ocorrências e o quanto representam diante do total.

4.2 Detalhamento *Ad-Hoc*

Uma tabela *ad-hoc* é uma tabela criada sob demanda de acordo com as necessidades específicas de uma determinada análise ou consulta. A partir da massa de dados tratada, com a unificação de diversas fontes de dados, a tabela fornece uma visão unificada para fins de análise detalhada ou tomada de decisão.

Esses tipos de tabela são particularmente úteis quando os usuários precisam explorar e analisar dados. Isso ajuda a acelerar a análise e exploração dos dados com a seleção de dimensões e métricas que o usuário quer selecionar.

Conforme mostrado na Figura 13, a tabela *ad-hoc* é composta de dois filtros, um de dimensões e outro de métricas que estarão à livre escolha do analista na exploração dos dados, gerando informações e *insights* úteis ao negócio.

Os objetos de visualização são duas tabelas em um objeto de contêiner: uma tabela simples e uma tabela dinâmica. O usuário poderá utilizar qualquer uma das duas para montar a visualização que melhor se adequar à sua exploração.

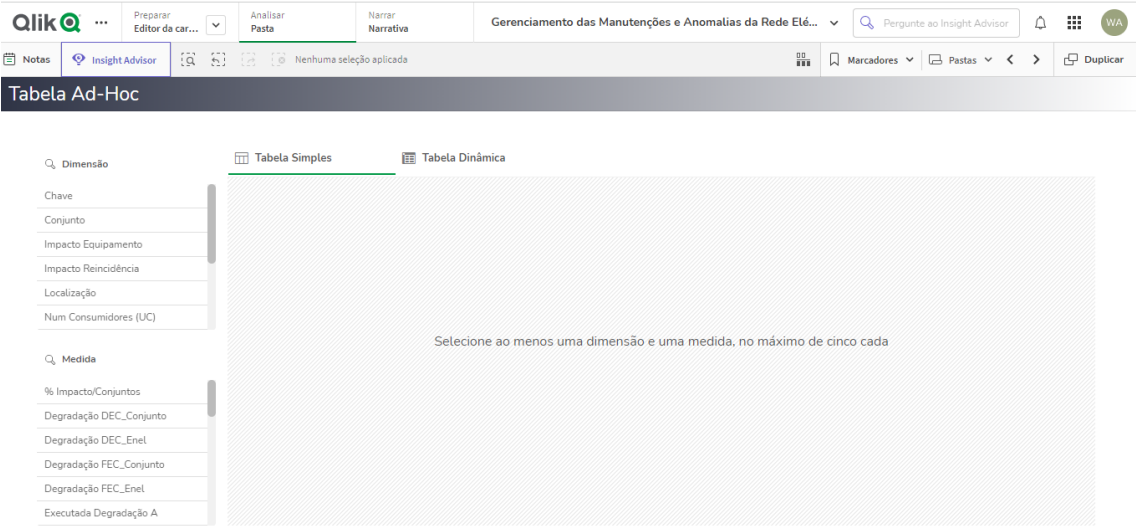


Figura 13: Tabela Ad-Hoc.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3 Dicionário de dados

Por fim, na aplicação de BI construída foi desenvolvida uma planilha com um dicionário de dados, de forma que qualquer usuário que não entenda do negócio possa se familiarizar com os dados disponibilizados e inclusive conhecer os cálculos realizados em cada métrica.

O dicionário, apresentado na Figura 14, é composto de duas tabelas simples em um contêiner, onde os usuários podem escolher ver as métricas ou as dimensões que fazem parte da aplicação.



Figura 14: Dicionário de dados

Fonte: Elaborada pelo Autor

Avaliação da Aplicação

Como forma de avaliar a aplicação foi realizado um experimento junto com usuários. Inicialmente, é descrita a metodologia adotada na avaliação e, em seguida, os resultados obtidos.

5.1 Metodologia da Validação

A validação foi conduzida com 10 (dez) usuários que nunca haviam realizado as tarefas solicitadas na avaliação. Em virtude desta inexperiência com o cenário tratado, inicialmente foi apresentado a eles um texto que descrevia as atividades de manutenção em redes de distribuição energética e os benefícios esperados como forma de motivar a tarefa.

Em seguida, os usuários tiveram acesso à aplicação desenvolvida e a dois vídeos explicativos sobre como utilizá-la. Os vídeos estão disponíveis em <https://youtu.be/V8cfmg5me7k> e <https://youtu.be/WHqdFzTg02>.

Como próxima etapa, os usuários foram instruídos a assumir o papel de analista da companhia energética do Estado de Goiás, sendo responsáveis por garantir que os recursos de manutenção fossem empregados da melhor forma. Neste caso, foi assumido um orçamento fictício de R\$10.000.000,00 (dez milhões de reais) por ano para a implementação do plano de manutenção preventiva e corretiva. Os usuários também foram instruídos que os recursos deveriam ser utilizados para análises preditivas da qualidade de energia em toda a extensão dos alimentadores, garantindo uma distribuição equalizada dos recursos para abranger todos os conjuntos e alimentadores de forma proporcional.

Após a etapa de treinamento, os usuários foram solicitados a realizar um conjunto de ações na aplicação, conforme texto apresentado no Apêndice A. As ações foram elaboradas visando demonstrar a facilidade do uso da aplicação por usuários de negócio, eliminando o trabalho manual e passivo de falhas na realização da construção das regras destinadas à análise e distribuição dos recursos destinados à manutenção das redes de distribuição de energia elétrica.

Como última etapa os usuários responderam um conjunto de perguntas referentes à experiência quanto à aplicação, navegação, funcionalidades e outros. Todo o experimento foi realizado pelo Google Forms, através do endereço <https://forms.gle/cR6uKNRg73fwJYJA9>.

5.2 Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados da validação. Todas as perguntas tinham como alternativas uma escala de 1 a 10, sendo que 1 significa “Muito Difícil” e 10 significa “Muito Fácil”. As perguntas e suas respectivas respostas são apresentadas nas Figuras 15 a 20.

Como foi acessar a aplicação desenvolvida?

10 respostas

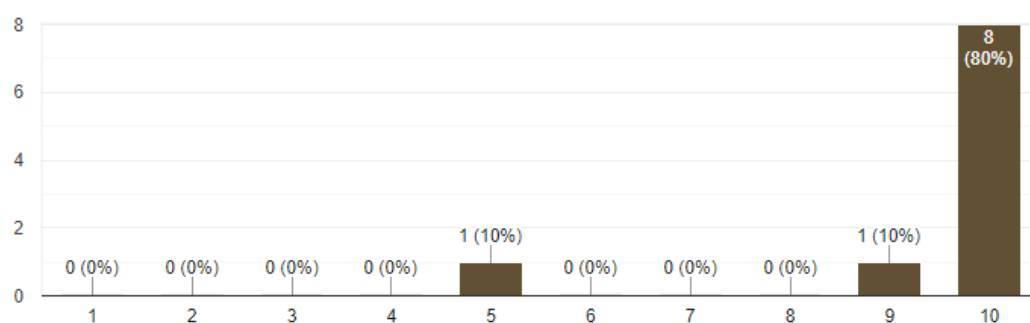


Figura 15: Resultados para a questão 1.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como foi a navegação pelas abas da Aplicação de Business Intelligence?

10 respostas

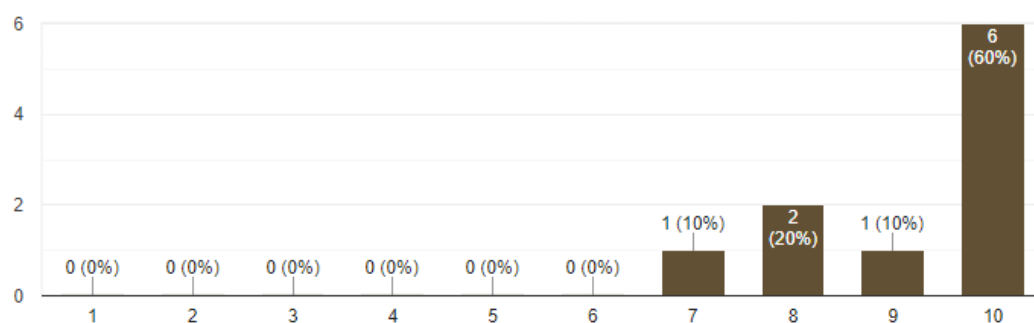


Figura 16: Resultados para a questão 2.

Fonte: Elaborada pelo autor.

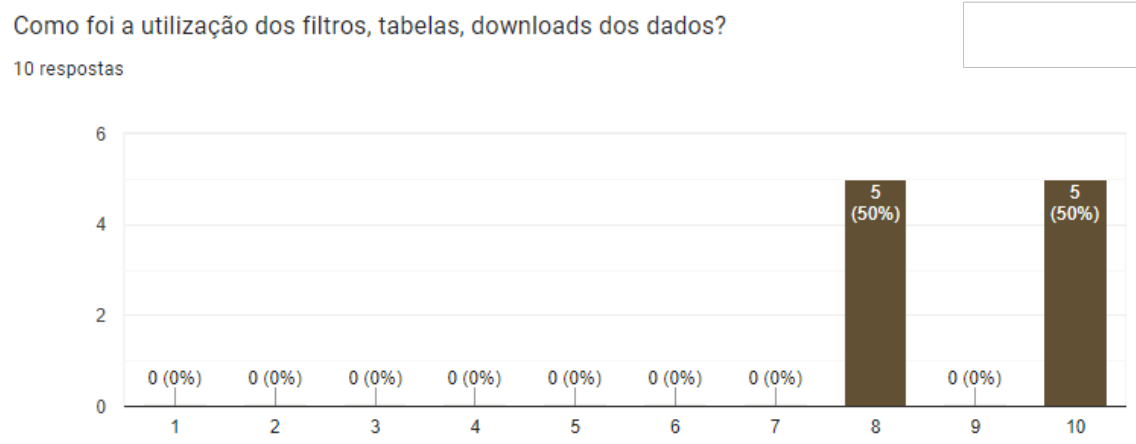


Figura 17: Resultados para a questão 3.

Fonte: Elaborada pelo autor.

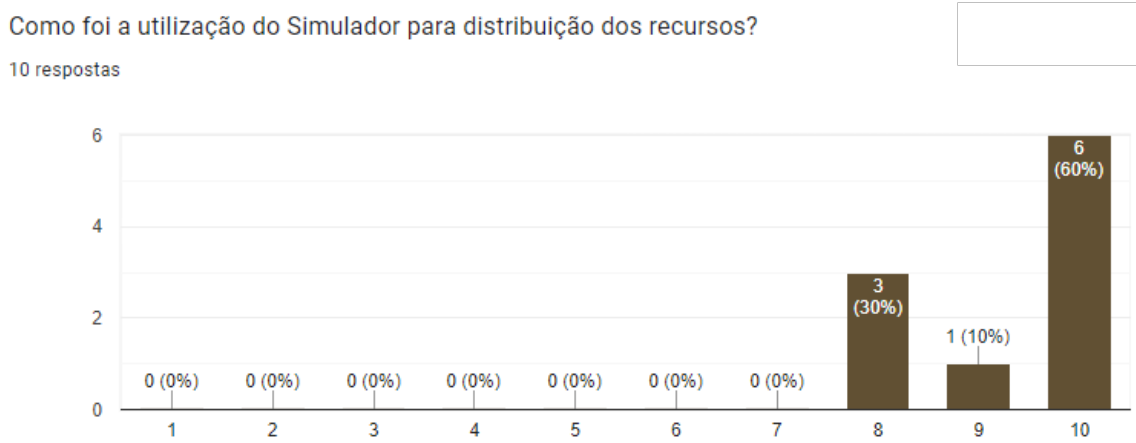


Figura 18: Resultados para a questão 4.

Fonte: Elaborada pelo autor.

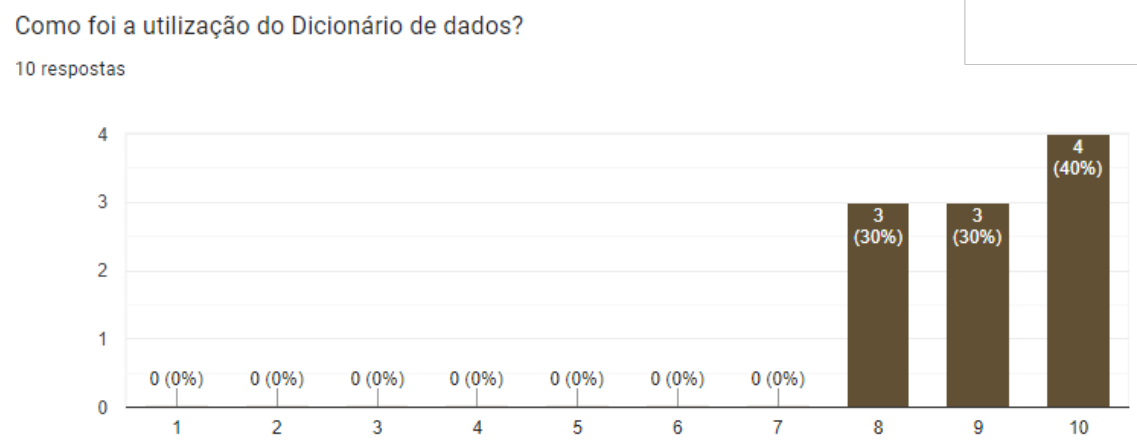


Figura 19: Resultados para a questão 5.

Fonte: Elaborada pelo autor.

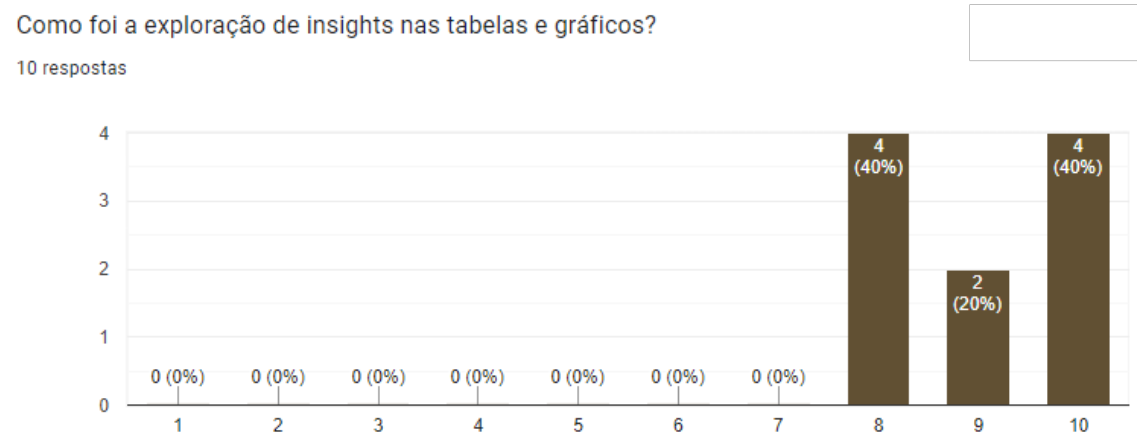


Figura 20: Resultados para a questão 6.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como pode ser visto pelas figuras, a avaliação apresentou resultados majoritariamente positivos, demonstrando a qualidade da aplicação.

Conclusão

Neste trabalho, é apresentada a importância do gerenciamento de dados para as empresas e como a análise de dados pode ser utilizada para tomar decisões mais assertivas e melhorar os negócios. Destaca-se a crescente quantidade de dados gerados pelas empresas e a necessidade de ferramentas e metodologias para gerenciá-los.

Em seguida, são apresentados conceitos relevantes para a compreensão do trabalho realizado, principalmente referentes à metodologia no desenvolvimento da ferramenta de BI. São discutidas as principais ferramentas utilizadas no mercado, as concepções de arquitetura e modelagem de dados, bem como as melhores práticas no desenvolvimento de soluções nessa área. São apresentados também conceitos sobre manutenção e identificação de anomalias por meio de indicadores no setor elétrico e como o gerenciamento desses processos é importante para a disponibilidade do serviço de energia elétrica, com qualidade e confiabilidade, conforme o Módulo 8 disponibilizado pela ANEEL. Por fim, são abordados conceitos e práticas relacionados à BI e gestão de dados.

Aprofundando os conceitos de BI, foi apresentada a metodologia utilizada para a modelagem e arquitetura realizada na camada de ETL de dados. São discutidas as principais etapas do processo de ETL realizadas no trabalho, a construção dos Data Marts baseados em QVDs e, por fim, os requisitos de negócio empregados na construção da nuvem de dados utilizada para criar os gráficos visuais e auxiliar na tomada de decisões.

O trabalho foi baseado em dados fornecidos por meio de arquivos CSVs, porém poderia estar hospedado no ambiente de BI de qualquer companhia energética, utilizando as mesmas regras criadas e podendo estar conectado ao banco de dados da organização, atualizando a aplicação conforme a necessidade da empresa.

Dessa forma, seria possível até mesmo realizar alertas relacionados aos dados críticos para a empresa, enviando mensagens por e-mail, MSN ou outros serviços de mensagens. A ferramenta permitiria também o monitoramento da atualização dos dados e o pleno funcionamento do sistema.

A ferramenta demonstra ser altamente escalável e robusta, permitindo inclusões nas visualizações do impacto que as gerações distribuídas podem ter na rede de distribuição de energia. Por meio dos indicadores já abordados, como DEC, FEC, quantidade

de ocorrências e número de consumidores, é possível analisar se a implantação das GDs (Geração Distribuída) melhora ou piora a qualidade da rede, aumentando ou diminuindo o número de ocorrências.

Além de melhorar os processos ao substituir tarefas manuais por automatizadas, eliminando possíveis falhas humanas, a ferramenta também oferece opções de ampliação da visão dos dados da empresa e de qualquer assunto relevante para tomada de decisão baseada em dados.

Por fim, foi construída uma aplicação poderosa e de fácil utilização, adequada para qualquer usuário de negócio com um mínimo de familiaridade com dados. A aplicação é escalável, permitindo a inclusão de uma grande quantidade de dados e tornando-os disponíveis em nossos Data Marts, possibilitando a criação de novas visualizações sobre diversos temas. Além disso, a aplicação é robusta, pois, ao utilizar a plataforma Qlik, há várias opções para melhorar a utilização das informações, seja por meio de alertas ou pelo compartilhamento de relatórios.

Se a aplicação estiver conectada à base de dados da empresa, é possível ter uma visão em tempo real das ocorrências geradas, proporcionando uma visualização mais eficaz e eficiente, resultando em economia e melhor distribuição dos recursos.

Referências Bibliográficas

ANEEL. **Prodlist Módulo 8**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/prodist>. Acesso em: 29 nov. 2022. 17, 30

BANSAL, H. **Tableau vs Qlik Sense vs Power BI — Choose best BI Tool for Big Data Visualization**. 2023. Disponível em: <https://medium.com/javarevisited/tableau-vs-qlik-sense-vs-power-bi-choose-best-bi-tool-for-big-data-visualization-533976324c47>. Acesso em: 20 Jun. 2023. 28, 29

BYERS, Angela. Big data, big economic impact. **ISJLP**, HeinOnline, v. 10, p. 757, 2014. 17

CAVANILLAS, José María; CURRY, Edward; WAHLSTER, Wolfgang. **New horizons for a data-driven economy: a roadmap for usage and exploitation of big data in Europe**. [S.l.]: Springer Nature, 2016. 16

CETAX. **Big Data: O que é, conceito e definição**. 2022. Disponível em: <https://cetax.com.br/big-data>. Acesso em: 08 jan. 2023. 16

DATA FLAIR. **Top 10 Business Intelligence Tools with Features**. 2023. Disponível em: <https://data-flair.training/blogs/business-intelligence-tools/>. Acesso em: 20 Jun. 2023. 30

ENEL GOIAS. **Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas**. 2023. Disponível em: <https://www.enel.com.br/content/dam/enel-br/one-hub-brasil---2018/nomas-t{é}cnicas-goi{á}s/normas-t{é}cnicas/NTC08.pdf>. Acesso em: 20 Jun. 2023. 31

Enel Goiás. **Plano de manutenção preventiva**. [S.l.: s.n.], 2022. 31, 42

ESFERAENERGIA. **Sistema Interligado Nacional: como funciona e quais são os prós e contras do SIN**. 2022. Disponível em: <https://esferaenergia.com.br/blog/fontes-de-energia/sistema-interligado-nacional/#::~>

text=Atualmente%2C%20segundo%20o%20ONS%2C%20o,mais%20de%2014%20mil%20quil%C3%B4metros. Acesso em: 20 nov. 2022. 17

FORBES. How To Lead Through The Global Talent Shortage. 2018. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/benjaminlaker/2021/10/11/how-to-lead-through-the-global-talent-shortage/?sh=7da0a426518b>. Acesso em: 08 jan. 2023. 17

GARTNER. Gartner Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms. 2022. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/documents/4012759>. Acesso em: 28 nov. 2022. 24

GEIGER, Kyle. inside ODBC. [S.l.]: Microsoft Press, 1995. 34

HORKOFF, Jennifer; LI, Tong; LI, Feng-Lin; SALNITRI, Mattia; CARDOSO, Evelin; GIORGINI, Paolo; MYLOPOULOS, John; PIMENTEL, Joao. Taking goal models downstream: a systematic roadmap. *In: IEEE. 2014 IEEE Eighth International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS).* [S.l.], 2014. p. 1–12. 33

IDC. IDC FutureScape: Top 10 Predictions for the Future of Trust. 2022. Disponível em: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS49850822>. Acesso em: 20 nov. 2022. 16

KAGAN, Nelson; OLIVEIRA, Carlos César Barioni De; ROBBA, Ernesto João. Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica. [S.l.]: Editora Blucher, 2021. 31

KIMBALL, Ralph; ROSS, Margy. The data warehouse toolkit: the complete guide to dimensional modeling. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2011. 22

MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. Tecnologia e projeto de Data Warehouse. [S.l.]: Saraiva Educação SA, 2004. 22, 23

MAYER-SCHÖNBERGER, Viktor; CUKIER, Kenneth. Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think. [S.l.]: Houghton Mifflin Harcourt, 2013. 16

MEHL, Ewaldo LM. Qualidade da energia elétrica. UNIVERSIDADE FEDER-AL DO PARANÁ–UFPR, p. 21, 2012. 18

MICROSOFT. Por que usar o Microsoft Power BI. 2022. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/why-power-bi/>. Acesso em: 29 nov. 2022. 28

____. **Transforme os dados em impacto imediato.** 2022. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/>. Acesso em: 08 Dez. 2022. 27

____. **Understand star schema and the importance for Power BI.** 2022. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/guidance/star-schema>. Acesso em: 08 Dez. 2022. 23

____. **Por que o Power BI e o Microsoft Azure funcionam melhor juntos.** 2023. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/power-bi-and-azure/>. Acesso em: 08 jan. 2023. 26

____. **Seis maneiras com as quais os usuários do Excel economizam tempo com o Power BI.** 2023. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/excel-and-power-bi/>. Acesso em: 08 jan. 2023. 26

MINELLI, Michael; CHAMBERS, Michele; DHIRAJ, Ambiga. **Big data, big analytics: emerging business intelligence and analytic trends for today's businesses.** [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013. 16

QLIK. **Lead with Data - How to Drive Data Literacy in the Enterprise.** 2022. Disponível em: https://www.qlik.com/us/bi/-/media/08F37D711A58406E83BA8418EB1D58C9.ashx?ga-link=datlitreport_resource-library. Acesso em: 17 nov. 2022. 17

____. **Mude de analytics passivo para ativo.** 2022. Disponível em: <https://www.qlik.com/pt-br/products/qlik-sense?ga-link=hp-hero>. Acesso em: 28 nov. 2022. 25

____. **Qlik SaaS.** 2022. Disponível em: <https://jefu6pqvgmn69d1.us.qlikcloud.com/>. Acesso em: 06 Dez. 2022. 34

____. **Qlik Sense® | Analytics moderno em nuvem.** 2022. Disponível em: <https://www.qlik.com/pt-br/products/qlik-sense>. Acesso em: 08 Dez. 2022. 27

____. **Quadrante Mágico™ do Gartner® 2022 para Plataformas de Analytics e Business Intelligence.** 2022. Disponível em: <https://www.qlik.com/pt-br/gartner-magic-quadrant-business-intelligence>. Acesso em: 28 nov. 2022. 26

____. **Espaço de dados.** 2023. Disponível em: https://help.qlik.com/pt-BR/cloud-services/Subsystems/Hub/Content/Sense_Hub/DataIntegration/DataSpaces/data-space.htm. Acesso em: 26 Fev. 2023. 35

_____. **Estabelecendo conexões com fontes de dados.** 2023. Disponível em: https://help.qlik.com/pt-BR/sense/November2022/Subsystems/Hub/Content/Sense_Hub/LoadData/connect-data-sources.htm. Acesso em: 26 Fev. 2023. 34

_____. **Qlik Data Gateway.** 2023. Disponível em: https://help.qlik.com/en-US/cloud-services/Subsystems/Hub/Content/Sense_Hub/Gateways/replication-gateway.htm?_ga=2.199221868.278068054.1677422506-1197674360.1633128916. Acesso em: 26 Fev. 2023. 35

REESE, George. **Database Programming with JDBC and JAVA.** [S.l.]: O'Reilly Media, Inc., 2000. 34

REZENDE, Denis Alcides. **Tecnologia da informação integrada à inteligência empresarial.** [S.l.]: Atlas, 2002. 16

ROCKCONTENT. **Quadrante mágico Gartner: o que é e qual a aplicabilidade?** 2019. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/quadrante-magico-gartner/>. Acesso em: 08 jan. 2023. 25

SALESFORCE. **Análises de autoatendimento governadas e escalonáveis.** 2022. Disponível em: <https://www.tableau.com/pt-br/products/server>. Acesso em: 08 Dez. 2022. 28

_____. **O que é o Tableau?** 2022. Disponível em: <https://www.tableau.com/pt-br/why-tableau/what-is-tableau>. Acesso em: 29 nov. 2022. 28

SCHAEDLER, Andrew; MENDES, Giselly Santos. **Business intelligence.** [S.l.]: Inter-Saberes Editora, 2021. 20, 21

TANURE, José Eduardo Pinheiro Santos; TAHAN, Carlos Márcio Vieira. **Proposta de procedimentos e metodologia para estabelecimento de metas de qualidade (DEC e FEC) para concessionárias de distribuição de energia elétrica através da análise comparativa.** Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2004. 32

TURBAN, Efraim; SHARDA, Ramesh; ARONSON, Jay E; KING, David. **Business intelligence: um enfoque gerencial para a inteligência do negócio.** [S.l.]: Bookman Editora, 2009. 20, 21, 23

WILDE, Erik; PAUTASSO, Cesare. **REST: from research to practice.** [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2011. 34

Apêndice A – Ações solicitadas aos usuários na validação da aplicação

1. Abra a aba Dashboard e pelo gráfico “Matriz de priorização de ações por equipamento” selecione o quadrante com alta prioridade para manutenção.
2. Indique quantas unidades consumidoras correm o risco de terem o fornecimento de energia comprometido.
3. Indique qual conjunto possui maior quilometragem para manutenção de sua rede de distribuição dentro da alta prioridade para manutenção?
4. Na Aba “Distribuição dos recursos para manutenção”, insira o valor de R\$10.000.000,00 (Dez Milhões de reais) e mantenha o quadrante 1.1 (alta prioridade) selecionado. Na tabela de distribuição de recursos faça o download dos dados e envie a planilha mostrando como foi realizada a distribuição e quais Conjuntos serão favorecidos para realização das manutenções.
5. Ainda na mesma Aba, desmarque o quadrante com alta prioridade e marque os outros. Em seguida realize novamente o download da distribuição dos recursos para os conjuntos menos prioritários.
6. De acordo com as etapas anteriores, explique como ficou a distribuição dos recursos entre os conjuntos, qual percentual foi direcionado para cada prioridade.
7. Explique a importância do gráfico de Pareto para distribuição dos recursos destinados à manutenção das redes elétricas.