



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO
PRETO
ESCOLA DE MINAS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA
DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO - CECAU**



HUGO VINICIUS DOS SANTOS

**BUSINESS INTELLIGENCE APLICADO NO DESENVOLVIMENTO DE
INDICADORES DA MANUTENÇÃO**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO**

Ouro Preto, MG

2019

HUGO VINICIUS DOS SANTOS

**BUSINESS INTELLIGENCE APLICADO NO DESENVOLVIMENTO DE
INDICADORES DA MANUTENÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientadora: Prof^ª. Dra Karla Boaventura Pimenta Palmieri

Ouro Preto, MG
Escola de Minas - UFOP
2019

S237b Santos, Hugo Vinicius dos .
Business intelligence aplicado no desenvolvimento de indicadores da manutenção. [manuscrito] / Hugo Vinicius dos Santos. - 2020.
62 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Karla Boaventura Pimenta Palmieri.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas.

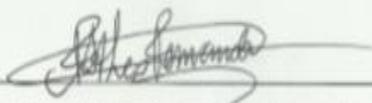
1. Inteligência competitiva (Administração). 3. Software de aplicação- Power BI. 4. Indicador-chave de desempenho (KPI). 5. Manutenção - Planejamento e controle. I. Santos, Hugo Vinicius dos . II. Palmieri, Karla Boaventura Pimenta. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 681.5

Monografia intitulada **BUSINESS INTELLIGENCE APLICADO NO DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DA MANUTENÇÃO** defendida e aprovada, em 4 de Dezembro de 2019, pela comissão avaliadora constituída pelos professores:



Profa. Dra. Karla Boaventura Pimenta Palmieri – Orientadora



BSc Fernando dos Santos Alves Fernandes – Convidado



Prof. Engenheiro Gradimilo Cândido de Jesus – Convidado

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por me conceder saúde e força para completar esse ciclo. Aos meus pais, pelo amor e apoio incondicional durante essa longa jornada, amo vocês. Aos meus irmãos por acreditarem sempre me instigar a ser melhor cada dia. À minha namorada, Chirley, por me encorajar e ajudar a manter o foco em meus objetivos. Aos amigos, pelo companheirismo e os bons momentos compartilhados durante a graduação. À professora Karla por me orientar neste trabalho, por me ensinar e incentivar durante a graduação, muito obrigado. À equipe Rodetas, pelos desafios compartilhados e vencidos. E por fim, agradeço a Universidade Federal de Ouro Preto e a todo o corpo docente pelo ensino de qualidade.

“Os dados são o novo petróleo do século XXI”

Desconhecido

Resumo

Em face as mudanças vivenciadas pelas organizações que buscam atender ao mercado cada vez mais ágil, dinâmico e global, fomentado pela Quarta Revolução Industrial que, junto tecnologias inovadoras, traz a necessidade de repensar a forma como os processos de diferentes áreas são geridos e integrados. Agilidade, adaptabilidade, performance e segurança são conceitos almejados por organizações que buscam sobreviverem a esta revolução. A resposta buscada para tentar as demandas do mercado atual pode estar nas decisões tomadas e na informação implícita sob a forma de dados não extraídos, integrados e analisados. Diante disso, o *Business Intelligence* (BI), e suas inúmeras ferramentas e metodologias, surge como uma forma otimizar e facilitar o processo decisório, desde a extração dos dados até a divulgação da informação, provendo o auxílio necessário para os tomadores de decisão adotarem soluções com qualidade, eficientes e efetivas, que permeiam toda a organização, eliminando atividades e metodologias improdutivas. Assim, propõe-se o estudo e aplicação de uma ferramenta de BI, o Microsoft Power BI, para otimizar e automatizar o processo de obtenção dos *Key Performance Indicators* (KPIs) do setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) de equipamentos de mina de uma empresa de mineração de grande porte. São abordados os conceitos relevantes associados ao *Business Intelligence*, Microsoft Power BI e sobre os KPIs da manutenção, que são importantes às decisões tomadas dentro do PCM. Em seguida, a metodologia apresenta os métodos aplicados ao desenvolvimento do relatório contendo informações sobre os KPIs. E ao final, é feita uma análise sobre o resultado auferido por meio da aplicação dos conceitos de BI e da ferramenta Power BI, que propiciou a um método inovador de auxiliar à obtenção da informação útil ao processo decisório e, também, a eliminar atividades de baixo valor agregado.

Palavras Chave: Business Intelligence, planejamento e controle da manutenção, manutenção, indicadores chave de performance, Power BI.

ABSTRACT

In the face of changes experienced by organizations seeking to serve the increasingly agile, dynamic and global market, fostered by the Fourth Industrial Revolution, which, together with innovative technologies, brings the need to rethink the way processes in different areas are managed and integrated. Agility, adaptability, performance and security are concepts sought by organizations that seek to survive it. The answer sought to meet the demands of today's market may lie in the decisions made and the implicit information in the form of an extracted data, integrated and properly analyzed in a timely manner. Given this, Business Intelligence (BI), and its numerous tools and methodologies, emerges as a way to optimize and facilitate decision making, from data extraction to information dissemination, providing the necessary help for decision makers to adopt solutions. quality, efficient and effective, that permeate the entire organization, eliminating unproductive activities and methodologies. Thus, it is proposed to study and apply a BI tool, Microsoft Power BI, to optimize and automate the process of obtaining Key Performance Indicators (KPIs) from the Maintenance Planning and Control (PCM) sector of mine equipment. from a large mining company. Relevant concepts associated with Business Intelligence, Microsoft Power BI, and maintenance KPIs that are essential decisions made within PCM are covered. Then, the methodology presents the methods applied to the development of the report containing information about the KPIs. Finally, an analysis is made of the results obtained through the application of BI concepts and the Power BI tool, which provided an innovative method of helping to obtain useful information in the decision making process and also eliminating activities of low added value.

Keywords: Business Intelligence, maintenance planning and control, maintenance, key performance indicators, Power BI.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Framework básica de um sistema de <i>Business Intelligence</i> .	8
Figura 2.2: Quadrante Mágico de Gartner	13
Figura 2.3: Usuários de BI	16
Figura 2.4: Fluxo do processo de aplicação Power BI.	17
Figura 2.5: Interface do Power Query	18
Figura 2.6: Interface do Power Pivot	19
Figura 2.7: Interface do Power View.	20
Figura 2.8: Composição do Power.	22
Figura 2.9: Sintaxe da linguagem DAX	23
Figura 2.10: Tipos de conexão de Dados.	24
Figura 2.11: Power BI Service - atualização do Conjunto de dados.	27
Figura 2.12: Como funciona o <i>gateway</i>	28
Figura 2.13: Acesso ao download do gateway	28
Figura 2.14: Inserido e-mail para acesso à ferramenta	29
Figura 2.15: Configuração do <i>gateway</i>	29
Figura 2.16: Acesso ao gerenciamento de Gateways.	30
Figura 2.17: Adicionando uma fonte de dados	30
Figura 2.18: Configuração da fonte de dados	31
Figura 2.19: Êxito na conexão.	31
Figura 3.1: Extração de dados do SQL Server.	38
Figura 3.2: Janela para preenchimento de informações SQL Server.	38
Figura 3.3 : Janela para preenchimento da URL do arquivo salvo no Sharepoint.	39
Figura 3.4: Adequação da tabela MonitoramentoDB.	40
Figura 3.5: Passo a passo da linguagem M.	41
Figura 3.6: Modelo de dados.	42
Figura 3.7: Relacionamento entre as tabelas	43
Figura 3.8: Medida DF.	44
Figura 3.9: Medida MTTR.	44
Figura 3.10: Medida MTBF.	45
Figura 3.11: Primeira página do Report Performance.	46

Figura 3.12: Segunda página do Report Performance.	47
Figura 3.13: Terceira página Report Performance.	48
Figura 3.14: Página Paradas.....	49
Figura 3.15: Quarta página Report Performance.	50
Figura 3.16: Escolha do ambiente de publicação.....	51
Figura 3.17: Acessando a página de configurações.....	52
Figura 3.18: Configurando a atualização agendada.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Comparativo entre as características do BI.....	7
Quadro 4.1: Resultados verificados após a implantação do Power BI.....	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BI	Bussiness Intelligence
CSV	Comma Separated Values
DF	Disponibilidade Física
DMS	Data Mats
DW	Data Warehouse
ERP	Enterprise Resource Planning
ETL	Extract, Transform and Load
HTML	Hypertext Markup Language
IOT	Internet of Things
JSON	JavaScript Object Notation
KPIs	Key Performance Indicators
MTBF	Mean Time Between Faluire
MTTR	Mean Time To Repair
OLAP	On-Line Analytical Processing
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PDF	Portable Document Format
PEE	Planejamento Estratégico da Empresarial
SIE	Sistemas de Informações Executivas
SIG	Sistemas de Informações Gerenciais
SQL	Structured Query Language
SSAS	SQL Server Analysis Services
SSBI	Self-Service BI
TI	Tecnologia da Informação
WEF	World Economic Forum
XLSX	Excel Microsoft Office Open XML Format Spreadsheet file
XML	Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos.....	3
1.1.1	Objetivo Geral.....	3
1.2.2	Objetivos específicos.....	3
1.2	Justificativa e Relevância	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1	<i>Business Intelligence</i>	5
2.1.1	Breve Histórico	5
2.1.2	Framework.....	7
2.1.3	Requisitos.....	10
2.1.4	Ferramentas líderes de mercado.....	11
2.1.5	Vantagens do BI	14
2.1.6	Self Service BI.....	15
2.2	Power BI.....	16
2.2.1	A ferramenta.....	17
2.2.2	Composição do Power BI	21
2.2.3	Linguagens	22
2.2.4	Tipos de conexão de dados	24
2.2.5	Tipos de Licenciamento.....	25
2.2.6	Atualização	26
2.2.7	Instalação e configuração inicial do <i>gateway</i>	28
2.2.8	Configurando uma fonte de dados no <i>gateway</i>	30
2.3	Indicadores chave de desempenho da manutenção	32
2.3.1	Confiabilidade.....	33
2.3.2	Falhas.....	33
2.3.3	Disponibilidade Física (DF)	34
2.3.4	<i>Mean Time Between Failures</i> (MTBF).....	35
2.3.5	<i>Mean Time To Repair</i> (MTTR).....	36
3	METODOLOGIA	37
3.1	Extrair, transformar e carregar dados	37

3.1.1	Extraindo os dados.....	37
3.1.2	Transformação e Carga de dados	40
3.2	Modelagem de dados	41
3.3	Construindo os Key Performance Indicators	43
3.3.1	Medida DF	44
3.3.2	Medida MTTR.....	44
3.3.3	Medida MTBF	45
3.4	Report Performance	45
3.4.1	Resumo D-1 DF & MTBF	45
3.4.2	DF Operacional	46
3.4.3	Report Analítico	47
3.4.4	DF Gerência	49
3.5	Publicação no Power BI Service	50
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	53
5	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as organizações, sejam elas de que ramo for, vivenciam um cenário de transformação cultural e tecnológica, a quarta revolução Industrial, que vem modificando profundamente o ambiente de negócios. As três primeiras revoluções industriais trouxeram a mecanização, manufatura em massa e produção automatizada, assim, elevando o nível de competição tecnológica. A Quarta Revolução Industrial compreende mudanças em escala mundial pois vai para além da simples digitalização, passando por uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias, que forçará as empresas a repensar a forma como gerenciam os seus negócios e processos (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018).

O relatório do *World Economic Forum* (WEF), publicado em 2015, intitulado “*Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*”, traz os denominados *21 tipping points* ou pontos de inflexão, que representam o momento em que uma determinada tecnologia está prestes a alcançar um novo patamar de disseminação, capaz de modificar profundamente o modo o qual a sociedade interage com o ambiente ao redor. Desse relatório é válido destacar três pontos que impactam diretamente sobre o ambiente empresarial:

- a) Computadores e armazenamento: A rápida redução de custo e tamanho, o aumento da capacidade de processamento, aliados ao armazenamento ilimitado na nuvem;
- b) *Internet of Things* (IOT): Sensores cada vez menores, robustos e baratos estão a ser introduzidos em diversos setores da indústria, a fim de obter mais dados sobre as operações;
- c) Inteligência Artificial e *Big Data*: Crescimento exponencial da digitalização, da informação acerca de tudo e de todos, associados a *softwares* com algoritmos cada vez mais sofisticados e capazes de aprender e evoluir sozinhos, começam a ocupar lugares até agora reservados ao homem, inclusive lugares de decisão (WORD ECONOMIC FORUM, 2015).

Nesse âmbito, o uso de tecnologias dentro do ambiente empresarial acarreta a elevação no número de dados gerados, haja vista que os processos são cada vez mais monitorados e controlados. Segundo Grego (2014), estima-se que a cada 2 anos o volume de dados no mundo dobre, ainda que apenas 22% desses

dados contenham alguma informação relevante, apenas 5% são analisados e reaproveitados de alguma forma, ou seja, há inúmeras possibilidades para o desenvolvimento de análises de *Big Data*, ou seja, análises do crescente volume de dados (estruturados e não estruturados).

As ferramentas de *Business Intelligence* (BI) surgem com propósito de extrair, agregar e transformar os dados em informações oportunas e conhecimentos personalizados, otimizando ciclo de tomada de decisões e com vantagem de tomar decisões com qualidade e agir com produtividade e competitividade, ante ao mercado globalizante, competitivo e dinâmico (REZENDE, 2002, p. 24-26).

Dentre os *softwares* de BI líderes de mercado o Microsoft Power BI vem se destacando frente a seus correntes Tableau e Qlik, pois trata-se de um *software* capaz de tratar bilhões de dados e deixá-los pronto para uso em relatórios e *dashboards* automatizados. Porém, o porquê do crescimento do uso do Power BI é dado o fato dele estar estruturado sobre o conceito de Self-Service BI (SSBI) que possibilita mais autonomia do departamento de Tecnologia da Informação (TI), ou seja, permite que usuários sem especialização técnica consigam elaborar seus próprios relatórios e *dashboards* de maneira rápida e assertiva (LAGO, 2019).

O presente de trabalho está inserido no ambiente da mineração, mais especificamente, nos processos decisórios do setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) de equipamentos de mina. Trata-se da aplicação da ferramenta Power BI para gerar de forma automatizada e otimizada um único relatório contendo os *Key Performance Indicators* (KPIs) ou Indicadores Chave de Performance da manutenção. O relatório citado é essencial para que os *stakeholders* ou público de interesse disponham de informações ágeis, embasadas em fatos e com elevado nível de acuracidade, a fim de suportar o processo decisório e torna-lo mais eficiente e eficaz.

No decurso do trabalho serão apresentados conceitos relevantes acerca dos indicadores do PCM, *Business Intelligence* e Power BI, para então, embasar o processo de desenvolvimento do relatório automatizado, por meio do Microsoft Power BI, com informações relevantes e de qualidade, que garantam a produtividade, efetividade, competitividade e perenidade dos processos e, conseqüentemente, da organização.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Automatizar e otimizar o processo de desenvolvimento e divulgação dos relatórios de *Key Performance Indicators* (KPIs) do setor de Planejamento e Controle da Manutenção de equipamentos de mina de uma empresa mineradora de grande porte.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar e estudar os principais KPIs da manutenção;
- b) Identificar e eliminar atividades de rotina com baixo valor agregado associadas ao desenvolvimento dos KPIs;
- c) Estudar o conceito de *Business Intelligence* (BI);
- d) Estudar e entender o *software* Microsoft Power BI;
- e) Selecionar as fontes de dados;
- f) Extrair, transformar e carregar os dados no Microsoft Power BI;
- g) Gerar um único relatório contendo informações sobre os KPIs pertinentes ao PCM.

1.2 Justificativa e Relevância

Indubitavelmente, em face aos avanços tecnológicos que têm influenciado organizações a buscarem excelência em seus processos e ao contexto econômico atual, favorável a investimentos, o uso do BI e suas tecnologias é de extrema importância para gerenciar o presente e o futuro das organizações, visto que estas são orientadas por decisões e informações. Diante disso, surge cada vez mais a necessidade de tornar o processo decisório mais automatizado e eficiente, eliminando atividades de rotina com baixo valor agregado, como por exemplo, acessar e consultar dezenas de arquivos a fim de gerar um simples relatório.

A busca cada vez maior por tecnologias para apoiar o processo decisório dentro do ambiente organizacional acaba por despertar o interesse acadêmico. Assim, os estudos realizados neste trabalho têm por justificativa o interesse em contribuir com a pesquisa e a disseminação da metodologia de BI, a relevância dos dados e informações no cenário atual para a tomada de decisões, haja vista a contribuição para o desenvolvimento de organizações mais produtivas, competitivas e perenes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo tem-se como objetivo fazer uma revisão dos principais conceitos, definições e temas abordados neste trabalho.

2.1 *Business Intelligence*

Os sistemas de *Business Intelligence* (BI) podem ser entendidos como uma combinação de ferramentas analíticas, banco de dados, metodologias e aplicações, que permitem a extração e transformação de dados ativos em informações adequadas, com análises objetivas e de fácil compreensão, tornando mais eficiente e eficaz o processo de tomada de decisão dentro das organizações (SHARDA et al., 2014, p.14-18).

O objetivo do BI é trazer à luz a informação implícita para que seja compreendida e transformada em conhecimento útil, contribuindo na definição de ações estratégicas, táticas e/ou operacionais, garantindo a competitividade e, conseqüentemente, maior produtividade e qualidade de seus produtos/serviços/processos, assegurando a perenidade da organização (MACHADO, 2019; REZENDE, 2002; COSTA, SANTOS, 2012).

2.1.1 Breve Histórico

O termo BI foi criado pelo Gartner Incorporated – empresa de consultoria sediada em Connecticut, Estados Unidos da América – em meados da década de 90, e é definido como um termo que abrange sistemas, infraestrutura, ferramentas tecnológicas e métodos que permitem o acesso e a análise de dados para gerar informações que apoiem e otimizem a tomada de decisão (GARTNER, 2019a).

Porém, o conceito já era aplicado em organizações através de diferentes sistemas advir da época que se toma como referência. Conforme demonstrado por Chaves e Falsarella (1995), os sistemas de BI têm início com os Sistemas de Informações Gerenciais (SIG), década de 70, baseado *softwares* que geravam relatórios simples, estáticos e sem recursos de análise. Em meados da década de 80, o aprimoramento das tecnologias e sistemas de informações culminaram na origem

do Sistemas de Informações Executivas (SIE), desse modo, permitiram a criação de relatórios mais dinâmicos, precisos e com análises mais aprofundadas, com tendências e até previsões. Posteriormente esses recursos foram somados a novos, garantindo análises ainda mais eficientes, culminado na origem do BI. De acordo com Sharda et. al. (2014, p.15) a partir de 2005 os sistemas de BI começaram incluir inteligência artificial em seu escopo de recursos.

Dentro do ambiente empresarial os sistemas de BI vêm se destacando pois está ligado ao gerenciamento da organização, fornecendo o suporte necessário aos tomadores de decisão para gerenciar, monitorar e controlar a performance de processos dentro das métricas desejadas; produzindo informações e conhecimentos acerca do estado atual e o estado almejado. Como bem lembrado por Saito e Horita (2015), o mercado vem impondo às organizações a responderem de forma mais ágil e assertiva as constantes mudanças culturais e tecnológicas, ou seja, está atuando como um combustível para o processo de inovação e mudança da forma como são geridas, seja qual for nível empresarial, estratégico, tático ou operacional.

Embora os sistemas de BI de sejam comumente associados ao nível estratégico, apoiando as definições de metas e objetivos, também surgem como um suporte aos níveis tático, otimizando ações futuras e aspectos organizacionais, e operacional, suprindo os gestores operacionais com análises personalizadas para responder questões relacionadas com as atividades de rotina dentro da organização (COSTA, SANTOS, 2012).

O Quadro 2.1 mostra o comparativo entre os três níveis hierárquicos de uma organização quanto a aplicação do BI. As diferenças estão relacionadas ao tempo e foco do nível hierárquico, porém é essencial que os três níveis estejam em sinergia para atingir os objetivos da organização (BOTELHO e FILHO, 2014, p.59).

Quadro 2.1: Comparativo entre as características do BI.

Característica	BI Estratégica	BI Tática	BI Operacional
Foco principal do negócio	Atingir as metas empresariais em longo prazo	Analisar dados; entregar relatórios	Administrar operações do dia a dia com relação a atingir metas
Principais usuários	Executivos, analistas	Executivos, analistas, gerentes de setor	Gerente de setor
Métricas	Métricas são um mecanismo de <i>feedback</i> para acompanhar e entender como a estratégia está progredindo e quais ajustes precisam ser planejados	Métricas são um mecanismo de <i>feedback</i> para acompanhar e entender como a estratégia está progredindo e quais ajustes precisam ser planejados	Métricas são individualizadas para que o gestor de cada linha possa obter <i>insight</i> sobre o desempenho de seus processos de negócio
Prazo	Mensal, trimestral, anual	Diário, semanal, mensal	Imediatamente, dentro do dia
Tipos de dados ou usos	Histórico, preditivo	Histórico, preditivo	Em tempo real ou quase em tempo real

Fonte: Botelho e Filho, 2014, p. 59.

No contexto atual, torna-se essencial que os gestores, seja qual for o nível organizacional, disponham de informações com qualidade e agilidade, que permitam determinar a ordem de prioridade de consumo dos recursos da empresa, tendo em vista o alcance de seus objetivos estratégicos.

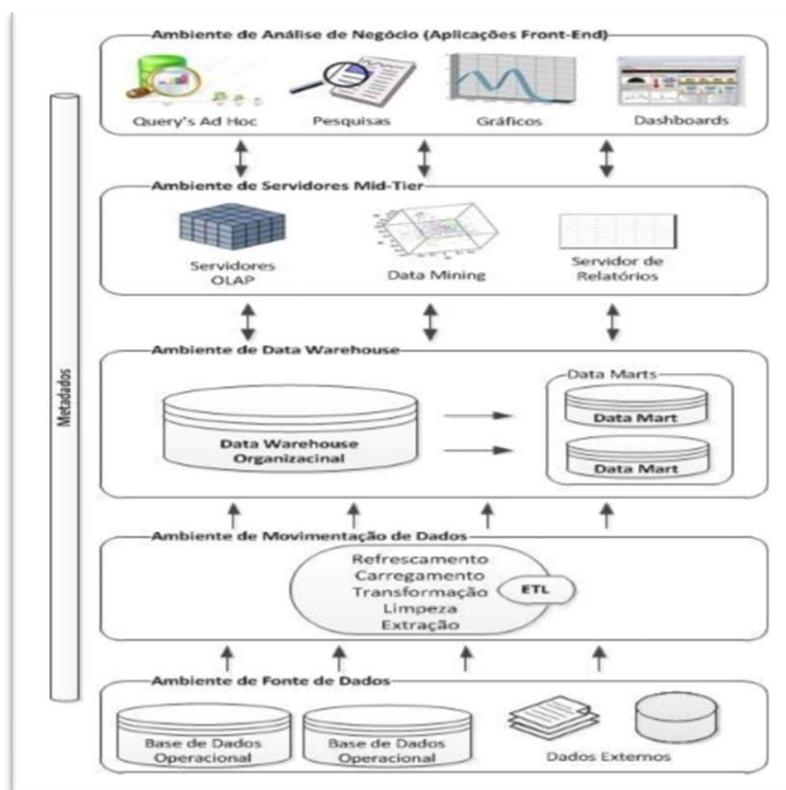
Nesse âmbito, os sistemas de BI vêm para suprir essa necessidade de informações, através de análises que integram dados históricos e correntes, simulando cenários, auxiliando a encontrar oportunidades de desenvolvimento e estratégias exequíveis, para então, motivar e nortear as organizações a buscarem inovação na maneira como gerenciam seus processos (SAITO e HORITA, 2015; LIMA, LIMA; 2011).

2.1.2 Framework

Um sistema de BI, com já citado, é de grande valia no apoio à tomada de decisão. Para isso, integram diversas tecnologias, ferramentas e metodologias para disponibilizar informações de qualidade com rapidez e assertividade, em todos os níveis hierárquicos das organizações.

Por meio da revisão de literatura foi constatado que, de acordo com cada autor e contexto de aplicação, há diferenças no desenvolvimento das soluções de BI aplicadas (MORAIS et al., 2010; LIMA, LIMA, 2011; MACHADO, 2019). Costa e Santos (2012) adaptou a Figura 2.1 do trabalho de Chaudhuri de 2011, que representa a integração dos conceitos apresentados pelos diversos autores, apresentando de forma sucinta a *framework*, ou a arquitetura (tradução livre), básica de um sistema de BI, mostrando os principais componentes e técnicas utilizadas.

Figura 2.1: Framework básica de um sistema de *Business Intelligence*.



Fonte: Costa e Santos, 2012.

A implantação de um sistema de BI não é uma tarefa trivial, é necessário planejamento para chegar às informações e conhecimentos contidos nas bases de dados da organização (CECI, 2012). A definição de uma *framework*, baseada em ambientes, facilita a distinção das fases de implantação e as soluções necessárias à exequibilidade de uma estrutura de BI efetiva. A *framework* apresentada é constituída de cinco ambientes descritos a seguir:

- Ambiente de fontes de dados: onde situam-se todas as fontes de dados sustentadoras do sistema, onde podem ser tanto internas quanto externas, como arquivos de texto, sistemas Enterprise Resource Planning (ERP), base de dados isoladas, documentos HTML ou XLM, arquivos XLSX, CSV, entre outros;
- Ambiente de movimentação de dados: onde realiza-se o processo de *Extract, Transform and Load* (ETL), responsável por extrair os dados armazenados nas diversas fonte de dados da organização; transformar os dados através de cálculos de agregação e identificação de dados duplicados ou perdidos, assim, tornando-os adequados ao sistema de BI; carregar os dados para o ambiente

de repositórios de dados da organização (COSTA e SANTOS, 2012; CECI, 2012, p.74-80);

- c) Ambiente de *Data Warehouse*: é o ambiente onde tem-se o *Data Warehouse* (DW), que é um conjunto de dados integrados e guiados por assuntos, variável com o tempo e não volátil, desenvolvido para apoiar o processo decisório e os variados *Data Matrs* (DMs). Os DMs são um versão reduzida do DW, ou seja, buscam atender a demanda de um setor ou grupo de um pessoas de forma personalizada (COSTA e SANTOS, 2012; CECI, 2012, p. 64-66);
- d) Ambiente de servidores *mid-tier*: neste ambiente os dados integrados do DW e DM são lapidados por meio de técnicas e ferramentas de análises da informação, como *On-Line Analytical Processing* (OLAP) que representa o conjunto de *softwares* que auxiliam no desenvolvimento de consultas personalizadas, relatórios e análises de dados, e *Data Mining*, processo de para explorar os dados através do uso de algoritmos de aprendizagem e/ou classificação baseados em redes neurais e estatística para encontrar padrões (SHARDA et. al., 2014, p. 56-58; CECI, 2012, p. 132-138);
- e) Ambiente de análises do negócio (aplicações *front-end*): a última camada é composta por aplicações que *front-end* que permitem o acesso e manipulação da informação por meio de gráficos, *dashboards*, portais web de pesquisa, e entre outros (SANTOS e COSTA, 2012). Logo, o objetivo é fornecer uma interface de interação simples aos *stakeholders*, proporcionando análises multidimensionais consistentes, eficientes e compreensíveis.

É valido ressaltar que não existe uma solução completa de BI comum que possa ser aplicada a diferentes organizações, visto que cada organização é única e possui objetivos estratégicos diferentes. É necessário desenvolver soluções de BI personalizadas para atender as demandas de informação, e que estejam completamente alinhadas a cultura e necessidades da organização. Rezende (2002, p.62-66) diz que os sistemas de BI quando alinhados as estratégias da organização são capazes de criar ligações em toda a cadeia produtiva, permeado a cadeia de valor, alterando a forma pela qual as informações e atividades integram-se.

Assim, o *framework* básico é capaz de demonstrar, de forma macro, cada etapa do processo de desenvolvimento de uma solução de BI, desde a aquisição e integração dos dados até a apresentação, através de aplicações *front-end* capazes

de traduzir informações relevantes à aquela organização e alinhadas com sua estratégia.

2.1.3 Requisitos

As organizações têm constante necessidade de informação e de conhecimento para responder as questões atuais e futuras com agilidade e qualidade (COSTA e SANTOS, 2012). Uma solução de BI pode ser entendida com uma ferramenta competitiva para as organizações que buscam se manter perenes e lucrativas frente a um mercado dinâmico, ou seja, é um fator crítico de sucesso.

Sem dúvida, as soluções de BI facilitam às organizações a lidarem com cenários instáveis e turbulentos, fornecendo informações implícitas que auxiliam na visualização do cenário atual e, também, outros cenários factíveis, permitindo a organização agir de modo proativo diante de um problema detectado antecipadamente.

Contudo, segundo Kimball (2013) apud Machado (2019, p.19) é necessário atender alguns requisitos para garantir a eficácia da solução desenvolvida, dentre eles estão:

- **Consistência das informações:** Um sistema de BI deve integrar meticulosamente os dados, visto que as fontes podem ser diferentes. Desse modo é possível garantir integridade e confiabilidade das informações e análises geradas, oferecendo uma base eficaz e confiável para suporte a tomada de decisão. Somente após os testes de integridade, segurança e validação o sistema deve ser compartilhado os usuários finais;
- **Tempo as informações:** As informações disponibilizadas no momento certo permitem melhorar o desempenho da organização, pois ações podem ser tomadas de forma mais proativa e menos reativa. De acordo com Costa e Santos (2012), quando as informações são de qualidade, confiáveis e disponibilizadas no momento certo a organização alcança vantagem competitiva, vislumbrando cenários futuros e oportunidades de investimentos econômico e/ou tecnológicos;
- **Acessibilidade as informações:** Um sistema de BI deve possuir uma interface *user-friendly*, ou seja, promover um ambiente de análise iterativo, simples e

capaz de traduzir efetivamente os dados em informações relevantes aos *stakeholders*. Sharda et al (2014, p.15) diz que as interfaces devem apresentar informações diretas e compreensíveis aos profissionais e, por meio delas, identificar o desempenho de um processo, setor e/ou toda a organização;

- Adaptabilidade do sistema de BI: Um sistema de BI deve ser adaptável às mudanças, sejam estas tecnológicas, culturais, estratégicas ou econômicas, assegurando que os dados e as informações não sejam invalidados, ou seja, é essencial a escalabilidade do sistema;
- Segurança da informação: Como já exposto, o DW é repositório de dados históricos da organização com a finalidade de apoiar o processo de decisão, logo, é importante que os dados e informações sejam compartilhados somente com as pessoas designadas e autorizadas.

Atender aos requisitos apresentados é fundamental para a concretização de um sistema de BI capaz de otimizar e dar fluidez ao processo de decisão, provendo informações consistentes e no tempo adequado. Entretanto, para que a solução de BI seja realmente efetiva, eficaz e escalável é necessário que o Planejamento Estratégico da Empresarial (PEE) esteja alinhado ao setor Tecnologia da Informação (TI). Como bem lembra Rezende (2002), o setor TI não deve ser reduzido a um simples comprador de recursos tecnológicos, e sim como um setor crítico para atingir os objetivos estratégicos. O alinhamento entre PEE e a TI estabelece o dinamismo necessário para a sobrevivência das organizações.

2.1.4 Ferramentas líderes de mercado

A globalização, propiciada por avanços tecnológico em diversas áreas, intensifica a concorrência entre as organizações, exigindo celeridade e antecipação de soluções e atitudes. As ferramentas e metodologias de BI são parte do processo de avanço, crescimento e adaptação à nova concorrência.

Conforme afirma Antonelli (2009) apud Castro e Silva (2018) “a utilização das ferramentas de BI faculta a identificação de tendências benéficas, a análise de resultados de forma exaustiva e a antecipação de possíveis riscos [...]”.

O mercado apresenta diversas ferramentas que proveem análises avançadas e potencializa o uso dos dados para situar e nortear os processos,

produtos e diretrizes a serem adotadas. É válido destacar as ferramentas líderes de mercado, segundo o relatório publicado pelo Gartner Incorporated: Power BI (Microsoft), Tableau, ThoughtSopt, QlinkView e QlinkSense (Qlink) (HOWSON et al., 2019).

O Gartner Incorporated, empresa de consultoria fundada em 1979, com foco na área de tecnologia e com o objetivo de criar conhecimento por meio de pesquisas, consultorias, eventos e levantamento de soluções. Assim, a missão é amparar seus clientes de todo o mundo a selecionar produtos e tecnologias de acordo com as necessidades do negócio (GARTNER, 2019b).

O relatório Quadrante Mágico de Gartner é um documento publicado anualmente pelo Gartner Incorporated, possui variadas categorias onde a que trata de ferramentas de BI é intitulada de “Business Intelligence and Analytics Platforms”. A avaliação das empresas que atuam no ramo de BI é feita por meio de atributos previamente selecionados como custo, benefício, funcionalidades, integrações, robustez e entre outros, para avaliar a qualidade de seus serviços e *softwares* (HOWSON et al., 2019). De acordo com Nascimento (2019), mestre em sistemas de informação, o objetivo do relatório é prover informações sobre a colocação competitiva das ferramentas de BI, dispondo-as em quatro quadrantes designados como *Challengers*, *Leaders*, *Niche Players* e *Visionaries*, conforme mostra a Figura 2.2, retirada do relatório publicado no dia 11 de fevereiro de 2019.

Figura 2.2: Quadrante Mágico de Gartner



Fonte: Howson et al., 2019.

O Quadrante Mágico possui dois eixos, na horizontal tem-se *Completeness of Vision*, onde é avaliada a visão da empresa em termos de abrangência e inovação tecnológica, e na vertical tem-se *Ability to Execute*, onde é avaliada a habilidade que as empresas têm de executar o que propõem (NASCIMENTO, 2019).

De acordo com Nascimento (2019) e Howson et al (2019), cada um dos quatro quadrantes podem ser descritos como:

- I. *Leaders*: são as empresas que possuem ferramentas em destaque no mercado; aquelas que ditam as regras dentro do seu segmento por ter uma melhor visão e um nível de desenvolvimento tecnológico elevado em relação aos concorrentes;
- II. *Visionaries*: são as empresas que entendem para onde o mercado está apontando e investem para apresentar novas tecnologias e ferramentas. No entanto, ainda não disponibilizam aquilo que foi prometido, comprometendo a efetividade de suas aplicabilidades;
- III. *Niche Players*: as empresas desse quadrante são aquelas que possuem ferramentas focadas em uma solução para um determinado nicho de mercado;

IV. *Challengers*: são as empresas que possuem ferramentas desafiadoras, ou seja, ferramentas com capacidade de execução plena, mas ainda não se consolidaram efetivamente no mercado.

O Quadrante Mágico de Gartner 2019 apresenta a empresa Microsoft como líder de mercado com a ferramenta Power BI, seguida pela Tableau e Qlink. De acordo com as informações de Howson et al (2019), o Power BI possui altos níveis de aceitação por parte dos clientes devido ao baixo investimento, facilidade de uso para análises complexas e visão abrangente do produto, ou seja, a Microsoft investe continuamente em recursos visionários e em formas de integrá-los ao Power BI.

Embora o relatório seja uma boa referência sobre as ferramentas de BI, é fundamental levar em consideração as especificidades e necessidades de cada organização, para que o retorno obtido sobre a ferramenta de BI implementada seja o maior possível. Conforme afirma Nascimento (2019) “[...] aspectos como valor do investimento, familiaridade com a ferramenta, filosofia da empresa e suporte, devem ser ponderados para que a organização se sinta à vontade para analisar os seus dados e tomar as melhores decisões.”

2.1.5 Vantagens do BI

A exigência do dinamismo, eficiência e estabilidade nos processos empresariais vem sendo aceleradas simultaneamente com os objetivos e necessidades estratégicas da organização. Antes de investir em sistemas BI, é necessário um planejamento cuidadoso e alinhado com a TI em todos níveis organizacionais (estratégico, tático e operacional), a fim de encontrar as soluções de BI coerentes para que a organização seja mais produtiva e capaz de agir proativamente com rapidez e qualidade.

Segundo a pesquisa realizada entre 510 empresas os principais ganhos apontados através do uso de sistemas de BI, com suas respectivas porcentagens, são: Economia de tempo (60%); versão única da verdade (59%); melhores estratégias e planos (57%); melhores decisões táticas (56%); processos mais eficientes (55%), economia de custos (37%) (ECKERSON, 2003, p. 11).

Entretanto Rezende (2002, p. 40-47) e Sharda et al. (2014, p.18) entendem que uma análise financeira sobre ganhos das aplicações de BI pode ser uma tarefa

complexa, visto que muitos benefícios proporcionado por essas aplicações são intangíveis. Corroborando com a afirmativa, Eckerson (2003, p. 12) demonstra através de outra pesquisa realizada em 2001 durante a conferência *Transforming Data with Intelligence*, apenas 13% dos executivos entrevistados haviam calculado o retorno sobre o investimento de suas soluções de BI.

Desse modo, os benefícios proporcionados por uma solução de BI permeiam por toda a organização, que tem acesso às informações mais detalhadas e aprofundas sobre o negócio do que no passado.

2.1.6 Self Service BI

As organizações que buscam a excelência precisam fazer uso da tecnologia na flexibilização de soluções que suportem os seus objetivos estratégicos organizacionais, e, além disso, desburocratização de rotinas trabalhosas e de pouco valor agregado para o negócio.

Uma nova tendência em ferramentas de BI tem se destacado: as soluções baseadas no conceito *self-service*. As ferramentas de *Self-Service Business Intelligence* (SSBI) têm objetivo de fornecer aos tomadores de decisão mais liberdade para criar suas próprias métricas para o desenvolvimento de análises personalizadas (JOHANSSON et al., 2015, p. 50). Ainda segundo Johansson et al. (2015, 51- 54) as ferramentas SSBI precisam ser fluidas, dinâmicas, fáceis de usar e garantir a integração de dados de diferentes fontes.

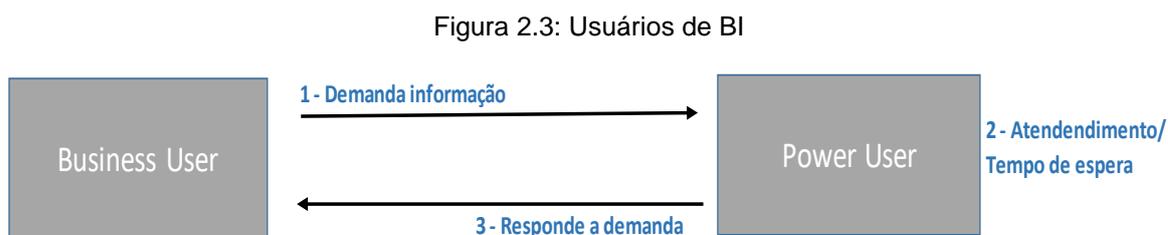
Corroborando, Gartner (2019c) define o SSBI como “usuários finais projetando e implantando seus próprios relatórios e análises em um portfólio de arquitetura e ferramentas aprovado e suportado.”

O conceito SSBI pode ser melhor assimilado, conforme mostrado por Sulaiman e Kurzhöfer (2013) *apud* Nunes (2016, p.5), quando se considera que dentro de uma organização existem dois tipos de usuários de sistemas de BI, são eles:

- a) *Power Users* – neste caso, são os profissionais de TI, produtores de informação, incumbidos de pré-processar dos dados e disponibilizá-los aos usuários finais;

- b) *Business Users* – são os usuários finais (analistas de negócios, Supervisores, gerentes, entre outros). As informações recebidas são disponibilizadas pelos *Power Users*.

A Figura 2.3 representa o processo de comunicação entre os tipos de usuários de BI.



Fonte: Adaptado de Nunes, 2016, p.5.

Quando há necessidade de informação, fora do escopo já oferecido por meio das ferramentas tradicionais de BI, o *Business User* faz uma nova demanda ao *Power User* que, por sua vez paralisa suas atividades rotineiras para atender a demanda e respondê-la. Porém de acordo com o trabalho de Sulaiman e Kurzhöfer (2013) *apud* Nunes (2016, p.6), as informações retornadas podem não atender de forma satisfatória o *Business User*, repetindo ciclo até que a demanda seja atendida. Logo, esse processo afeta a rotina de ambos usuários de BI, prejudicando o processo de decisão, impedindo que repostas sejam atendidas em tempo hábil, e gerando custo com atividades de baixo valor agregado.

Portanto, o SSBI surge como uma solução, concedendo liberdade aos *Business Users* que, uma vez capacitados tecnologicamente, podem desenvolver análise personalizadas para atender a demandas específicas. E ainda, o SSBI traz mais fluidez e dinamicidade aos processos internos da organização, além de possibilitar o uso eficiente de um dos recursos mais escassos atualmente, o tempo.

2.2 Power BI

O Power BI é um *software* da categoria BI, desenvolvido pela Microsoft, uma das maiores do setor de tecnologia. Esse *software* é capaz analisar bilhões de dados, seja qual for a fonte, tratá-los e deixá-los prontos para apresentação em *dashboards* ou relatórios online. Construído segundo o conceito de SSBI, permite

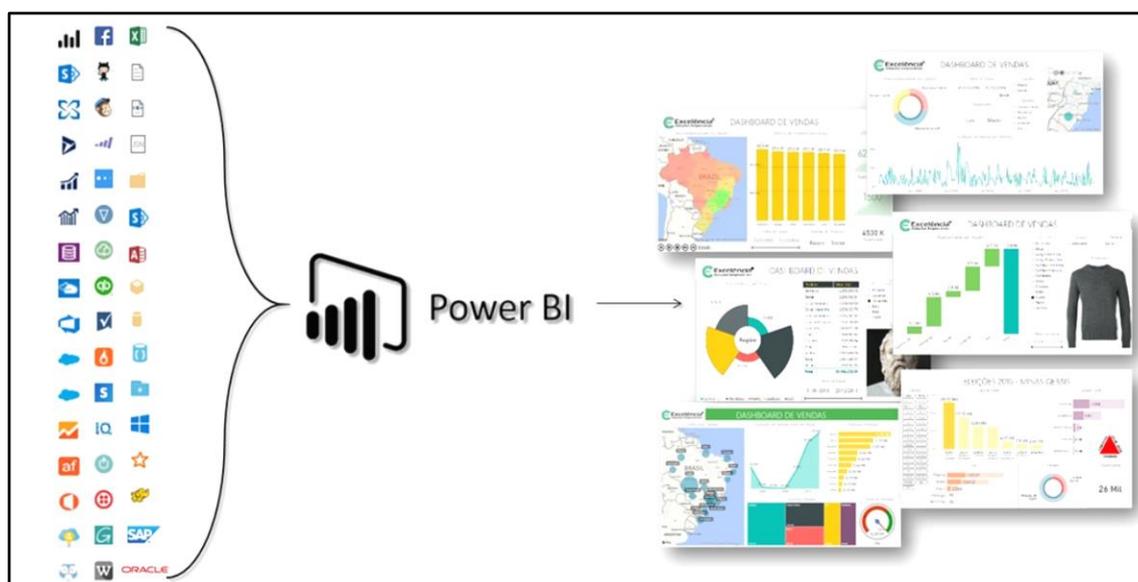
mais independência da atuação da TI e rápida implantação se comparado a outros *softwares* da categoria. Essas e outras características fazem do Power BI, atualmente, uma das melhores ferramentas de BI disponíveis no mercado. A seguir serão expostos os principais conceitos e recursos do *software*.

2.2.1 A ferramenta

Segundo o site oficial da Microsoft (2019), o Power BI é “uma coleção de serviços de *software*, aplicativos e conectores que trabalham juntos para transformar dados em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas”. Lançado em junho de 2015, concebido segundo o conceito de SSBI, o Power BI oferece várias alternativas de conectividade com dados como planilhas do Excel, banco de dados do SQL Server Analysis Services, Google Analytics, Banco de dados do SAP, banco de dados do Oracle, redes sociais, PDF, Texto/CSV, JSON, GitHub, entre outras variadas fontes (LAGO, 2019).

O Power BI permite tratar os dados e transformá-los em informações objetivas, personalizadas conforme a demanda do usuário final. A Figura 2.4 apresenta, de forma macro, o fluxo do processo de aplicação do Power BI, onde as fontes de dados, representadas pelas logomarcas a esquerda, são integradas e transformadas em visualizações com informações úteis, insights sobre o negócio.

Figura 2.4: Fluxo do processo de aplicação Power BI.

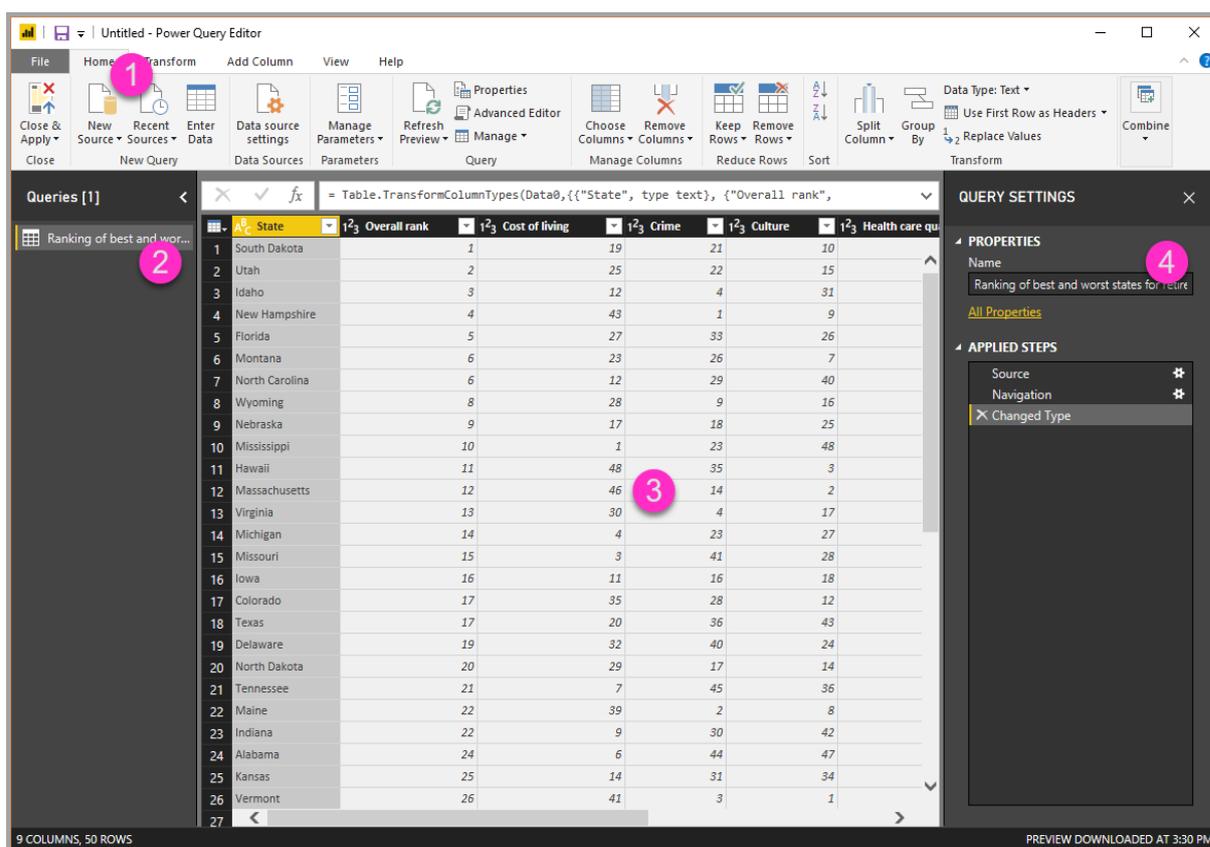


Fonte: Consultoria Excelência, 2019.

O *software* possui incorporado em seu ambiente suplementos do Microsoft Excel que, além de facilitarem a interação do usuário com a ferramenta, corroboram com o conceito de SSBI. Esses suplementos são o Power Query, Power Pivot e o Power View.

O Power Query é uma tecnologia Microsoft que viabiliza o tratamento dos dados de maneira ágil. Proporciona aos usuários um ambiente fácil de usar, atrativo e principalmente *codeless*, ou seja, sem fazer uso de linguagem de programação diretamente é possível criar conexão com várias fontes de dados diferentes, transformar os dados na forma desejada e estar rapidamente pronto para criar relatórios e insights. É importante ressaltar que, embora Power Query não exija que o usuário utilize a programação diretamente, é possível, para usuários mais avançados, fazer o uso das linguagens de programação “M”, Python e SQL para tratar os dados. A Figura 2.5 mostra a interface do Power Query, bem como sua organização.

Figura 2.5: Interface do Power Query



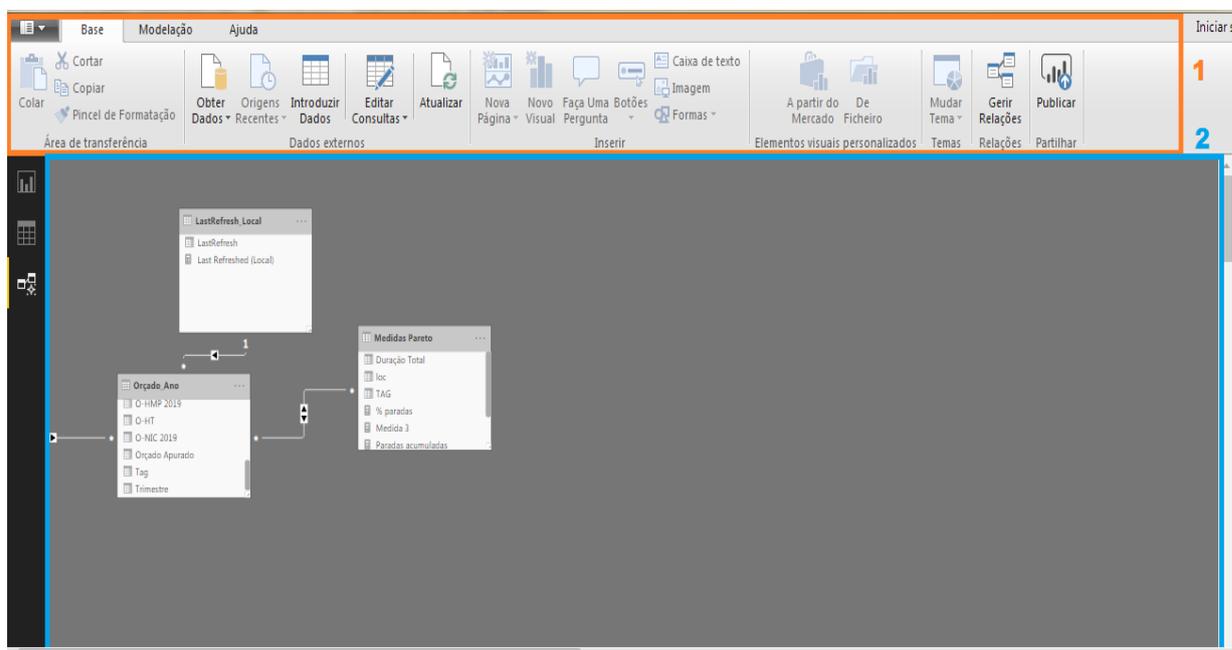
Fonte: Microsoft Power BI.

A interface do Power Query, como pode ser visto na Figura 2.5, está dividida em quatro partes, são elas:

1. Menu de Opções – Onde há botões para interação com os dados da consulta selecionada;
2. Janela de Consulta – Onde são listadas as consultas disponíveis para as transformações necessárias;
3. Painel de Dados – Onde os dados da consulta selecionada são exibidos;
4. Janela de configuração de Consulta – Exibe as propriedades da consulta selecionada e todas as modificações realizadas, em um modelo de passo a passo.

O Power Pivot possibilita a criação de cálculos e modelos de dados, isto é, permite a integração dos dados de várias consultas, onde cada consulta é representada por uma tabela. Assim, é possível criar uma fonte de dados relacional com eficiência dentro do Power BI, estruturando e resumizando os dados para suportar o processo decisório. A Figura 2.6 apresenta a interface do Power Pivot, bem como sua organização.

Figura 2.6: Interface do Power Pivot



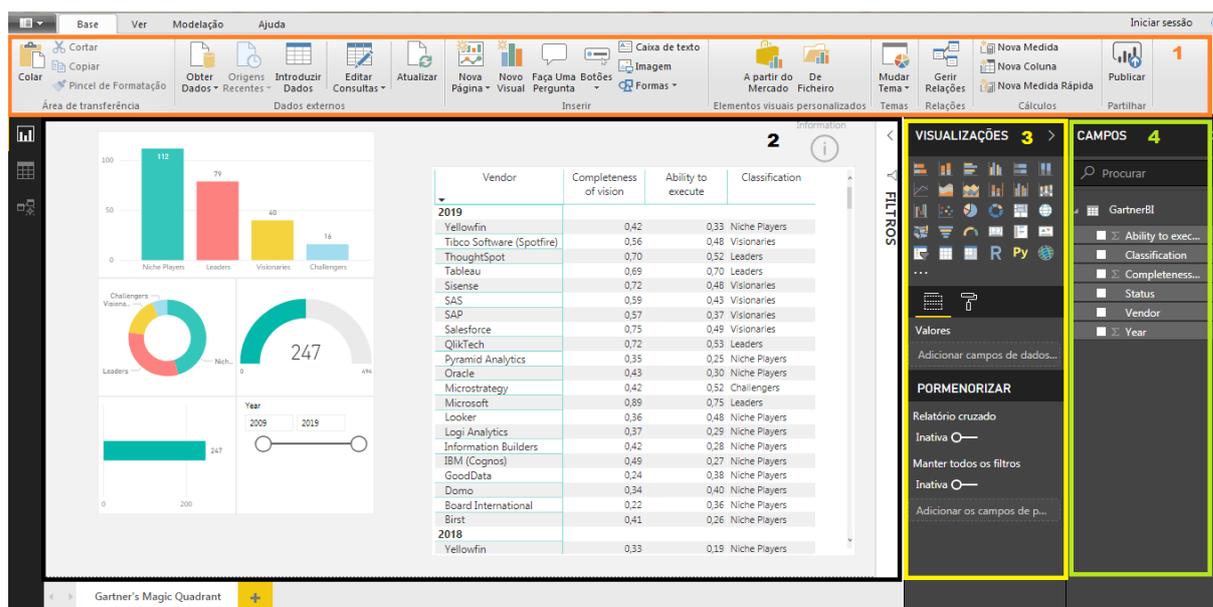
Fonte: Microsoft Power BI.

A interface do Power Pivot, como pode ser visto na Figura 2.6, está dividida em duas partes, são elas:

1. Menu de opções – onde há botões para interagir com as tabelas; criar relações e funções entre elas;
2. Painel de Dados – onde as tabelas são apresentadas, assim como as relações entre elas. Nesse espaço é possível interagir de forma dinâmica com as tabelas, criando relações rapidamente através da técnica *drag and drop*;

Já o Power View permite a exploração dos dados por meio de visualizações, tabelas, matrizes, gráficos de pizza, de barras e bolhas, entre outros. Também fornece vários *designs* de filtros de dados, para que o usuário possa escolher o que melhor se adequa às suas demandas. A Figura 2.7 apresenta a interface do Power View, bem como sua organização.

Figura 2.7: Interface do Power View.



Fonte: Microsoft Power BI.

A interface do Power View, como pode ser visto na Figura 2.7, está dividida em quatro partes, são elas:

1. Menu de opções – onde há botões para interagir e manipular as visualizações criadas;
2. Painel de Dados – onde as informações são apresentadas graficamente, através de visuais dinâmicos e integrados;

3. Visualizações – Possui os mais diversos tipos de gráficos, tabelas e matrizes, a fim de proporcionar ao usuário a máxima capacidade de explorar seus dados e transformá-los em informações claras;
4. Campos – Apresenta a lista com as consultas realizadas, no formato tabela, com seus respectivos campos especificados. Assim, basta selecionar os campos desejados de uma ou mais tabelas, que possuam relação, e gerar rapidamente as visualizações.

É importante ressaltar que o Power BI está em constante evolução e recebe atualizações mensalmente, implementadas pelo time de desenvolvedores da Microsoft. As demandas solicitadas pelos usuários da ferramenta, através da Power BI *Community*, são votadas e aquelas com maior número de adeptos são, de acordo com análise feita pelo time de desenvolvedores, implementadas nas próximas atualizações.

Portanto, o Power BI trouxe grandes modificações quanto a produtividade, tratamento de dados, modelagem e visualização desde sua chegada em 2015, integrando tecnologias Microsoft já conhecidas através do Excel com o conceito de SSBI, esse *software* tem tido uma grande aceitação no mercado.

2.2.2 Composição do Power BI

De acordo com a Lago (2019) o Power BI é o *software* que quebra os paradigmas usabilidade, investimento, disponibilidade e processamento de dados. Esse fato fica em evidência quando analisa-se as três versões em que a ferramenta é disponibilizada, são estas a versão *Desktop*, a *Service* e a *Mobile*.

O Power BI Desktop é um *software* gratuito que pode ser instalado qualquer computador, desde que atenda aos requisitos mínimos de sistema. É empregado para gerar relatórios, *dashboards* e análises de dados, conecta-se as diversas fontes de dados, integrando-os para, então, gerar para um modelo de dados integro e confiável, de onde as informações são exploradas.

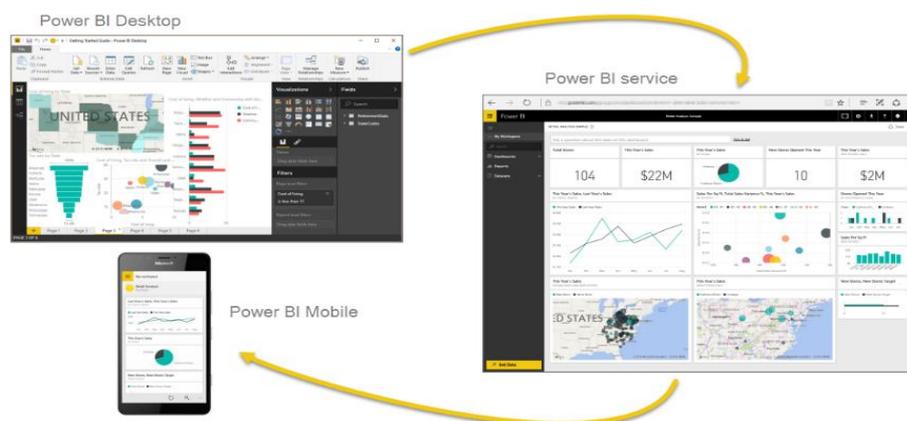
Já o Power BI Service é um serviço *online*, uma plataforma baseada em “nuvem”, ou seja, as informações contidas dentro do Power BI Service podem ser acessadas em qualquer lugar do mundo, não havendo a necessidade de instalação de *softwares* ou de armazenar dados. O acesso é feito através da internet, permitindo

diferentes pessoas contribuem para o desenvolvimento de relatórios. A plataforma é limitada no quesito edição de relatórios, quando comparada a versão Desktop, porém oferece a possibilidade compartilhá-los com outros membros da organização ou, até mesmo, de fora.

A versão *Mobile* é a que torna o Power BI ainda mais versátil, possibilitando o acesso aos relatórios, *dashboards* e painéis compartilhados no Power BI Service por meio de dispositivos Windows, iOS e Android.

A Figura 2.8 demonstra, de forma sintetizada, como as três partes que compõem o Power BI estão relacionadas para proporcionar aos usuários uma experiência única em criar, compartilhar e consumir as informações sobre negócio.

Figura 2.8: Composição do Power.



Fonte: Microsoft, 2019.

2.2.3 Linguagens

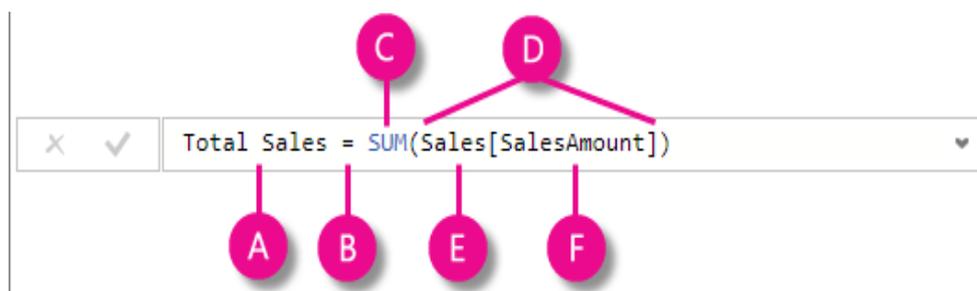
O Power BI trouxe uma nova visão sobre o tratamento e modelagem de dados, simplificando esses processos e criando mais independência dos profissionais de TI. Segundo Lago (2019) “até pouco anos atrás, *softwares* de BI poderiam ser utilizados apenas por profissionais de TI devido a sua complexidade.” Embora o Power BI seja menos complexo que seus concorrentes, isso não o torna menos capaz, pois possui duas linguagens principais, “M” e *Data Analysis Expressions* (DAX), que permitem criar análises mais criteriosas e extrapolar os recursos disponibilizados na interface da ferramenta.

O *Power Query Formula Language* ou, simplesmente, “M” é uma linguagem que permite realizar o ETL, ou seja, capaz de reunir e transformar o

conteúdo de uma ou várias fontes de dados (MICROSOFT, 2019c). A linguagem “M” é composta por uma estrutura em blocos, cada linha de código representa uma etapa de transformação e o resultado da linha superior é usado na próxima linha, similar a outras linguagens de programação.

A linguagem DAX é uma coleção de funções, operadores e constantes que podem ser usados em uma fórmula, ou expressão, para calcular e retornar um ou mais valores (MICROSOFT, 2019d). Possui uma semelhança com as fórmulas do Microsoft Excel, facilitando a migração de usuários do Excel para o Power BI. O DAX não possui blocos de programação, mas sim a combinação de usos de funções, filtros e expressões. A Figura 2.9 demonstra a sintaxe da linguagem.

Figura 2.9: Sintaxe da linguagem DAX.



Fonte: Microsoft, 2019d.

A expressão acima é estruturada da seguinte forma:

- A. Nome da medida criada, onde é armazenado o valor do resultante da expressão;
- B. O operador que indica o início da expressão;
- C. A função SUM retorna a soma de todos os valores da coluna SalesAmount da tabela Sales;
- D. O parêntese delimita um ou mais argumentos da função;
- E. Tabela de referência;
- F. Coluna de referência.

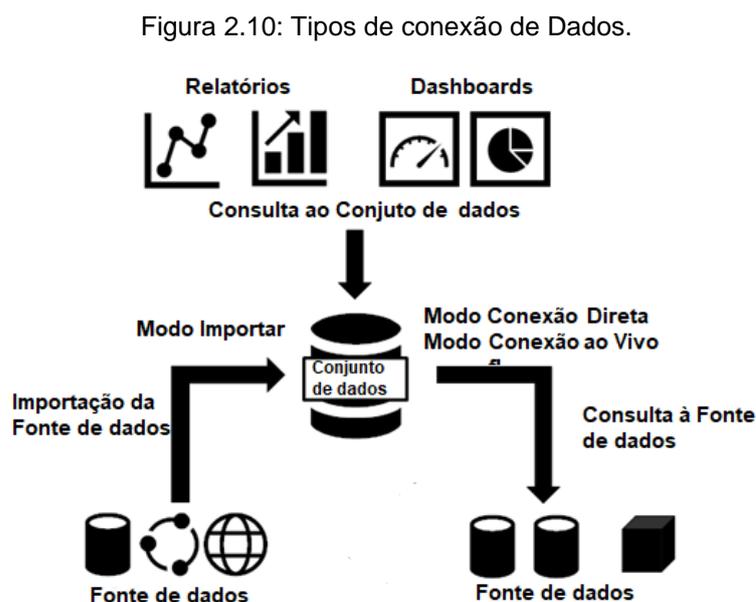
As funções DAX oferecem ao usuário a possibilidade de tirar o máximo proveito de seus dados, para responder questões relevantes ao negócio, que envolvam análises analíticas (LAGO,2019).

O Power BI também permite a integração com outras linguagens como R, Python e SQL, para criar visuais ou tratar os dados, ampliando a capacidade de exploração de dados.

2.2.4 Tipos de conexão de dados

O Power BI suporta diferentes métodos para conectar dados. E definir qual método utilizar depende da origem dos dados, volume e da demanda de informação. Os três métodos que Power BI disponibiliza são: Conexão Direta, Conexão ao Vivo e Importar. Cada método tem benefícios e desvantagens, e dependem do cenário de aplicação do Power BI. Segundo Lago (2019), é necessário a escolher a metodologia e a arquitetura de conexão de dados corretas para a solução do Power BI, pois mudar de um método para outro método pode ser uma tarefa onerosa após algum tempo no processo de implementação.

A Figura 2.10 demonstra os tipos de conexão de dados disponibilizadas pela ferramenta.



Fonte: Adaptada de Microsoft, 2019e.

O método Importar carrega os dados no Power BI, isto significa consumir memória e espaço em disco do computador ou nuvem, a depender da versão utilizada do Power BI, Desktop ou Service. Este é o método de conexão mais rápido e é possível acessar toda a funcionalidades do *software* para gerar cálculos avançados e integrações entre consultas. Porém, a uma limitação de tamanho para os arquivos publicados no Power BI Service de 1GB de tamanho, entretanto caso a organização

possua a assinatura Power BI Premium é possível carregar arquivos com até 50GB (MICROSOFT, 2019e).

Já o método Conexão Direta é uma conexão direta com a fonte de dados, isto é, não serão armazenados dados no Power BI pois este será apenas uma camada de visualização que, em seguida, consultará os dados da fonte todas as vezes que realizar uma operação de filtrar ou atualizar. Este método possui alta escalabilidade, visto que o arquivo possui um tamanho menor pois não armazena dados. Entretanto, não possui suporte de todas as funcionalidades do Power BI como combinar consultas diferentes, e a linguagem DAX é limitada. Uma outra desvantagem é conexão lenta devido a necessidade de consultar o dado diretamente na fonte (MICROSOFT, 2019e).

O Conexão ao Vivo é muito semelhante a Conexão Direta na maneira como funciona com a fonte de dados, ou seja, não armazena dados no Power BI e consulta a fonte todas as vezes em que se realiza uma atualização em um relatório ou dashboard. No entanto, a diferença entre os dois métodos reside no fato de que o Conexão ao Vivo é uma conexão direta a um modelo de serviço de análise, como o *SQL Server Analysis Services (SSAS)*, que permite a construção de estruturas multidimensionais, pré-calcular e armazenar agregações complexas, e também para a construção de modelos de *data mining* para realizar a análise de dados (MICROSOFT, 2019e).

Embora o Power BI ofereça diversos tipos de conexão de dados é necessário um estudo criterioso para que o método escolhido seja sempre mais adequado a solução de BI, evitando desperdício de tempo e memória, e possíveis retrabalho.

2.2.5 Tipos de Licenciamento

Os relatórios, *dashboard* ou painéis desenvolvidos no Power BI Desktop ou Power BI Service podem ser compartilhados com pessoas dentro ou fora da organização. Porém é necessária uma licença do Power BI Pro tanto para quem divulga quanto para quem recebe, a menos que o conteúdo compartilhado esteja em uma capacidade ou ambiente Power BI Premium.

O Power BI possui duas categorias de licenciamento por usuário, licenciamento Power BI, Pro e *Free*, e por capacidade dedicada, Power BI Premium. Somente os usuários que possuem licença do Power BI PRO podem publicar, compartilhar, colaborar e consumir o conteúdo disponível no Power BI Service, ou seja, tem acesso total as funcionalidades do Power BI Service (Microsoft, 2019f). Já os usuários *Free* possuem limitações dentro do Power BI Service, podendo acessar somente seus trabalhos individuais, isto é, não podem compartilhar seus trabalhos e nem consumir o conteúdo de outros usuários, exceto, como já supracitado, que o conteúdo esteja compartilhado em uma capacidade do Power BI Premium (Microsoft, 2019f).

O licenciamento do Power BI Premium entrega um desempenho mais consistente e dá suporte a grandes volumes de dados, além de viabilizar a distribuição difundida do conteúdo desenvolvido por usuários Pro, sem precisar de licenças para os destinatários dentro ou fora da organização (Microsoft, 2019f).

O tipo de licenciamento escolhido para cada usuário da organização deve ser estudado com cautela para não gerar custo desnecessários, pois embora a licença PRO possua um valor baixo, \$9,90 por usuário, uma licença Premium custa a partir de \$4.995, variando conforme o número de usuários que irão acessar o ambiente do Premium.

2.2.6 Atualização

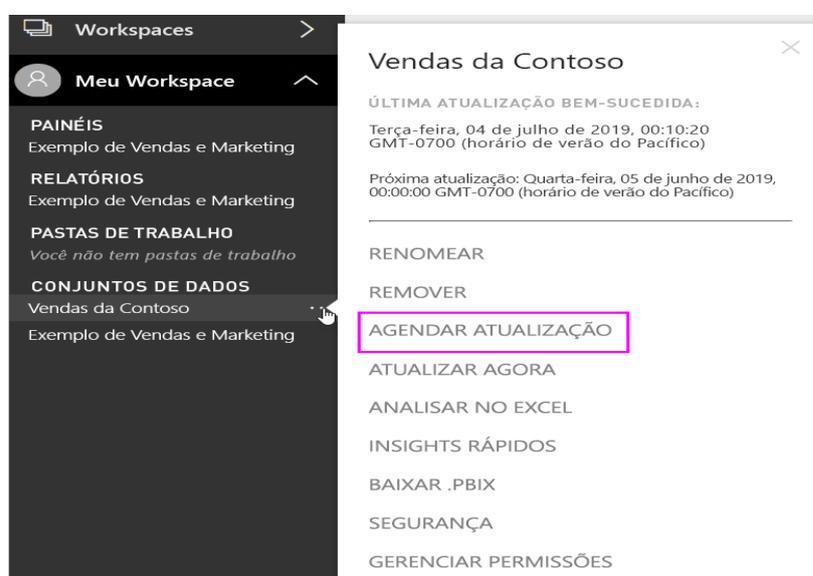
O Power BI proporciona a transformação de dados brutos em visuais dinâmicos, integrando informações sobre os processos da organização, permitindo prever cenários e tomar decisões mais assertivas. Porém, tão importante quanto ter informações é mantê-las atualizadas. Para isso existem duas maneiras de atualizar os dados no Power BI, sob demanda ou agendada/automática, a depender da fonte de dados, do número atualizações requeridas, e modo de conexão estabelecido, Importar, Conexão Direta ou Conexão ao Vivo.

São diversos os tipos fontes de dados que possuem conexão com o Power BI, conforme mostrado no tópico 2.2.1. O principal aspecto a ser observado é modo de conexão a ser utilizado para conectar as fontes ao Power BI. No modo Importar, os dados são Importados para dentro do *software*, assim, cria-se um conjunto de

dados que exige, sempre que necessário, a atualização dos dados de origem. Os dados Importados podem ser atualizados sob demanda ou automaticamente, e atualização pode ser total ou incremental. Já os conjuntos de dados dos modos Conexão Direta e Conexão ao Vivo não importaram dados, pois consultam a fonte de dados subjacente a cada interação do usuário, também podem ser atualizados automaticamente.

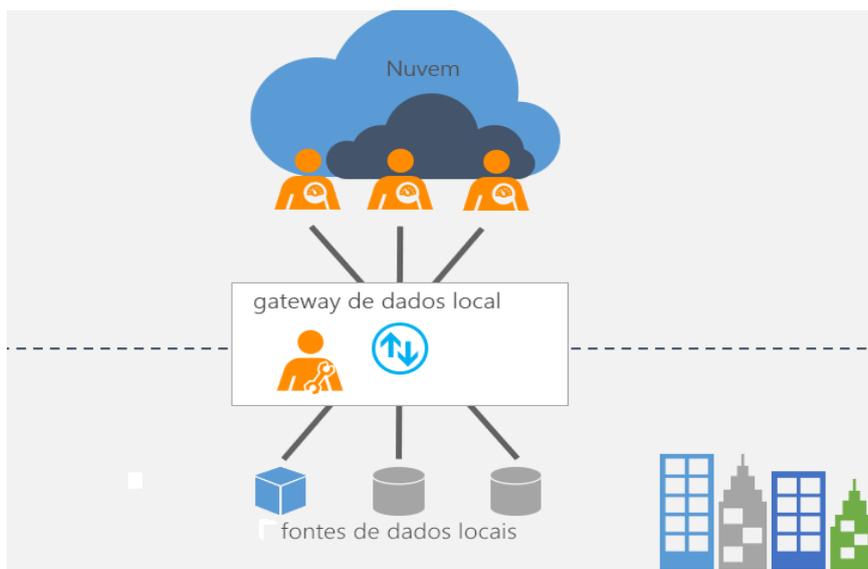
Após um relatório ou *dashboard* ser publicado no Power BI Service é possível atualizar o conjunto de dados através do menu de opções, selecionando a opção de atualização desejada conforme a Figura 2.11.

Figura 2.11: Power BI Service - atualização do Conjunto de dados.



Fonte: Microsoft, 2019e.

Mas, para aqueles conjuntos de dados que são derivados de uma fonte de dados local é necessário uso de um *gateway*. Segundo a Microsoft (2019g), um *gateway* “[...] atua como uma ponte, fornecendo transferência de dados rápida e segura entre os dados locais (dados que não estão na nuvem) e vários serviços em nuvem.” Assim, é possível manter em uma rede local segura os bancos de dados e outras fontes de dados, ao mesmo tempo em que esses são usados em serviços de nuvem. A Figura 2.12 exemplifica o funcionamento do *gateway*.

Figura 2.12: Como funciona o *gateway*

Fonte: Microsoft, 2019g.

2.2.7 Instalação e configuração inicial do *gateway*

Como apresentado no tópico anterior o *gateway* de dados é de extremamente útil para a transferência de dados locais para serviços em nuvem, como é o caso do Power BI Service, de maneira rápida e segura, permitindo à atualização dos conjuntos de dados dos relatórios e *dashboards*.

Porém, antes de configurar ou realizar quaisquer atualizações sob o conjunto de dados é necessário fazer o download, instalação e configuração do gateway de dados. Para isso, basta acessar o Power BI Service e clicar sobre os ícones indicados, conforme mostra a Figura 2.13.

Figura 2.13: Acesso ao download do gateway



Fonte: Domingues, 2019.

Após o download, execução e instalação do arquivo baixado, é preciso informar o e-mail da conta do Power BI, conforme mostra a Figura 2.14.

Figura 2.14: Inserido e-mail para acesso à ferramenta.

On-premises data gateway

Quase pronto.

A instalação foi bem-sucedida!

Endereço de email para usar com esse gateway:

Em seguida, você precisa entrar para registrar seu gateway.

Entrar Cancelar

Fonte: Domingues, 2019.

Ao clicar em “Entrar” (Figura 2.14), uma nova janela é aberta (Figura 2.15) onde será solicitada as informações, nome e senha, para a configuração do gateway.

Figura 2.15: Configuração do gateway.

On-premises data gateway

Você está conectado como [nome] e está pronto para registrar o gateway.

Novo nome de on-premises data gateway

GatewayBi9_Teste

Adicionar a um cluster existente do gateway

Chave de recuperação (no mínimo 8 caracteres)

.....

(!) Essa chave é necessária para restaurar o gateway e não pode ser alterada. Grave-a em um local seguro.

Confirmar chave de recuperação

.....

Saiba mais sobre clusters de gateway

Usaremos essa região para conectar o gateway a serviços de nuvem: Brazil South. Verifique se o status do gateway mostra como Pronto. [Alterar Região](#)

Configurar Cancelar

Fonte: Domingues, 2019.

Após a preencher devidamente todos os campos solicitados, uma mensagem de sucesso é mostrada indicando que o gateway está pronto para uso.

2.2.8 Configurando uma fonte de dados no gateway

Para configurar uma fonte de dados no gateway é preciso acessar o Power BI Service, clicar sobre o botão de configurações e selecionar a opção de “Gerenciar gateways”, conforme mostra a Figura 2.16.

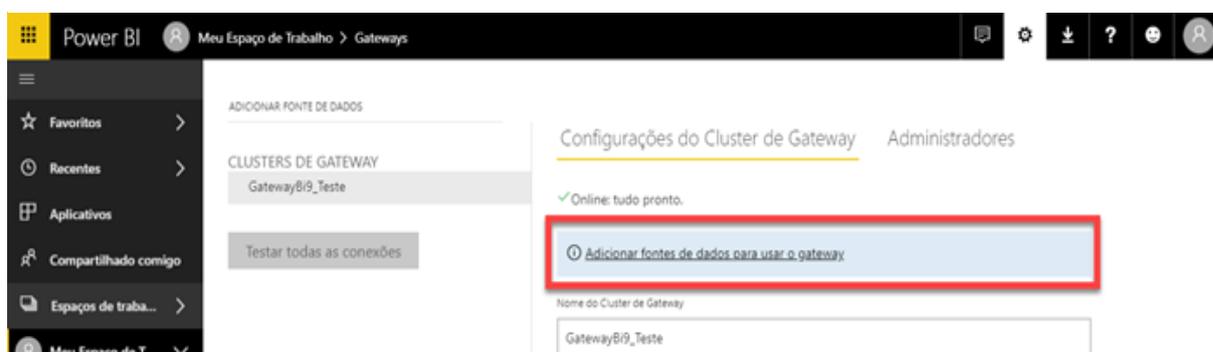
Figura 2.16: Acesso ao gerenciamento de Gateways.



Fonte: Domingues, 2019.

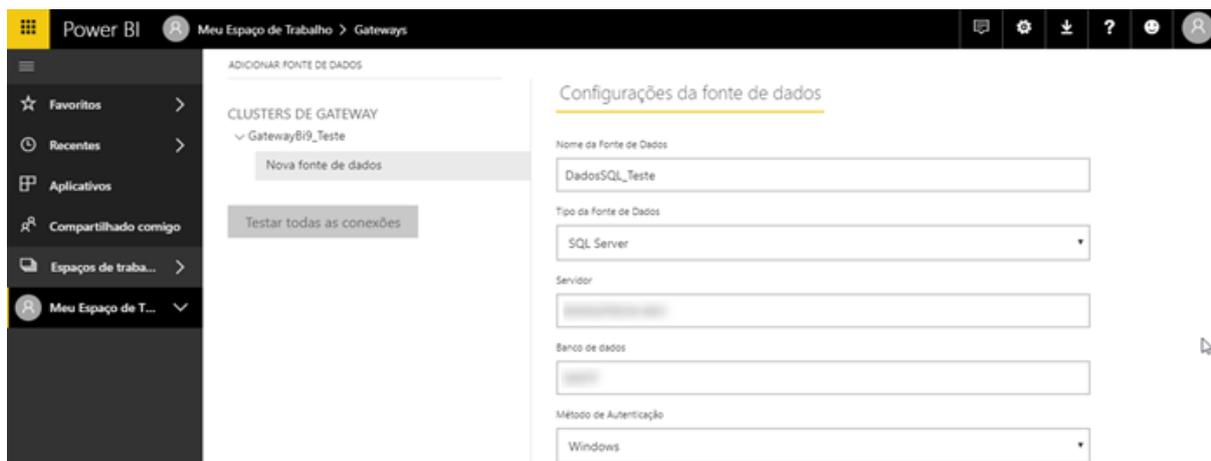
Em seguinte, clica-se sobre a região indicada para inserir uma nova fonte de dados (Figura 2.17), e logo após preenche-se com as informações solicitadas as lacunas (Figura 2.18), como nome da fonte de dados, tipo da fonte, servidor, nome da Base de dados e método de autenticação.

Figura 2.17: Adicionando uma fonte de dados



Fonte: Domingues, 2019.

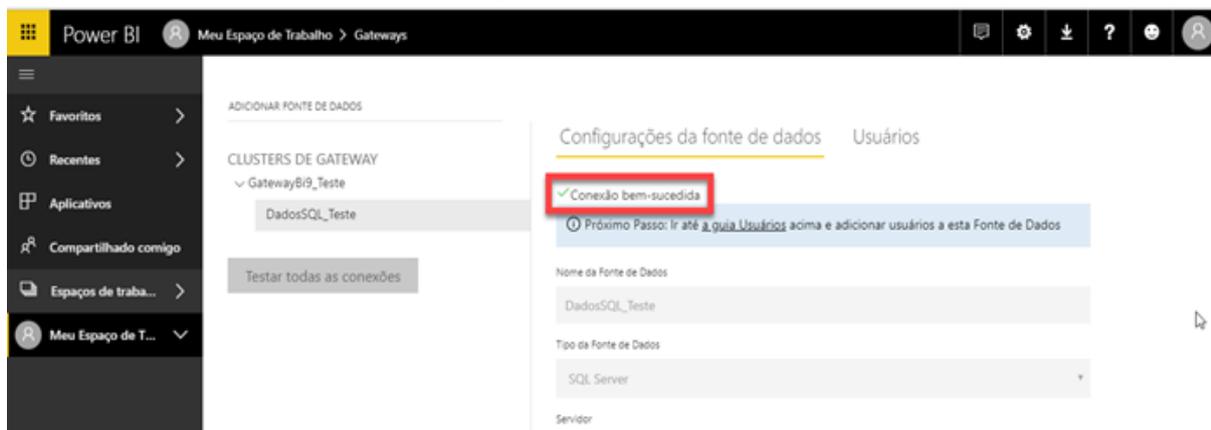
Figura 2.18: Configuração da fonte de dados



Fonte: Domingues, 2019.

Com as informações devidamente preenchidas será exibida uma mensagem informando que a conexão foi realizada, conforme mostra a Figura 2.19.

Figura 2.19: Êxito na conexão.



Fonte: Domingues,2019.

Portanto, para análises com elevado nível de acuracidade é necessário que, além de dados consistentes, tenha-se atualizações no tempo correto. Conforme afirma Sharda et al. (2014, p. 10), a velocidade com que as informações precisam ser processadas e convertidas em decisões efetivas deve estar alinhada com boas práticas de atualizações. Assim, para garantir a legitimidade das decisões tomadas faz-se útil adotar uma rotina de verificação do conjunto de dados dos relatórios e *dashboards*, para então de encontrar possíveis não conformidades.

2.3 Indicadores chave de desempenho da manutenção

O setor de Planejamento e Controle da Manutenção é o setor que gerencia os serviços de manutenção de toda a empresa ou de uma parte específica da cadeia produtiva, no caso deste trabalho são os equipamentos, ou ativos, que operam em uma mina a céu aberto. Segundo Filho (2008) apud Souza (2018, p.72-76) o PCM é resultado das ações planejamento, programação e controle as atividades de manutenção para atender os objetivos estratégicos, táticos e operacionais das organizações. Todos os dados referentes à manutenção dos ativos são geridos pelo PCM, como custos, tempo entre falhas, estado de conservação dos equipamentos, o tipo de manutenção a ser feita, tempo de manutenção, análise de falhas, dentre outros.

Portanto, o PCM tem atribuições no âmbito estratégico, tático e operacional da manutenção; desenvolvendo atividades para maximizar e prover a gestão da manutenção; elevando a qualidade dos processos e a confiabilidade, disponibilidade e performance dos ativos; identificando e buscando soluções eficazes para os gargalos. E, por fim, definido as melhores estratégias para alocar os principais recursos da manutenção, como: tempo, mão de obra e dinheiro.

Para mensurar, controlar e acompanhar o processo de Planejamento e Controle da Manutenção de equipamentos são empregues conceitos e KPIs como referência em relação à qualidade do serviço de manutenção, orientando às melhores decisões a serem tomadas.

Os KPIs segundo Enshassi e El Shorafa (2015) apud Neto (2019, p.54),” são utilizados frequentemente por empresas para avaliar o sucesso de uma atividade ou da empresa como um todo, através do progresso realizado para atingir um objetivo”. Logo, é preciso eleger indicadores que estejam alinhados com os objetivos e metas da manutenção e, por conseguinte, da organização.

Dentre os conceitos empregados no PCM optou-se por destacar aqueles que essenciais à construção dos KPIs - Disponibilidade Física (DF); *Mean Time Between Failure* (MTBF); *Mean Time To Repair* (MTTR) -, são esses: confiabilidade, falhas e disponibilidade.

2.3.1 Confiabilidade

O conceito confiabilidade, segundo Moubray (1996) apud Sellitto (2005, p.45), foi introduzido na manutenção nos anos 50 após estudo sobre os defeitos em equipamentos militares do Estados Unidos da América, o resultado foi a mudança nos procedimentos de manutenção, objetivando a excelência nos processos.

Para Lafraia (2001) apud Tatsch (2010, p.3), “A confiabilidade é probabilidade que um item (componente ou sistema) não falhe por um tempo previsto, sob condições de operação especificadas”.

Já a norma NBR 5462 defini o conceito como, “2.2.6 Capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.3). Logo, a confiabilidade está diretamente relacionada a performance da manutenção realizada sob os ativos da empresa.

Nesse contexto, Slack et al (2010, p. 44) destacam que “as operações que possuem confiabilidade maior são mais eficazes do que as que não possuem”, ou seja, o termo está intimamente ligado a efetividade dos processos e técnicas aplicados durante as rotinas de manutenções dos equipamentos. Em termos financeiros, quanto mais elevada a confiabilidade menor o número de manutenções, conseqüentemente, menor o gasto operacional, e ainda maior a produtividade.

Portanto, a confiabilidade mede a capacidade de um equipamento ou sistema desempenhar suas funções estabelecidas durante um tempo estipulado. Desta forma, a confiabilidade pode ser entendida como fator crítico de sucesso pois mede a eficácia da manutenção e processo a ela relacionados.

2.3.2 Falhas

Durante a vida útil dos ativos da empresa acumulam-se desgastes e ao longo dos anos vão aumentando, tornando os ativos mais susceptíveis às falhas. De acordo com a norma NBR 5462 as falhas podem ser definidas como “2.4.1 Término da capacidade de um item desempenhar a função requerida” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.3), ou seja, indisponível para executar suas atividades.

A indisponibilidade decorre de defeitos e falhas que os equipamentos podem apresentar. Segundo a norma NBR 5462, o defeito pode ser entendido como “2.3.1 Qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.3), ou seja, quando um equipamento apresenta defeito sua capacidade de desempenhar sua função requerida pode, ou não, ser comprometida, mas sem cessá-la por completo.

A manutenção tem como essência prevenir e corrigir, de modo efetivo, falhas e defeitos, mas para que o objetivo seja alcançado é preciso entender e analisar as formas como os equipamentos e seus subconjuntos falham. Zaions (2003) apud Baran (2011, p. 38), entende que as falhas podem ser estratificadas de acordo com o efeito que provocam sobre uma função do ativo a que pertencem, são elas: a falha funcional, que é a indisponibilidade que um ativo, ou seu subconjunto, apresenta para exercer, com desempenho satisfatório, suas funções requeridas; falha potencial é aquela que apresenta características identificáveis e mensuráveis, é uma falha funcional pendente ou em processo de ocorrência.

Logo, para garantir a efetividade da qualidade da manutenção e seus processos faz-se necessário observar esses conceitos de falhas e defeitos, pois contribui para que ações de detecção, prevenção e correção das falhas e defeitos sejam adequadas ao contexto de aplicação, evitando retrabalho e desperdícios.

2.3.3 Disponibilidade Física (DF)

A norma NBR 5462 diz que a disponibilidade pode ser definida, como:

2.2.5 Capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.2).

Viana (2009) apud Tatsch (2010, p.4) define a disponibilidade de um ativo como, a relação entre o tempo total de operação, ou tempo total esteve apto a desempenhar suas funções requeridas, e o tempo total transcorrido do período considerado.

Já de acordo com Gurski (2002, p. 6), a Disponibilidade é a “probabilidade que um sistema esteja em condição operacional no instante determinado”.

Slack et al (2010, p. 484) apresentam a seguinte equação de cálculo para a disponibilidade:

$$DF = \left[\left(\frac{HC-HM}{HC} \right) \right] \times 100\% \quad (3.1)$$

Como apresentado pela equação 3.1, a disponibilidade física é a relação entre horas calendário (HC) - total em horas do período de referência - menos horas de manutenção (HM) - total de horas gastas em manutenções ocasionadas por falhas-sobre HC.

Assim, a DF demonstra à taxa percentual que o equipamento está apto para realizar seu trabalho, e, também, está relacionada a eficácia dos processos e técnicas aplicadas durante a manutenção. Portanto, a disponibilidade é um importante conceito a ser utilizado para a guiar à excelência os processos da manutenção de equipamentos nas empresas.

2.3.4 Mean Time Between Failures (MTBF)

O MTBF, ou tempo médio entre falhas, é segundo a norma NBR 5462 “2.13.8 Esperança matemática do tempo entre falhas de um item” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.12). Este indicador é útil à manutenção uma vez que permite mensurar o tempo médio entre falhas consecutivas do equipamento e, portanto, avaliar a confiabilidade do serviço realizado.

A expressão matemática para cálculo do MTBF pode ser descrita, de acordo com Slack et al (2010, p. 484), pela seguinte equação (3.2).

$$MTBF = \frac{\sum t^{OP}}{N} \quad (3.2)$$

O MTBF é expresso pela razão entre o somatório dos tempos de operação (t^{OP}) e número de paradas (N), geradas por falhas, resultando no período médio de operação do equipamento até a próxima falha.

O MTBF é, portanto, um indicador de está diretamente relacionado a DF e, conseqüentemente, a confiabilidade da manutenção. Por meio desse indicador, também, é possível compreender o comportamento e frequência de determinadas falhas, para então atuar com as técnicas e métodos mais adequados a situação.

2.3.5 Mean Time To Repair (MTTR)

O MTTR, ou tempo médio para reparos, pode ser definido, de acordo com a norma NBR 5462, como:

2.14.8 Capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 3).

O MTTR é o tempo médio gasto para reparar os equipamentos durante uma parada provocada por uma falha, portanto, é diretamente proporcional a complexidade de reparo do equipamento após uma falha, isto é, quanto maior a complexidade do reparo maior, maior o tempo dependido e maior o MTTR.

Matematicamente, o indicador é expresso pela razão entre o somatório dos tempos de reparo (t^R) e o número de paradas, geradas por falhas, realizadas pelo equipamento (N), conforme mostrado na equação (3.3).

$$MTTR = \frac{\sum t^R}{N} \quad (3.3)$$

Este indicador é medido em horas e é inversamente proporcional a DF, ou seja, quanto mais elevado o tempo para a realização da manutenção após uma falha menor a disponibilidade.

Portanto, a manutenção, através de seus KPIs, permite à organização ganhos estratégicos de planejamento, propiciando maiores benefícios. Tomando as

melhores decisões para interromper o processo produtivo somente quando necessário, e ainda garantir um aumento da vida útil dos equipamentos.

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho se deu a partir do emprego de dados reais do setor de PCM de uma empresa mineração de grande porte e, portanto, algumas informações serão omitidas para resguardar a empresa. Serão tratados os métodos e ferramentas aplicados para alcançar o objetivo esperado, o qual é automatizar e otimizar os processos de desenvolvimento e divulgação dos relatórios de KPIs do setor de PCM de equipamentos de mina com auxílio do *software* Power BI.

3.1 Extrair, transformar e carregar dados

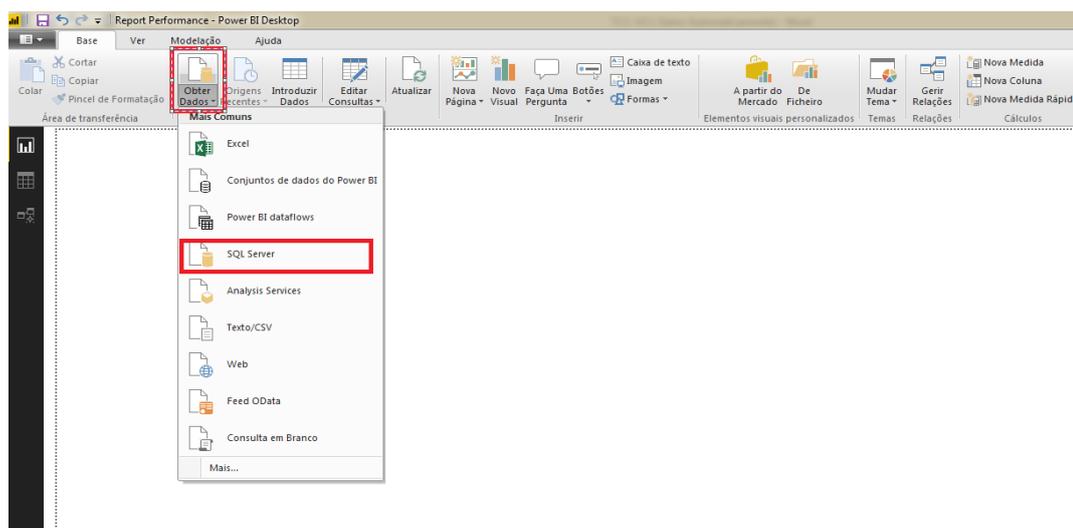
O primeiro passo a antes de gerar e divulgar os indicadores é identificar todos os dados necessários ao desenvolvimento e Importá-los com o método mais adequado de forma a otimizar os próximos passos, transformação e carga.

3.1.1 Extraindo os dados

Os dados para o desenvolvimento dos indicadores chave de performance (DF, MTBF, MTTR) foram extraídos do banco de dados da empresa, gerenciado pelo software Microsoft SQL Server, e arquivos em do Excel armazenados no Microsoft Sharepoint.

Para extrair e importar os dados do SQL Server para o Power BI foi utilizado o recurso de obtenção de dados fornecido pelo próprio Power BI. Portanto, foi selecionado o botão “Obter Dados”, através do menu de opções, e, logo após, foi selecionada a opção SQL Server conforme Figura 3.1.

Figura 3.1: Extração de dados do SQL Server.



Fonte: Microsoft Power BI.

Após selecionada a opção foi feita a configuração da consulta ao SQL Server na janela aberta, fornecendo todas as informações solicitadas conforme mostra a Figura 3.2.

Figura 3.2: Janela para preenchimento de informações SQL Server.

 A screenshot of the 'Base de dados do SQL Server' (SQL Server Database) configuration dialog box. The dialog has the following fields and options:

- Servidor:** XXXX.XX.XXXX.XX
- Base de Dados (opcional):** SIAM
- Modo de Conectividade de Dados:**
 - Importar
 - DirectQuery
- Opções avançadas:**
 - Tempo limite do comando em minutos (opcional):** [Empty field]
 - Instrução SQL (opcional, requer a base de dados):**

```
SELECT Rastreamento_Tempo.LetraIni, Rastreamento_Tempo.LetraFim,
Rastreamento_Tempo.TurnoIni, Rastreamento_Tempo.TurnoFim, Rastreamento_Tempo.Trimestre,
Rastreamento_Tempo.Semana, Rastreamento_Tempo.Id, Rastreamento_Tempo.Tipo,
Rastreamento_Tempo.DiaIni, Rastreamento_Tempo.DiaFim, Rastreamento_Tempo.MesIni,
Rastreamento_Tempo.MesFim, Rastreamento_Tempo.AnoIni, Rastreamento_Tempo.AnoFim,
Rastreamento_Tempo.LocComponente, Rastreamento_Tempo.Componente, Rastreamento_Tempo.Falha,
Rastreamento_Tempo.Causa, Rastreamento_Tempo.Efeito, Rastreamento_Tempo.Responsavel,
Rastreamento_Tempo.Executor, Rastreamento_Tempo.Preenchimento,
FROM SIAM.dbo.Rastreamento_Tempo Rastreamento_Tempo
WHERE (Rastreamento_Tempo.AnoIni >= 2019)
```
- Checkboxes:**
 - Incluir colunas de relação
 - Navegar utilizando hierarquia completa
 - Ativar o suporte de Ativação Pós-falha do SQL Server
- Buttons:** OK, Cancelar

Fonte: Próprio autor.

O método escolhido para a conexão foi o Importar, dada a maior liberdade de manipular os dados proporcionada por este método. Também foi criada uma

instrução em SQL para selecionar, dentro da fonte de dados tabular SIAM, apenas as colunas relevantes ao trabalho. Após clicar sobre o Botão OK os dados são importados para o Power BI.

Os dados conseguidos através desta primeira consulta fazem referência as paradas realizadas por cada equipamento de mina, ou seja, esta fonte de dados contém todas as intervenções realizadas em cada equipamento, ou ainda, contém todas paradas preventivas, aquelas com intuito de corrigir previamente defeitos e possíveis falhas, e todas as paradas corretivas, geradas por falhas ou defeitos.

Foram realizados os mesmos procedimentos da consulta anterior para extrair os dados da segunda consulta da fonte de dados tabular denominada MonitoramentoDB, armazenada no mesmo servidor já consultado. Esta nova tabela contém informações sobre os tempos de cada equipamento, por exemplo, tempo em manutenção, tempo em deslocamento, tempo em operação, entre outros. Não foi realizada nenhuma instrução em SQL pois todas as colunas eram uteis a construção dos indicadores.

As demais consultas foram realizadas no Microsoft Sharepoint, uma aplicação web versátil com um ambiente personalizável onde é possível usá-la como portal corporativo, intranet, ambiente de gestão de informações, fluxos de trabalho e equipes. Para extrair as informações oriundas desta fonte foi selecionado a opção de obter dados do Sharepoint, e logo depois, na janela aberta, foi preenchida a informação com a URL dos arquivos em Excel, salvos e compartilhados via Sharepoint, conforme demonstrado Figura 3.3.

Figura 3.3 :Janela para preenchimento da URL do arquivo salvo no Sharepoint.



Fonte: Próprio autor.

Foram três consultas realizadas por meio do procedimento acima, a primeira retornou a tabela de Dimensionamento Mensal, a segunda de Orçado Ano e

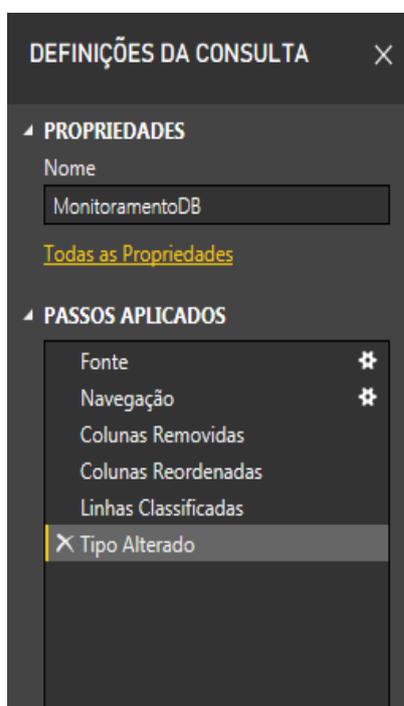
por último a Relacional. As duas primeiras consultas continham dados foram utilizados como referência para os KPIs e a última continha dados utilizados para integrar, agrupar as todas as fontes de dados, ou seja, criar relações entre todas as consultas realizadas.

3.1.2 Transformação e Carga de dados

Feita cada uma das conexões entre as fontes de dados e o Power BI, foi acessado o outro recurso do *software*, Power Query, para realizar operações sobre os dados para de adequá-los ao objetivo final.

Para a tabela MonitoramentoDB, conforme a Figura 3.4, foram removidas algumas colunas que continham valores nulos, depois reordenadas, classificadas e o tipo foi ajustado conforme os dados, pois os dados do tipo data, número inteiro, texto, número decimal entre outros podem vir a perder a configuração inicial durante o processo de extração e Importação, por isso é Importante ajustá-los para que não venham prejudicar a construção dos KPIs e demais informações.

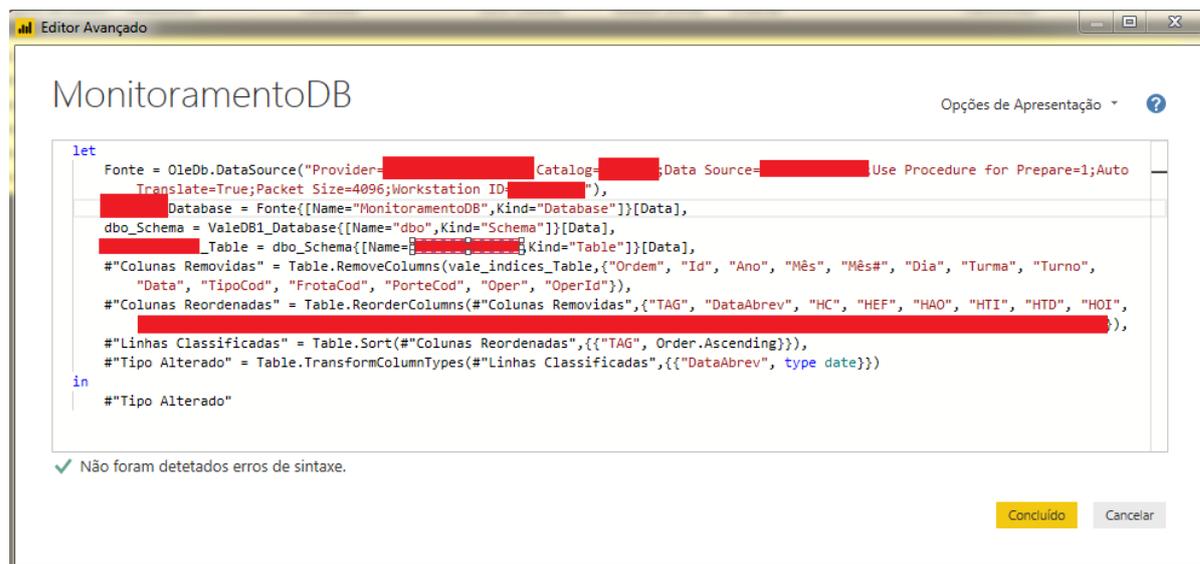
Figura 3.4: Adequação da tabela MonitoramentoDB.



Fonte: Próprio autor.

Para as aplicar as transformações necessárias foram utilizados os recursos disponibilizados no menu de opções do Power Query. A Figura 3.5 mostra os passos aplicados sobre a tabela MonitoramentoDB, estruturados em “M”, linguagem que está por de trás das operações de tratamento dos dados nesta etapa.

Figura 3.5: Passo a passo da linguagem “M”.



Fonte: Próprio autor.

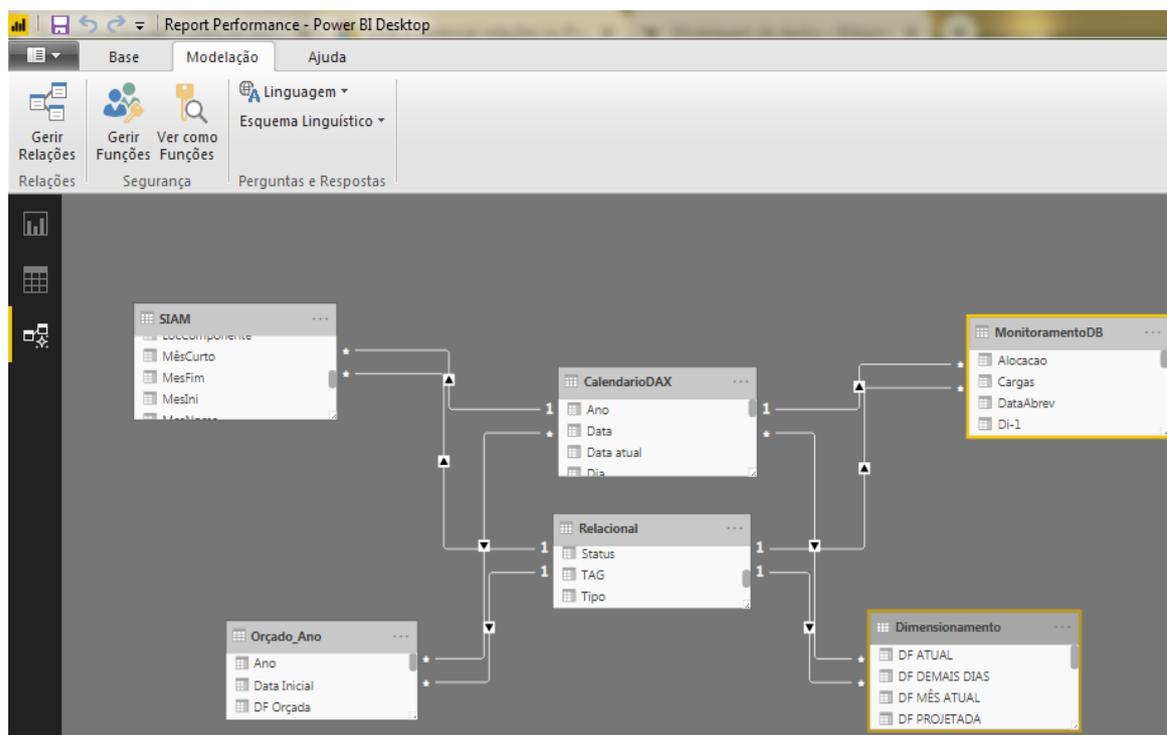
Assim, após de realizar todas as transformações necessárias para as demais tabelas, conforme feito com a tabela MonitoramentoDB, foi realizada carga de todas por meio do botão “fechar/aplicar”, localizado no menu de opções do Power Query, disponibilizando os dados devidamente tratados para o desenvolvimento dos KPIs e demais análises.

3.2 Modelagem de dados

O ambiente dentro do Power BI fornece a possibilidade de criar relações entre as tabelas Importadas, o que permite calcular resultados com maior precisão, realizar análises mais criteriosas e exibir informações implícitas. Portanto, permite criar uma estrutura sólida e integrada, capaz prover informações que fornecerão suporte ao PCM.

A Figura 3.6 apresenta as relações criadas através do Power Pivot.

Figura 3.6: Modelo de dados



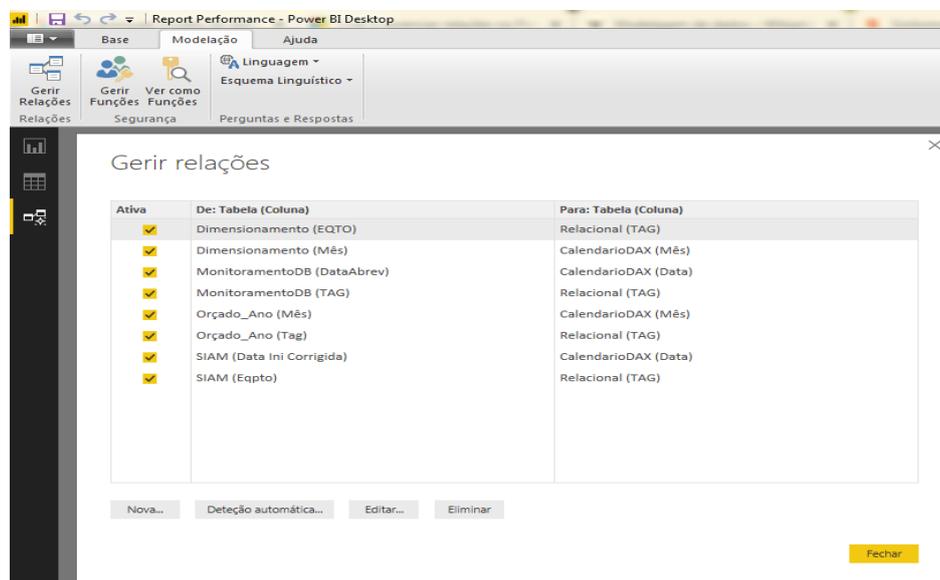
Fonte: Próprio autor

As tabelas SIAM, Orçado_Ano, MonitoramentoDB e Dimensionamento, que possuem dados e informações sobre os equipamentos de mina, podem ser chamadas de tabelas fato. Já as tabelas Relacional e CalendarioDAX são tabelas usadas para buscar o dado ou informação dentro de uma dimensão específica, são usadas como “pontes” que interligam as outras tabelas. Neste caso as dimensões são o tempo e equipamento.

A tabela CalendarioDAX foi criada a partir de uma coleção de funções DAX (*Calendar()*, *Day()*, *Week()* e *etc.*) para integrar e relacionar as datas das tabelas do modelo de dados desenvolvido.

O esquema de relacionamento criado procurou atender as necessidades dos processos do PCM para otimizar e automatizar as atividades de rotina de gerar e divulgar os indicadores. A Figura 3.7 apresenta as relações criadas entre as tabelas.

Figura 3.7: Relacionamento entre as tabelas



Fonte: Próprio autor

Essas relações têm como base dois parâmetros fundamentais, duas dimensões a se explorar, o tempo e o equipamento. Através da dimensão tempo é possível explorar as informações por meio das perspectivas de dia, mês, trimestre, semestre, ano e tudo que estiver dentro de seu escopo. Já através da dimensão equipamento é possível explorar as informações por equipamento, grupo, frota ou família. É importante ressaltar que cada equipamento possui um código identificador único, denominado TAG ou EQTO, usado para relacionar as consultas realizadas.

3.3 Construindo os Key Performance Indicators

Para a construção dos KPIs da manutenção foram usadas as funções DAX para desenvolver medidas que refletissem fielmente cada um dos indicadores DF, MTTR e MTBF.

3.3.1 Medida DF

A Disponibilidade física, DF, é a razão entre o somatório das horas em que o equipamento esteve em operação, ou seja, realizando o serviço para o qual foi designado, pelo somatório das horas calendário - o somatório das horas disponíveis no período considerado.

A Figura 3.8 apresenta a medida desenvolvida na linguagem DAX que traduz o conceito de DF.

Figura 3.8: Medida DF.

```

1 DF = IF(SUM(MonitoramentoDB[HC])>0; // Se o equipamento está ativo( em
  operação ou em manutenção) su HoraCalendario é maior que zero
2 | | | (SUM(MonitoramentoDB[HC])-SUM(MonitoramentoDB[HM]))/(SUM
  (MonitoramentoDB[HC]));// Se True DF = Somatatório HoraCalendario -
  Somatório HoraManutenção / Somatorio
3 | | | 0 // Se não DF =0

```

Fonte: Próprio autor.

3.3.2 Medida MTTR

O indicador de tempo médio de reparo, MTTR, fundamental para a avaliar eficiência da manutenção e os procedimentos adotados para reparar os equipamentos. É expresso como sendo a razão entre o somatório dos tempos de reparo ocasionados por falha ou defeito (manutenção corretiva), pelo somatório do número de falhas ou defeitos que impediram, em algum momento, o equipamento desempenhar sua função requerida. A Figura 3.9 demonstra conceito do indicador escrito na linguagem DAX.

Figura 3.9: Medida MTTR.

```

1 MTTR = IF(SUM(MonitoramentoDB[HMC])=0; // se o somatório das Horas em Manutenção Corretiva é igual
  zero
2 | | | 0; // MTTR=0,ou seja, o equipamento não apresentou falha ou defeito no periodo
3 | | | Divide( sum(MonitoramentoDB[HMC]); sum(SIAM[ContaFalha])) // se não MTBF = Somatório das
  Horas em Manutenção Corretiva dividido pelo nº de falhas
4 | | |

```

Fonte: Próprio autor.

3.3.3 Medida MTBF

O indicador de tempo médio entre falhas, MTBF, fundamental para a avaliar eficácia da manutenção e os procedimentos adotados para reparar os equipamentos. É expresso como a razão entre o somatório das horas em operação, pelo somatório do número de falhas ou defeitos que impediram, em algum momento, o equipamento desempenhar sua função requerida. A Figura 3.10 demonstra conceito do indicador traduzido para a linguagem DAX.

Figura 3.10: Medida MTBF.

```

1 MTBF = IF(SUM(SIAM[ContaFalha])=0; // se não houve falhas ou defeitos
2           SUM(MonitoramentoDB[HT]); // MTBF = Horas Trabalhadas, ou sej, o equipamento não parou; operação 100%
3           DIVIDE(SUM(MonitoramentoDB[HT]);SUM(SIAM[ContaFalha]))// MTBF = Horas Trabalhadas / nº de falhas ou defeitos
4

```

Fonte: Próprio autor.

3.4 Report Performance

O Desenvolvimento de um único relatório contendo os KPIs da manutenção foi a forma encontrada de integrar e fornecer uma visão sistêmica da manutenção, além de facilitar o controle e a divulgação das informações, evitando envio de vários e-mails diários que tornavam todo o processo de decisão moroso e até falho, por vezes.

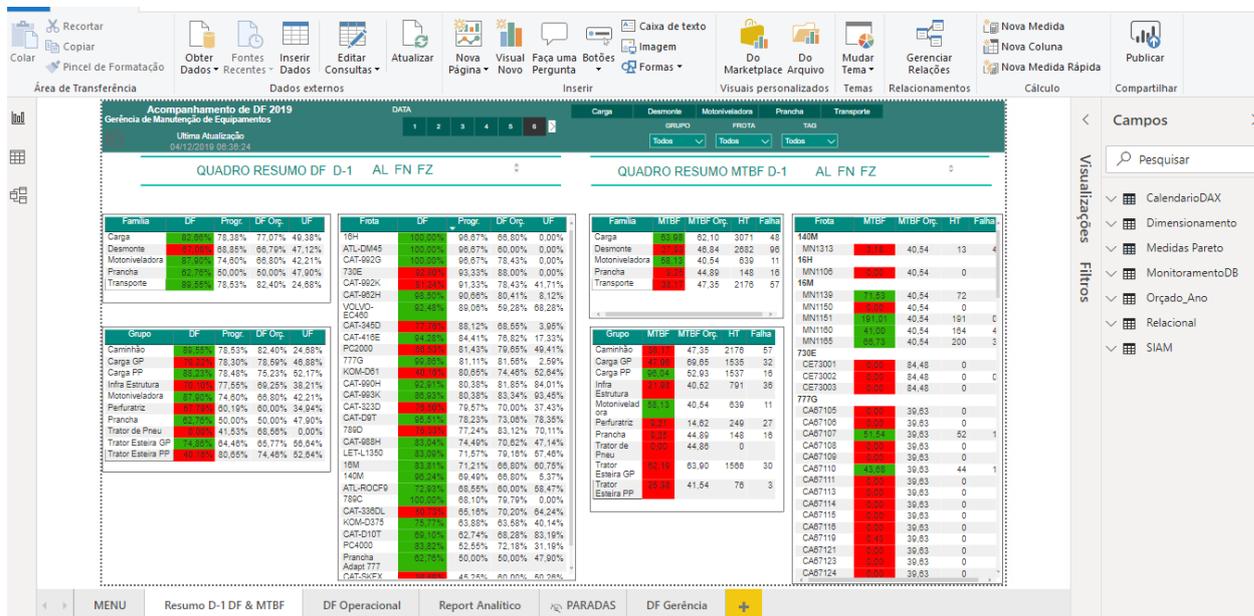
O Report Performance é composto por quatro páginas, onde cada página foi desenvolvida em conjunto com os demais colaboradores, dentre eles analista, técnicos e supervisores, para então compreender e responder as questões críticas em relação aos processos do PCM e aos equipamentos de mina. A seguir será detalhado as considerações feitas para a construção de cada uma das páginas, assim como sua finalidade.

3.4.1 Resumo D-1 DF & MTBF

A primeira página do relatório, Figura 3.11, foi desenvolvida para atender aos técnicos de área e supervisores, fornecendo informações sobre a DF e o MTBF

acumulados realizados até o dia anterior, comparando-os com os valores de referência e destacando em vermelho aqueles não estão em conformidade.

Figura 3.11: Primeira página do Report Performance.



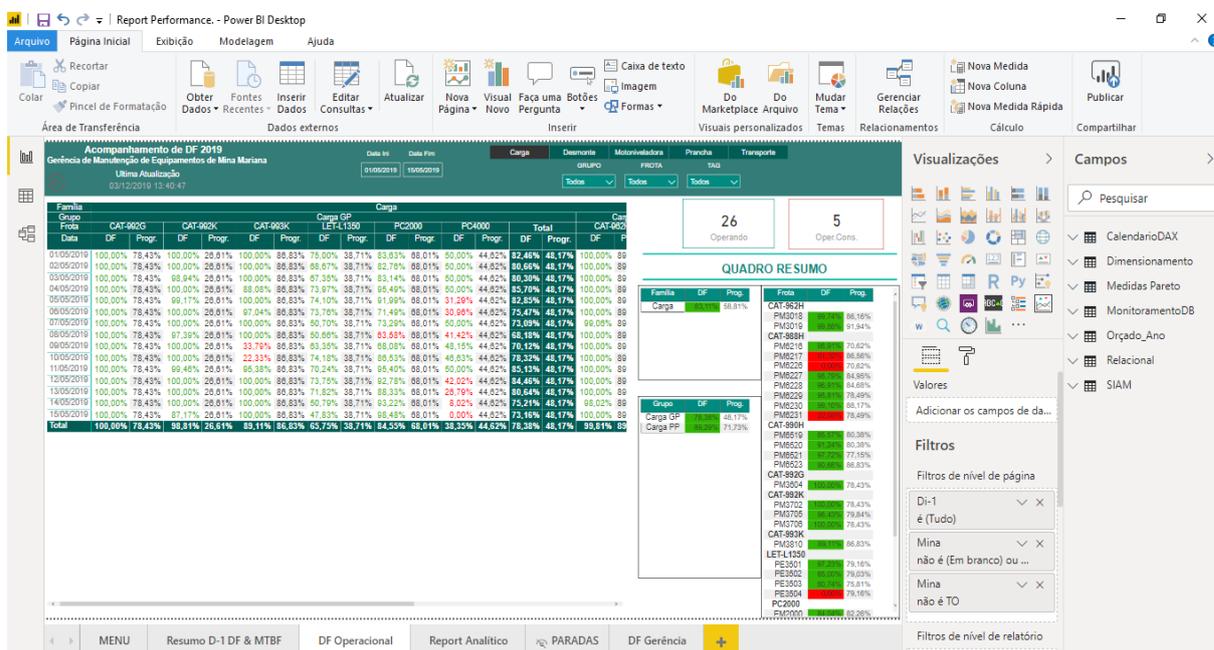
Fonte: Próprio autor.

As informações contidas nesta página norteiam as reuniões no início de cada turno de trabalho, onde é discutido as atividades do dia e quais os equipamentos não têm apresentado um desempenho satisfatório. Assim, entender quais as causas dessa baixa performance para então, se necessário, tomar medidas mais eficazes para corrigir as falhas no equipamento ou nos processos de manutenção.

3.4.2 DF Operacional

A segunda página, Figura 3.12, foi desenvolvida para atender as demandas do chão de fábrica em relação a DF diária e acumulada do mês, ou do período selecionado, para cada equipamento, frota, grupo ou família. Também há informações sobre quanto equipamentos estão operando e quantos estão parados, e, assim como na página anterior, foram implementadas regras condicionais que destacam os equipamentos que estão abaixo da referência.

Figura 3.12: Segunda página do Report Performance.



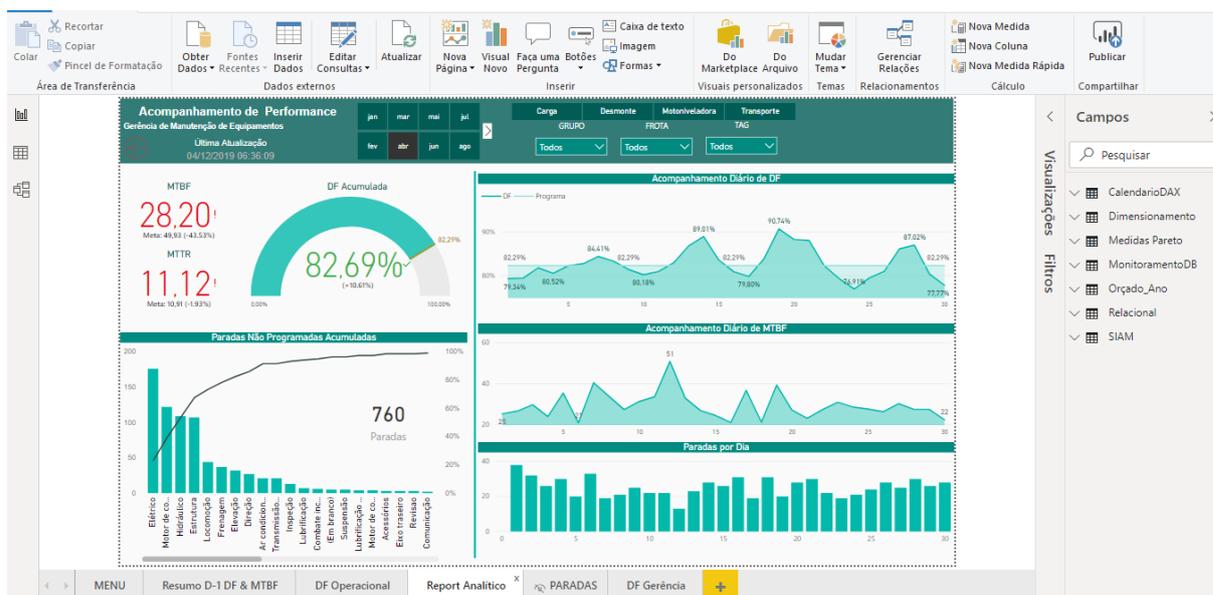
Fonte: Próprio autor.

A página DF Operacional também é usada nas reuniões matinais pois ela estratifica em quais dias um equipamento não atingiu o desempenho esperado, logo é possível buscar no dia identificado quais os fatos levaram à baixa performance.

3.4.3 Report Analítico

A terceira página, Figura 3.13, é dedicada aos analistas e supervisores, contém todos os três indicadores DF, MTBF e MTTR, e ainda o número de paradas em decorrência de falhas e defeitos ou paradas programadas, estratificadas por tipo e apresentadas em um gráfico de Pareto (localizado no canto inferior esquerdo da Figura 3.13).

Figura 3.13: Terceira página Report Performance.

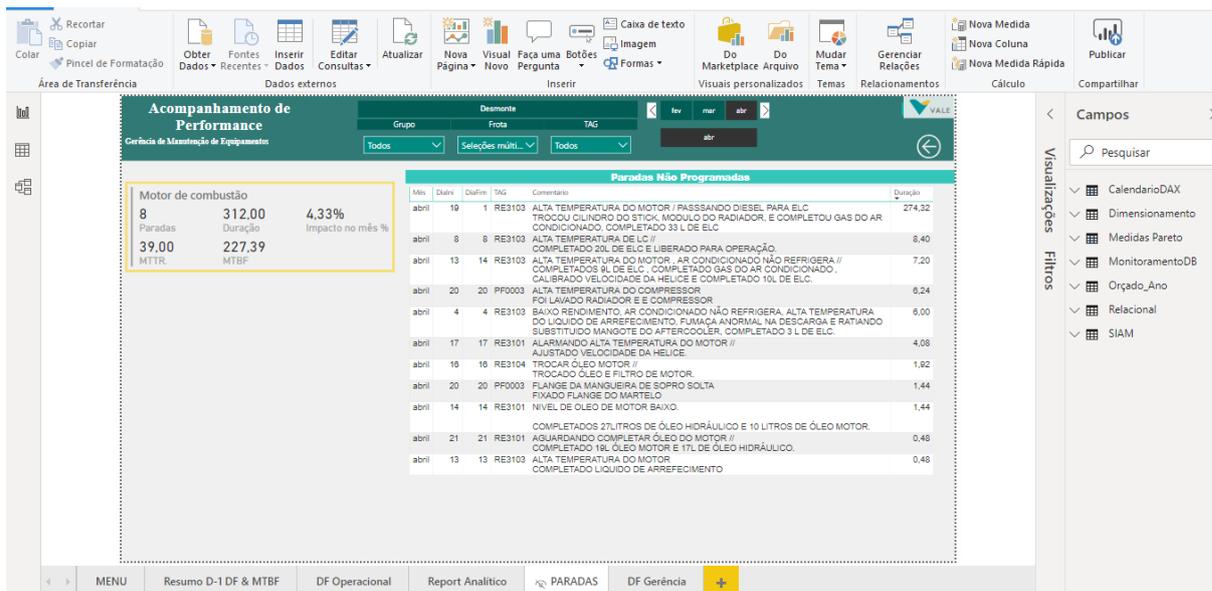


Fonte: Próprio autor.

Esta página foi pensada para ajudar a responder questões relevantes, como, qual o comportamento do indicador ao longo do mês? Qual o tipo de parada que tem influenciado no indicador? Quantas paradas foram realizadas? Essas são apenas algumas questões que página Report Analítico ajuda solucionar, ou pelo menos, a direcionar as próximas ações a serem tomadas.

Também foi desenvolvida uma página auxiliar (Figura 3.14), nomeada de Paradas, que fica oculta e para acessá-la basta clicar sobre o gráfico de Pareto, no tipo de parada desejada, e a página será revelada.

Figura 3.14: Página Paradas.



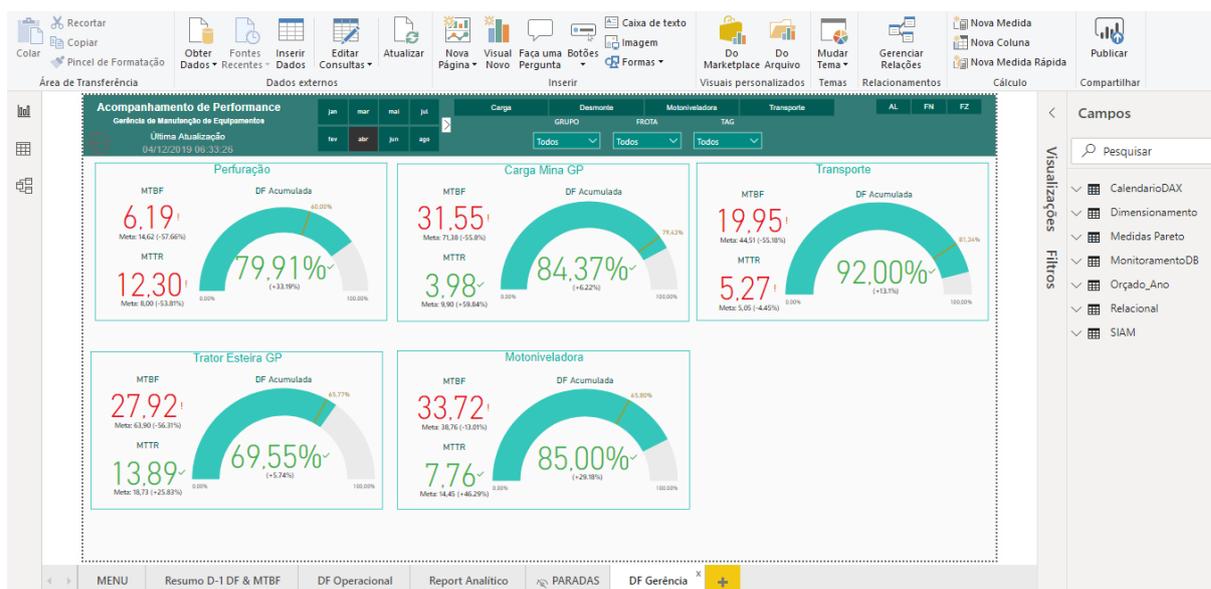
Fonte: Próprio autor.

Esta página acima foi desenvolvida para auxiliar, de forma mais detalhada, os analistas de frotas e supervisores a entender como que uma determinada falha e equipamento tem impactado na DF do mês, identificado quais foram as paradas mais impactantes e, também, a frequência de ocorrência.

3.4.4 DF Gerência

A DF Gerência, Figura 3.15, é a última página do relatório, onde encontra-se os três indicadores estratificados por grupos de equipamentos. Este visual transmite informações por meio de um layout simplificado, permitindo uma análise rápida da performance dos equipamentos de toda a gerência de manutenção.

Figura 3.15: Quarta página Report Performance.



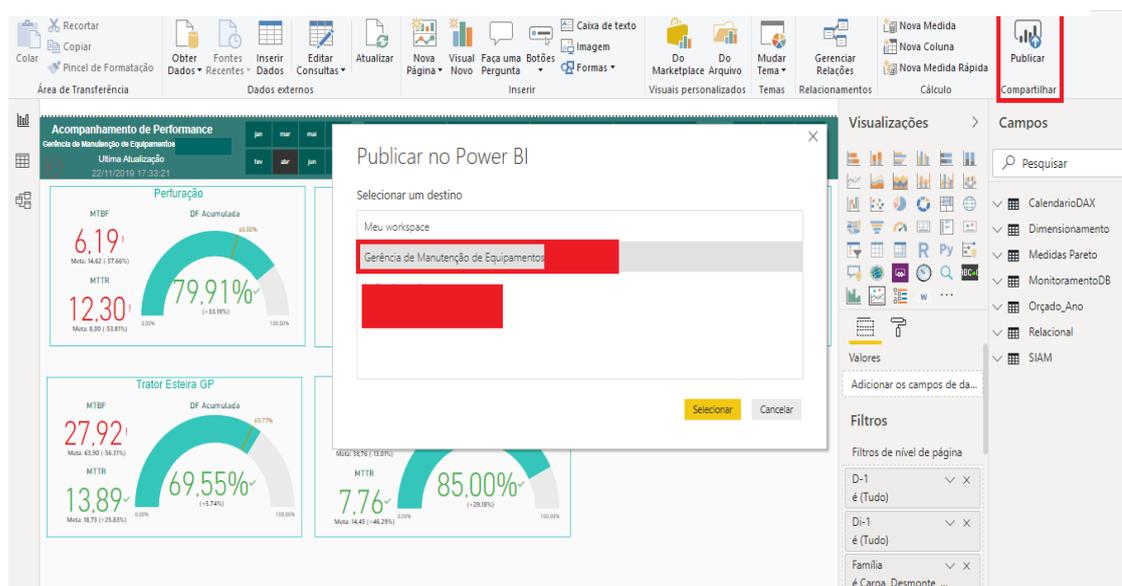
Fonte: Próprio autor.

A DF Gerência foi elaborada para atender o gerente da manutenção, que possui uma rotina muito dinâmica e necessita de informações ágeis, consolidadas, integras e disponibilizadas no momento adequado para suportar as análises e ponderações a respeito da performance Gerência de Manutenção de Equipamentos de Mina.

3.5 Publicação no Power BI Service

Ao término do desenvolvimento e validação das informações, o Report Performance foi publicado no Power BI Service por meio do botão publicar (presente na barra de opções do *software*), e logo após, na janela aberta, foi selecionado o *workspace* da empresa, conforme apresentado logo abaixo na Figura 3.16.

Figura 3.16: Escolha do ambiente de publicação.



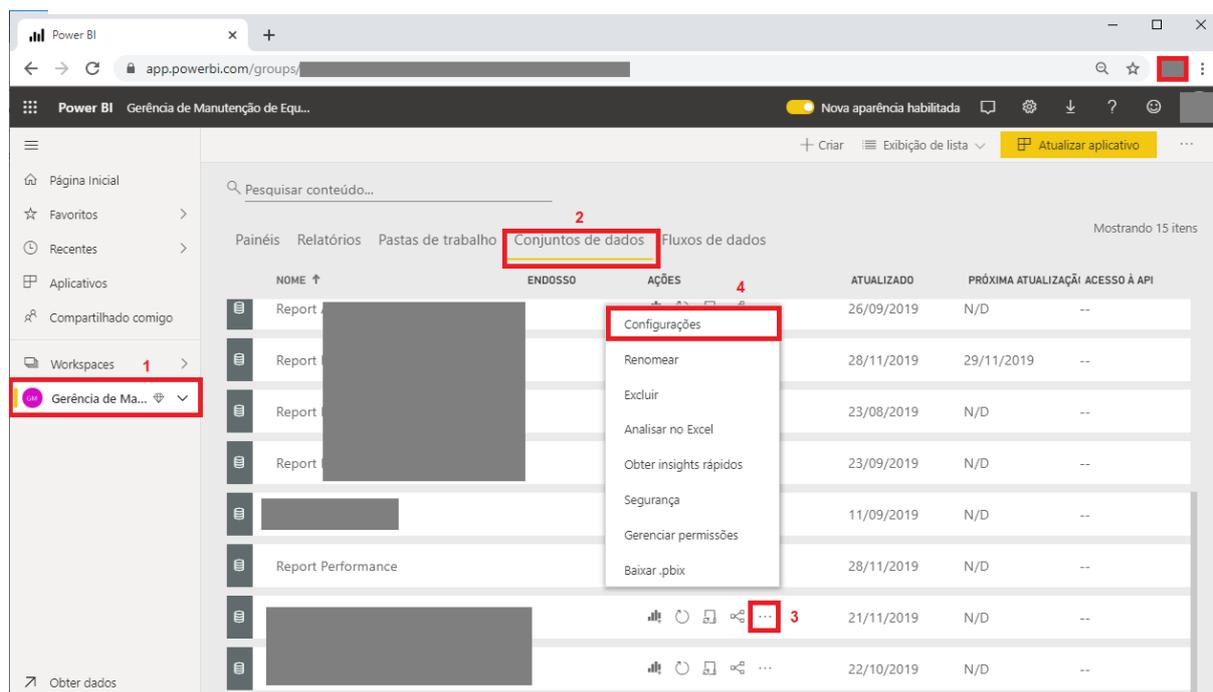
Fonte: Microsoft Power BI.

O *workspace* da empresa é um ambiente que possui o licenciamento Power BI *Premium*, ou seja, não é necessária uma licença PRO para visualizar os relatórios e painéis associados ao ambiente. Assim, todos os colaboradores que têm o acesso previamente permitido ao *workspace* podem consumir todas as informações lá compartilhadas.

Após a publicação no Power BI Service, foi configurado o *gateway* de dados, conforme apresentado nos tópicos 2.2.6.1 e 2.2.6.2. O uso do *gateway* de dados foi necessário para que a atualização agendada funcionasse corretamente, já que o banco de dados da empresa, gerenciado pelo SLQ Server, está em um servidor local, e duas consultas importam dados dessa fonte, MonitoramentoDB e SIAM.

Para configurar a atualização agendada foi preciso, primeiro acessar o *workspace* onde o relatório foi publicado; segundo clicar sobre a aba conjunto de dados; terceiro clicar sobre a reticências; e, por fim, clicar sobre configurações. A Figura 3.16 mostra o passo a passo feito para acessar a páginas onde fora configurada a atualização do relatório.

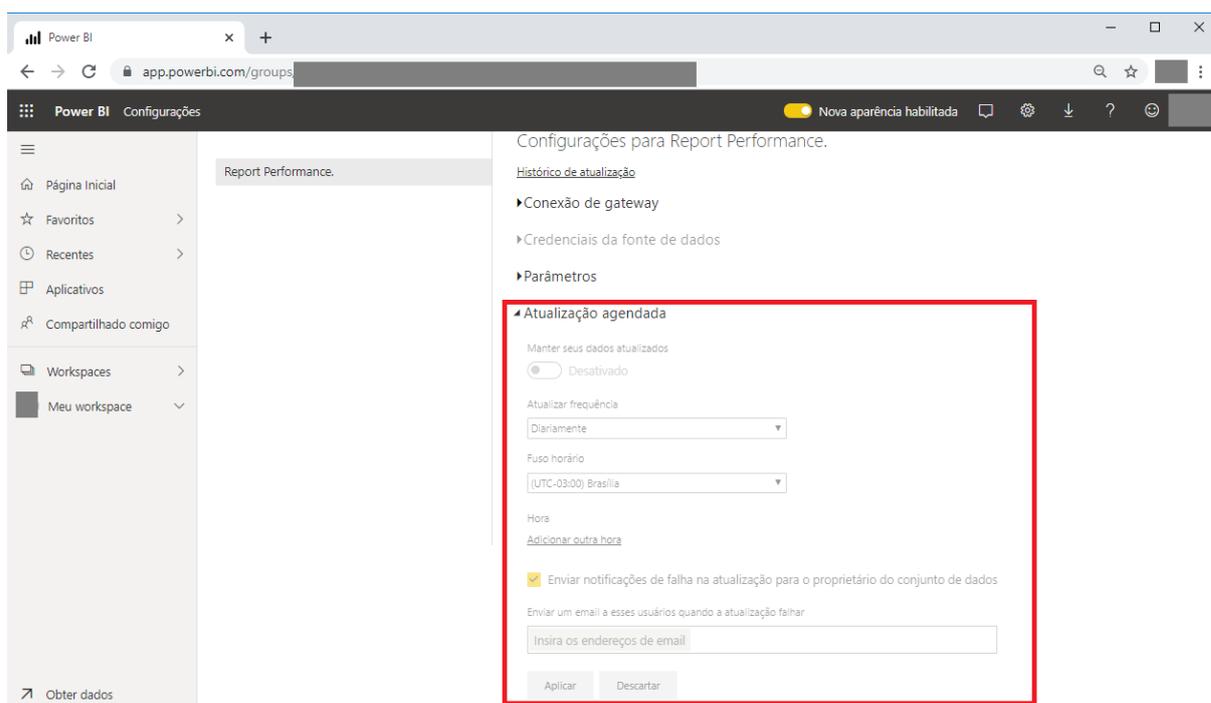
Figura 3.17: Acessando a página de configurações.



Fonte: Microsoft Power BI Service.

Realizados os passos anteriores, na página seguinte (Figura 3.18), foi acessado o tópico atualização agendada e, logo após, foi configurada a atualização do relatório.

Figura 3.18: Configurando a atualização agendada.



Fonte: Microsoft Power BI Service.

Por fim, após as configurações de atualização e compartilhamento, o Report Performance passou a ser utilizado como referência para apoiar a tomada de decisões e para o acompanhamento dos indicadores de performance DF, MTBF e MTTR, dentro da gerencia de manutenção de equipamentos de mina.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A ferramenta de *Business Intelligence* empregada no processo de desenvolvimento, compartilhamento e comunicação dos KPIs abriu portas para análises mais aprofundadas, confiáveis e eficientes. Os resultados auferidos foram de grande valia para PCM e para os colaboradores, abaixo serão descritos os cenários, anterior e posterior, à aplicação do Power BI. Logo após, o quadro 4.1 apresenta de forma sintetizada os resultados da análise.

a) No cenário anterior à implantação do Power BI havia a necessidade diária de relatórios que lotavam os e-mails dos técnicos analistas supervisores e gerente. Os colaboradores responsáveis pela geração e divulgação dos relatórios gastavam em média 40 minutos extrair e integrar os dados por meio de fórmulas complexas que facilmente induziam ao erro, sem contar o número excessivo de arquivos e planilhas salvos na rede interna, que nem sempre eram consistentes entre si, causando dúvidas durante as atualizações diárias. Os relatórios gerados eram estáticos, compostos apenas de tabelas, sem gráficos ou visuais que permitissem análises e comparações personalizadas.

b) O cenário posterior à implantação do Power BI trouxe mais organização e controle sobre as informações geradas e compartilhadas. Os e-mails, que antes lotavam as caixas de entrada, já não são mais utilizados devido ao compartilhamento feito através em uma tecnologia baseada em nuvem, Power BI Service. As atualizações são feitas automaticamente, três vezes ao dia, garantindo que o tempo, antes gasto com geração e divulgação, seja aproveitado para fazer análises e tomar decisões efetivas. As informações se tornaram mais consistentes e sua disponibilização e acesso ganharam velocidade e flexibilidade,

podendo ser acessadas por meio de um simples *smartphone*. Além disso, a informação deixou de ser estática e está com uma nova formatação, com gráficos e filtros que permitem análises mais detalhadas.

Quadro 4.1: Resultados verificados após a implantação do Power BI

Item avaliado	Antes do Power BI	Depois do Power BI
Quantidade de relatórios	7	1
Quantidade de e-mails encaminhados	44 e-mails/mês (desconsiderando erratas)	0
Tempo gasto para gerar e divulgar informações	146 horas/mês	<i>On-line</i>
Nível de detalhe das informações	Limitado e estático	Alto, com possibilidade de criar análises personalizadas para responder a questões específicas.
Complexidade quanto a manutenção do relatório e susceptibilidade a erros.	Alta, fórmulas complexas com referências a diversas tabelas dinâmicas e arquivos.	Baixa, fórmulas diretas baseadas em uma estrutura de dados integrada que facilita construção e manutenção do relatório.

Fonte: Próprio autor

5 CONCLUSÕES

A informação é um dos recursos mais importantes dentro de uma organização, o que torna a maneira como é gerada e compartilhada uns dos fatores críticos para o sucesso. Frente a mudanças constantes e alta competitividade do mercado, obter informação íntegra e de qualidade e no momento certo para suportar a toma de decisão pode ser vital para a perenidade, efetividade, competitividade e produtividade da organização.

As ferramentas de *Business Intelligence* têm ganhado cada vez mais destaque visto que otimizam os processos de obtenção e compartilhamento da informação, tornando-a mais acessível e flexível as demandas do usuário.

Nesse âmbito, este trabalho teve como objetivo geral automatizar e otimizar o processo de desenvolvimento e divulgação dos relatórios de KPIs do setor de Planejamento e Controle da Manutenção de equipamentos de mina de uma empresa mineradora de grande porte. E graças ao emprego de uma ferramenta de BI, o *software* Power BI, o propósito foi atingido com sucesso.

Pôde-se constatar que *software* possui uma interface clara e objetiva, proporcionando experiências únicas para todos os níveis de usuários. Embora pareça simples é uma ferramenta que está em constante evolução e possui inúmeros recursos que possibilitaram a integração de diferentes fontes de dados de maneira eficiente, o que garantiu a criação de um único relatório com informações sobre os indicadores da manutenção DF, MTBF e MTTR, que atendessem desde o chão de fábrica até a gerência.

Através do Report Performance, o relatório criado, notou-se uma melhora na qualidade e rapidez com que as informações sobre os indicadores eram compartilhadas, conseqüentemente melhorou o tempo de tomada de decisão. Por meio de análises aprofundadas e personalizadas, promovidas por filtros disponibilizados no relatório, os usuários puderam personalizar e criar análises para atender suas demandas e responder questões relevantes a manutenção. E ainda, o relatório criado serviu de inspiração para criar outros modelos a fim de atender processos que também demandam informação com rapidez e qualidade.

Por fim, é válido ressaltar que a informação é um recurso vital e precisa ser flexível e disponibilizada em momento oportuno. Embora não seja possível afirmar o

ganho monetário com emprego do Power BI ou outra ferramenta de BI são elas que contribuem para que os dados sejam transformados em informações úteis e disponibilizados aos tomadores de decisão.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Agenda para indústria 4.0**. Brasília, 2018. Disponível em < <http://www.industria40.gov.br/>>, acesso em 22 de junho de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em < http://hdutil.com.br/site/arquivos/biblioteca%20cpcm/NBR_5462_TB_116__Confiabilidade.pdf > acesso em 20 de outubro de 2019.

BARAN, L. R. **Manutenção centrada em confiabilidade aplicada na redução de falhas: um estudo de caso**. 2011. 103 p. Monografia (Trabalho de Final de Curso de Especialista em Gestão Industrial: Produção e Manutenção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

BOTELHO, F. R.; FILHO, E. R. **Conceituado o termo business intelligence: origem e principais objetivos**. Sistemas, Cibernética e Informática, vol.11, n.1, p. 55-60, 2014. Disponível em < [http://www.iiisci.org/Journal/CV\\$/ris-ci/pdfs/CB793JN14.pdf](http://www.iiisci.org/Journal/CV$/ris-ci/pdfs/CB793JN14.pdf) > acesso em 20 de outubro de 2019.

CASTRO, L. M.; SILVA M. A. L. Business Intelligence (BI): Análise comparativa entre as ferramentas líderes no mercado. E-RAC, vol. 8, 2018. Disponível em < <http://www.computacao.unitri.edu.br/erac/index.php/e-rac/article/viewFile/1293/911>> acesso em 19 de junho de 2019.

CECI, F. **Business intelligence: livro digital**. 2. ed. Palhoça: UnisulVirtual, 176 p., 2012. Disponível em < http://www.smpark.com.br/site/static/placar/%5B6432_-_19829%5Dbussines_intelligence.pdf>, acesso em 20 de junho de 2019.

CHAVES, E. O. C.; FALSARELLA, O. M. **Os sistemas de informação e sistemas de apoio à decisão**. *Revista do Instituto de Informática*, v. 3, n.1, p. 24-31, 1995. Disponível em < <https://scholar.google.com.br/scholar?oi=bibs&hl=pt-BR&cluster=3691807185031315159>> acesso em 23 agosto de 2019.

Consultoria Excelência; **Power BI essencial**. Julho,2019. Disponível em: <http://www.consultoriaexcelencia.com.br/detalhes_pbi.php> acesso em 23 julho de 2019.

CORRÊA, H. L. e CORREA; **Administração de produção e operações: Manufatura de serviços: uma abordagem estratégica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA S.; SANTOS, M. Y. **Sistema de business intelligence no suporte à gestão estratégica: Caso prático no comercio de equipamentos eletrônicos**. In: XII Conferência da Associação Portuguesa de sistemas de informação, 2012, Portugal. Disponível em < <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/21541>>, acesso em 30 de junho 2019.

DOMINGUES, I. **Gateway no Power BI: entenda o que é, e aprenda como configurar**. 2018. Disponível em <<https://blog.bi9.com.br/gateway-no-power-bi-entenda-o-que-e/>>, acesso em 25 de outubro de 2019.

ECKERSON, W. **Smart Companies in the 21st Century: the secrets of creating successful business intelligent solutions**. Seattle, WA: The Data Warehousing Institute, 2003.

MORAIS E. R.; SILVA S. S.; CARITÁ E. C. **Business Intelligence utilizando tecnologias Web para análise de fatores de risco na ocorrência de doença arterial coronariana**. *Journal of Health Informatics*, São Paulo, vol. 2, n. 1, p. 7-13, jan. 2010. Disponível em < <http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/article/view/2/50>> acesso em 12 setembro de 2019.

GARTNER, I. **About us**. 2019b. Disponível em <<https://www.gartner.com/en/about>> acesso em 20 julho de 2019.

GARTNER, I. **IT Glossary - Analytics and Business Intelligence**. 2019a.

Disponível em < <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-intelligence-bi>> acesso em 21 julho de 2019.

GARTNER, I. **IT Glossary**. 2019c. Disponível em < <https://www.gartner.com/it-glossary/self-service-business-intelligence>> acesso em 21 julho de 2019.

GREGO, M. **Conteúdo digital dobra a cada dois anos no mundo**. Abril 2014.

Disponível em < <https://exame.abril.com.br/tecnologia/conteudo-digital-dobra-a-cada-dois-anos-no-mundo/>>, acesso em 22 de julho de 2019.

HOWSON C.; RICHARDSON J.; SALLAM R.; KRONZ A. **Magic Quadrant for**

Analytics and Business Intelligence Platforms. Fevereiro, 2019. Disponível em < <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-65P04FG&ct=190125&st=sb>> acesso em 20 julho de 2019.

Johansson, B.; Alkan, D.; Carlsson, R. **Self-Service BI does it Change the Rule of the Game for BI Systems Designers**. CEUR Workshop Proceedings. 2015, p. 48-61. Disponível em < <http://ceur-ws.org/Vol-1420/>> > acesso em 21 julho de 2019.

LAGO, K. **Webinar: 20 Fatos do Power BI Que Você Precisa Saber**, 2019.

Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=nQxbwRkqSaA>>, acesso em 6 de junho 2019.

LIMA, A. V., Lima D. M. **Business intelligence como ferramenta gerencial no suporte ao processo de business performance management**. Univ. Gestão e TI, Brasília, v. 1, n. 1, p. 111-129, 2011.

MACHADO, H. Z. **Business intelligence aplicado ao monitoramento de sistemas de execução de manufatura**. 2019. 63 f. Monografia (Graduação em

Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2019.

MICROSOFT. **Comparando o Power BI Desktop e o serviço do Power BI.** Julho, 2019b. Disponível em < <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/service-service-vs-desktop>>, acesso em 21 de julho 2019.

MICROSOFT. **Data refresh in Power BI.** Junho, 2019e. Disponível em < <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/refresh-data#live-connections-and-Consulta Direta-to-on-premises-data-sources>>, acesso em 27 de julho 2019.

MICROSOFT. **Noções básicas do DAX no Power BI Desktop.** Maio, 2019d. Disponível em < <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/desktop-quickstart-learn-dax-basics>>, acesso em 21 de julho 2019.

MICROSOFT. **O que é Power BI.** Julho, 2019. Disponível em < <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/power-bi-overview>>, acesso em 21 de julho 2019.

MICROSOFT. **O que é um gateway de dados local?** Julho, 2019g. Disponível em < <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/service-gateway-onprem>>, acesso em 30 de julho 2019.

MICROSOFT. **Power BI licensing in your organization.** Abril, 2019f. Disponível em < <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/service-admin-licensing-organization>>, acesso em 30 de julho 2019.

MICROSOFT. **Understanding Power Query M functions.** Abril, 2019c. Disponível em < <https://docs.microsoft.com/en-us/powerquery-m/understanding-power-query-m-functions>>, acesso em 21 de julho 2019.

NASCIMENTO, A. **Gartner publica versão 2019 de seu Quadrante Mágico. Insight Data Services.** Fevereiro, 2019. Disponível em

<<http://www.insightdataservices.com.br/gartner-publica-versao-2019-de-seu-quadrante-magico/>>, acesso em 20 julho de 2019.

NETO, E. D. **Sistema de Gestão da Manutenção de Ativos: Desenvolvimento de Método de Implatação em uma Universidade Pública**. 2019. 141 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

NUNES, E. D. **Uma análise comparativa sobre ferramentas para self-service business intelligence**. 2016. 39 p. Monografia (Trabalho de Final de Curso de Sistemas de Informação) – Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

REZENDE, D. A. **Tecnologia da informação integrada à inteligência empresarial alinhamento estratégico e análise da prática nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2002.

SAITO, E. S.; HORITA, R. Y. **BUSINESS INTELLIGENCE COMO UMA FERRAMENTA DE GESTÃO** In: V Encontro Científico e Simpósio de Educação Unisalesiano, São Paulo, 2015. Disponível em <<http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2015/publicado/artigo0196.pdf> >, acesso em 1 de outubro de 2019.

SELLITTO, M. A. **Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos**. Revista Produção, v. 15, n. 1, p. 044-059, janeiro 2005.

SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. **Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support**. New Jersey: Person, 2014.

SILVA, D. C. **Uma arquitetura de *business intelligence* para processamento analítico baseado em tecnologias semânticas e em linguagem natural**. 2011. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção e operações**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (pcm) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (pcp): uma abordagem analítica**. 2008.172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica do Paraná.

TATSCH, D. M. **Metodologia da Manutenção centrada na confiabilidade aplicada em máquina de montar pneus**. 2010. 31 p. Monografia (Trabalho de Final de Cursos de Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

WORD ECONOMIC FORUM. **Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact**. Setembro, 2015. Disponível em <
http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf >, acesso em 20 de junho de 2019.