

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Curso de Graduação em Sistemas de Informação

Marcos Felipe Brandão Campelo

**Implementação do Ambiente de Business Intelligence Estudo de Caso - no Ramo
Siderúrgico**

**Diamantina
2025**

Marcos Felipe Brandão Campelo

**Implementation of a Business Intelligence Environment: A Case Study in the
Steelmaking Sector**

**Implementação do Ambiente de Business Intelligence: Estudo de Caso - no Ramo
Siderúrgico**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
curso de graduação em Sistemas de Informação,
como parte dos requisitos exigidos para a
obtenção título de Bacharel em Sistemas de
Informação.

Orientador: Prof. Dr. Áthila Rocha Trindade

Diamantina

2025

Marcos Felipe Brandão Campelo

Implementação do ambiente de Business Intelligence: Estudo de caso - no ramo Siderúrgico

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Sistemas de Informação, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Áthila Rocha Trindade

Data de aprovação ____/____/____.

Prof. Dr. Áthila Rocha Trindade

Prof. Dra. Kattiana Fernandes Constantino

Prof. Dr. Marcelo Ferreira Rego

Diamantina

Dedico este trabalho à memória de meus avós e, de forma especial, à minha madrinha, que me acompanhou desde o início da universidade, mas partiu antes que pudesse estar ao meu lado para celebrar esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, sem ele nada disso seria possível.

De maneira geral, à todos os familiares e amigos, pelo apoio, pela compreensão e pelo incentivo ao longo de toda a minha jornada acadêmica.

De forma especial, à minha noiva, Nathália Fernandino Costa, pelo amor, apoio, compreensão e paciência durante o período de elaboração deste trabalho. Obrigado por entender minhas ausências, por cada palavra de incentivo e por acreditar em mim, mesmo nos dias mais cansativos.

Aos meus pais, Cristiane Geralda Brandão Silva Campelo e Joaquim Campelo Junior, pelo amor, pelos ensinamentos, pela dedicação e por acreditarem em mim em todos os momentos. Este trabalho também é fruto do esforço e do cuidado de vocês.

Ao meu irmão, Guilherme Luis Brandão Campelo, pelo amor, pela amizade, pelo companheirismo e por tornar o caminho mais leve, estando ao meu lado nos momentos de dificuldade e também nas conquistas.

Agradeço, ainda, aos professores pelos ensinamentos compartilhados ao longo da graduação e pela contribuição para a minha formação acadêmica e profissional.

RESUMO

Este trabalho apresenta a implementação de um ambiente de *Business Intelligence* (BI) em uma empresa do setor siderúrgico, motivada pelo grande volume de dados operacionais e pela ausência de uma cultura consolidada de análise de dados. Trata-se de um estudo de caso aplicado, de abordagem qualitativa, que parte de um cenário sem ambiente analítico estruturado, com informações dispersas em planilhas manuais e em um sistema legado; além de decisões fortemente baseadas na experiência dos gestores. Foram realizados levantamentos de requisitos com dirigentes e especialistas, estruturando-se um processo de Extração, Transformação e Carga (ETL) e a modelagem dimensional do ambiente analítico no *Power BI Desktop*. Esse processo contou com conexões a bases relacionais (MySQL e SQL Server); e em painéis específicos, a planilhas Excel online atualizadas diariamente pelos usuários. Ademais, foram desenvolvidos dashboards interativos para as áreas de produção, manutenção e estoque gerencial, com indicadores-chave de desempenho (KPIs) definidos em conjunto com os usuários. Os relatórios foram publicados e atualizados no *Power BI Service*, com uso de licenças *Power BI Pro* e *Power BI Premium*, conforme a criticidade das informações. Observou-se ganho de agilidade, padronização e confiabilidade dos dados, além do fortalecimento de uma cultura mais orientada a dados, evidenciando os benefícios do BI no contexto industrial siderúrgico.

Palavras-chave: Business Intelligence. Power BI. Dashboard. Siderurgia. ETL. Tomada de decisão.

ABSTRACT

This work presents the implementation of a Business Intelligence (BI) environment in a company in the steel industry, motivated by the large volume of operational data and the absence of a consolidated data analysis culture. It is an applied case study with a qualitative approach that starts from a scenario without a structured analytical environment, in which information was dispersed across manual spreadsheets and a legacy system; in addition, decisions were largely based on managers' experience. Requirements were gathered with executives and subject-matter specialists, leading to the structuring of an Extract, Transform and Load (ETL) process and the dimensional modeling of the analytical environment in Power BI Desktop. This process included connections to relational databases (MySQL and SQL Server); in specific dashboards, it also relied on online Excel spreadsheets updated daily by users. Interactive dashboards were developed for the production, maintenance and managerial inventory areas, with key performance indicators (KPIs) defined jointly with users. The reports were published and updated in the Power BI Service, using Power BI Pro and Power BI Premium licenses according to the criticality of the information. The results indicate gains in agility, standardization and data reliability, as well as the strengthening of a more data-driven culture, highlighting the benefits of BI in the context of the steel industry.

Keywords: Business Intelligence. Power BI. Dashboard. Steel industry. ETL. Decision-making.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Preparação de dados no Power Query	37
Figura 2 – Modelo dimensional da Produção 1: Tabela fato operacional	39
Figura 3 – Modelo dimensional da Produção 2: Tabela fato operacional hora	40
Figura 4 – Modelo dimensional da Produção: Tabela fato minério	41
Figura 5 – Modelo dimensional do Estoque Gerencial	42
Figura 6 – Modelo dimensional da Manutenção	43
Figura 7 – Atualização agendada via Power BI Service	46
Figura 8 – Dashboard de produção diário – PAINEL DIÁRIO	49
Figura 9 – Dashboard de Produção nas últimas 8 horas – PAINEL OPERAÇÃO AF1 ...	52
Figura 10 –Dashboard de Produção nas últimas 8 horas – PAINEL OPERAÇÃO AF2 ...	53
Figura 11 –Dashboard de controle de Estoques Gerenciais – PAINEL GERENCIAL	57
Figura 12 –Dashboard de Manutenção Principal – PAINEL MANUTENÇÃO	59
Figura 13 –Dashboard PAINEL MANUTENÇÃO Sala de Manutenção	64
Figura 14 –Dashboard de Manutenção Secundário – PAINEL MANUTENÇÃO	65
Figura 15 –FEEDBACK DE DESEMPENHO	68
Figura 16 –FEEDBACK SOBRE USABILIDADE	69
Figura 17 –FEEDBACK SOBRE UTILIDADE DO SISTEMA	70
Figura 18 –FEEDBACK DO GESTOR SOBRE UTILIDADE DO SISTEMA	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF1 – Alto-Forno 1

AF2 – Alto-Forno 2

BC – Basicidade da carga (Índice Teórico)

BI – Business Intelligence (Inteligência de Negócios)

CSN – Companhia Siderúrgica Nacional

DAX – Data Analysis Expressions (Expressões de Análise de Dados)

ERP – Enterprise Resource Planning (Sistema Integrado de Gestão Empresarial)

ETL – Extract, Transform, Load (Extração, Transformação e Carga)

KPI – Key Performance Indicator (Indicador-Chave de Desempenho)

MTBF – Mean Time Between Failures (Tempo Médio Entre Falhas)

MTTR – Mean Time To Repair (Tempo Médio de Reparo)

OLAP – Online Analytical Processing (Processamento Analítico Online)

OLTP – Online Transaction Processing (Processamento de Transações Online)

OS – Ordem de Serviço

PCM – Planejamento e Controle de Manutenção

PLC – Controlador Lógico Programável

SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SI – Sistemas de Informação

SQL – Structured Query Language (Linguagem de Consulta Estruturada)

VM – Virtual Machine (Máquina Virtual)

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	21
1.1 Objetivo Geral:.....	22
1.2 Objetivos Específicos:.....	22
1.3 Justificativa:.....	23
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	25
2.1 Definição de Business Intelligence (BI).....	25
2.2 Componentes e Ferramentas de Business Intelligence (BI).....	26
2.3 Power BI.....	28
2.4 Conceitos Relacionados.....	29
3. Business Intelligence no Contexto da Indústria Siderúrgica.....	31
3.1 Histórico e importância da siderurgia no Brasil.....	31
3.2 Importância e Benefícios do BI no Ramo Siderúrgico.....	32
3.3 Desafios da Indústria Siderúrgica.....	32
3.4 Produção de Ferro-Gusa e Aplicação do BI.....	33
4. METODOLOGIA.....	34
4.1 Cenário de negócio e situação inicial.....	34
4.2 Levantamento de requisitos e definição dos indicadores.....	35
4.3 Obtenção, tratamento e modelagem dos dados (Processo de ETL).....	36
4.4 Ferramentas utilizadas e conexões.....	37
4.5 Modelagem, implementação e evolução visual dos dashboards.....	38
4.6 Publicação, compartilhamento e atualização dos dashboards.....	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
5.1 Dashboards da Produção.....	47
5.1.1 Dashboard - Painel Diário.....	48
5.1.1.1 Fonte de dados e atualização.....	49
5.1.1.2 Layout e cartões superiores.....	49
5.1.1.3 Visuais e indicadores.....	50
5.1.1.4 Uso gerencial e tomada de decisão.....	51
5.1.2 Dashboard - Painel Operação AF1 e AF2.....	52
5.1.2.1 Fonte de dados e atualização.....	53
5.1.2.2 Layout e cartões superiores.....	54
5.1.2.3 Visuais e indicadores.....	54
5.1.2.4 Uso operacional e tomada de decisão.....	56
5.2 Dashboard Gerencial de Estoque.....	56
5.2.1 Fonte de dados e atualização.....	57
5.2.2 Layout e cartões superiores.....	57

5.2.3 Visuais e indicadores.....	57
5.2.4 Uso gerencial e tomada de decisão.....	58
5.3 Dashboard de Manutenção Principal.....	58
5.3.1 Fonte de dados e atualização.....	59
5.3.2 Modelo de dados e público-alvo.....	60
5.3.3 Paineis Manutenção – layout, filtros e cartões.....	60
5.3.4 Visuais e indicadores.....	62
5.3.5 Uso gerencial e apoio à decisão.....	63
5.4 Dashboard de Manutenção Secundário.....	64
5.4.1 Layout, filtros e visuais.....	65
5.4.2 Uso gerencial.....	66
6. Formulário de Respostas dos Usuários.....	67
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
REFERÊNCIAS.....	74
APÊNDICE A – Questionário Semiestruturado.....	76
APÊNDICE B – Questionário Aplicado para Coleta de Feedback.....	77

1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Informação (SI) exercem um papel indispensável na atualidade, atuando diretamente na automatização de processos, na otimização de tarefas e na transformação de diversas áreas e atividades humanas. Sua aplicação tem promovido maior eficiência operacional, ao tornar rotinas mais ágeis e menos dependentes da intervenção manual. Nesse contexto, os bancos de dados assumem um papel central, pois são a base estruturante dos Sistemas de Informação, sendo fundamentais para o armazenamento, recuperação e análise dos dados. Considerando que o volume de dados cresce rapidamente a cada dia, torna-se imprescindível utilizar tecnologias capazes de gerenciar tais informações de forma eficiente.

Entre os principais modelos de banco de dados, destacam-se os sistemas *Online Transaction Processing* (OLTP) e *Online Analytical Processing* (OLAP). Os bancos de dados OLTP são voltados para o registro de transações rotineiras, caracterizando-se por operações rápidas, com menor volume de dados, comumente utilizados em sistemas bancários e de comércio eletrônico. Por outro lado, os bancos OLAP são projetados para armazenar grandes volumes de dados históricos, permitindo análises mais complexas e estratégicas, o que os torna ideais para ambientes voltados à inteligência de negócios (Kimball & Ross, 2013).

No presente estudo de caso, a escolha pelo modelo OLAP justifica-se pela necessidade de realizar análises gerenciais mais robustas, impossibilitadas de serem atendidas por bancos OLTP, cuja estrutura é voltada para operações transacionais e não analíticas.

Apesar da crescente geração de dados na indústria siderúrgica, grande parte dessas informações ainda é subutilizada ou mal organizada, dificultando a tomada de decisões estratégicas baseadas em dados reais. Nesse sentido, o *Business Intelligence* (BI) surge como uma solução tecnológica capaz de transformar dados brutos em informações úteis, apoiando os gestores na formulação de estratégias e no controle de indicadores-chave de desempenho.

Tendo em vista que o tema deste trabalho trata da implementação de um ambiente de Business Intelligence em uma empresa do setor siderúrgico, busca-se explorar como a análise estruturada de dados pode gerar percepções analíticas relevantes para o processo decisório de gestores e supervisores. Tais percepções contribuem para a otimização dos recursos materiais e financeiros, bem como para a elevação dos níveis de produção e eficiência operacional.

A escolha do tema está relacionada à crescente demanda por soluções tecnológicas voltadas à otimização da gestão industrial, especialmente em setores tradicionais como o siderúrgico, nos quais a competitividade exige maior controle dos processos produtivos, dos custos e do desempenho organizacional. A indústria siderúrgica, por sua relevância histórica e estratégica para o desenvolvimento econômico do país, apresenta um ambiente caracterizado pela intensa geração de dados operacionais, o que reforça a necessidade de profissionais capacitados para utilizar essas informações de forma eficaz. Nesse contexto, a integração de soluções de Business Intelligence à experiência acumulada pelo setor ao longo dos anos torna-se um fator relevante para o aprimoramento da gestão.

Apesar dos benefícios associados à adoção de ambientes de Business Intelligence, a implementação dessas soluções em empresas do setor siderúrgico ainda enfrenta desafios relacionados à coleta, organização e análise de grandes volumes de dados, especialmente em razão de suas estruturas produtivas complexas e tradicionais.

1.1 Objetivo Geral:

Fornecer indicadores gerenciais confiáveis, relevantes e de fácil interpretação para uma empresa do setor siderúrgico, de modo a apoiar e aprimorar o processo de tomada de decisão, por meio da consolidação, tratamento e análise de dados operacionais em um ambiente de Business Intelligence.

1.2 Objetivos Específicos:

- Identificar as necessidades de informação dos gestores, supervisores da empresa e do setor de manutenção, identificando os principais processos e pontos críticos relacionados à produção, manutenção e estoque gerencial;
- Mapear as fontes de dados disponíveis na organização (planilhas, sistemas transacionais e registros operacionais) e avaliar sua qualidade e potencial de utilização no ambiente de BI, considerando critérios como preenchimento adequado dos dados, consistência, frequência de atualização, padronização dos registros e confiabilidade das informações;
- Realizar o tratamento, padronização e organização dos dados coletados, assegurando integridade, consistência e rastreabilidade das informações;

- Projetar e implementar um modelo de dados analítico adequado ao contexto siderúrgico, utilizando conceitos de banco de dados OLAP e modelagem dimensional estrela.
- Desenvolver *dashboards* (painel de controle) gerenciais que permitam o acompanhamento de indicadores-chave de desempenho, como eficiência produtiva, disponibilidade de ativos, consumo de insumos e níveis de estoque;
- Avaliar as contribuições do ambiente de BI proposto para a melhoria do monitoramento dos processos, identificação de oportunidades de otimização e suporte às decisões estratégicas da empresa.

1.3 Justificativa:

A adoção de soluções de Business Intelligence na indústria siderúrgica mostra-se essencial diante do elevado volume de dados gerados diariamente nos processos produtivos, logísticos e de manutenção. No contexto analisado, essas informações encontravam-se distribuídas em diferentes planilhas e sistemas operacionais, o que dificultava a consolidação dos dados, a padronização dos indicadores e a obtenção de uma visão integrada do desempenho da operação.

Essa fragmentação impactava diretamente a rotina dos gestores e analistas, que dependiam de múltiplos relatórios e consultas manuais para acompanhar indicadores de produção, consumo de insumos, estoques e manutenção, tornando o processo decisório mais lento e sujeito a inconsistências. Dessa forma, justifica-se a implementação de um ambiente de BI que centralize, trate e disponibilize os dados de forma estruturada, permitindo análises mais ágeis, confiáveis e alinhadas às necessidades gerenciais da empresa.

De forma geral, o desenvolvimento de um ambiente de BI contribui para:

- Transformar dados operacionais em informações estruturadas e acessíveis;
- Aumentar a transparência dos processos;
- Apoiar o monitoramento de indicadores-chave de desempenho;
- Reduzir o tempo gasto na elaboração manual de relatórios;
- Fortalecer a cultura de gestão orientada a dados.
- Padronizar e integrar informações atualmente distribuídas em diferentes planilhas e sistemas;

- Proporcionar uma visão consolidada dos resultados de produção, das ocorrências de manutenção e dos níveis de estoque;
- Permitir a identificação mais rápida de desvios, gargalos e desperdícios;
- Apoiar decisões relacionadas à eficiência operacional, planejamento de recursos e controle de custos.

Do ponto de vista acadêmico, o estudo demonstra, em um contexto real, a aplicação prática de conceitos de Sistemas de Informação, bancos de dados OLAP e BI em um setor industrial estratégico, contribuindo como referência para futuras implementações similares e para a formação de profissionais capazes de utilizar dados como ferramenta de gestão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta os principais fundamentos teóricos que embasam o desenvolvimento do projeto de *Business Intelligence* (BI) abordado neste trabalho. Serão discutidos conceitos essenciais relacionados ao BI, suas ferramentas e componentes, com foco especial no Power BI, além de tópicos complementares como *Extract, Transform, Load* (ETL), Modelo Estrela, *Data Warehousing*, *Big Data*, entre outros. A compreensão desses conceitos é fundamental para contextualizar a implementação descrita no estudo de caso.

2.1 Definição de Business Intelligence (BI)

O termo *Business Intelligence* (BI), que pode ser traduzido como "inteligência de negócios", refere-se a um conjunto de processos, metodologias, tecnologias e ferramentas utilizadas para transformar dados brutos em informações úteis, apoiando o processo de tomada de decisões dentro das organizações. O conceito de BI surgiu como uma resposta à necessidade crescente de se obter vantagem competitiva por meio da análise eficiente dos dados gerados pelas operações empresariais (TURBAN; SHARDA; DELEN, 2013).

A inteligência de negócios permite que organizações de diferentes portes, sejam elas pequenas, médias ou grandes, adotem uma postura mais estratégica, substituindo decisões baseadas em intuições ou suposições por decisões fundamentadas em dados reais e históricos. A aplicação do BI pode ocorrer em diversos setores da empresa, como finanças, marketing, produção, manutenção, estoque e recursos humanos, oferecendo subsídios importantes para o planejamento, monitoramento e melhoria contínua dos processos organizacionais.

A evolução do BI acompanha a própria transformação digital das empresas, com destaque para o papel dos sistemas de armazenamento e processamento de dados, especialmente os modelos OLTP (Online Transaction Processing) e OLAP (Online Analytical Processing). Os sistemas OLTP são voltados para o registro de transações rotineiras e exigem alto desempenho em velocidade e integridade dos dados, sendo utilizados, por exemplo, em sistemas bancários ou de comércio eletrônico. Já os sistemas OLAP são orientados à análise de grandes volumes de dados históricos, permitindo a realização de consultas analíticas complexas que subsidiam a gestão estratégica (KIMBALL; ROSS, 2013).

Enquanto o OLTP é utilizado predominantemente em operações transacionais do dia a dia, o OLAP é essencial para análises gerenciais e estratégicas. Em muitos cenários empresariais, observa-se a utilização combinada destes dois sistemas: o OLTP como fonte primária de coleta de dados e o OLAP como estrutura analítica para suporte à tomada de decisão.

Nesse sentido, compreender a base conceitual do BI, bem como as tecnologias que o sustentam, é fundamental para entender sua aplicação prática em organizações, especialmente em setores industriais que produzem uma grande quantidade de dados operacionais diariamente, como é o caso da siderurgia.

2.2 Componentes e Ferramentas de Business Intelligence (BI)

Os ambientes de BI são compostos por diversos elementos que atuam em conjunto para garantir a coleta, o armazenamento, a transformação e a análise eficiente dos dados, transformando-os em informações estratégicas para a organização.

Um dos processos fundamentais em BI é o ETL, que consiste na extração de dados de diferentes fontes, sua transformação para um formato adequado e a carga desses dados em repositórios de dados centralizados (CHEN et al., 2012). Esse processo é responsável por integrar informações dispersas em sistemas transacionais, planilhas e outras fontes, garantindo a qualidade, integridade e disponibilidade dos dados para análise. Em outras palavras, o ETL é o elo entre os ambientes operacionais e os ambientes analíticos, alimentando estruturas como *Data Warehouses* e *Data Lakes*.

Os *Data Warehouses* são bancos de dados especialmente projetados para suportar consultas analíticas e relatórios gerenciais. Eles armazenam grandes volumes de dados históricos integrados, facilitando a realização de análises multidimensionais (INMON, 2005). Na prática de uma indústria siderúrgica, por exemplo, um *Data Warehouse* pode consolidar dados de produção, estoque e manutenção em um repositório estruturado, permitindo o acompanhamento de indicadores como volume produzido, consumo de matéria-prima e índices de disponibilidade dos equipamentos ao longo do tempo. Com a crescente geração de dados em grande volume, variedade e velocidade, cenário frequentemente associado ao conceito de *Big Data* surgem limitações nos modelos tradicionais exclusivamente estruturados. Nesse contexto, os *Data Lakes* aparecem como repositórios mais flexíveis, capazes de armazenar dados estruturados e não estruturados, como registros de sensores, logs

de equipamentos e documentos técnicos, oferecendo maior versatilidade para análises exploratórias e avançadas em ambientes de *Big Data* (TURBAN; SHARDA; DELEN, 2013). Dessa forma, *Data Warehouses* e *Data Lakes* podem ser vistos como soluções complementares dentro de uma arquitetura de BI, atendendo tanto às necessidades de relatórios gerenciais quanto às demandas de análise mais detalhada e exploratória. Uma vez definidos os repositórios analíticos torna-se necessário estabelecer uma estrutura lógica que organize os dados de forma adequada às necessidades de análise. Nesse contexto, destaca-se o modelo dimensional, uma estrutura amplamente utilizada na área de BI, composto por tabelas fato e dimensão. Segundo Kimball e Ross (2013), as tabelas fato representam o núcleo de qualquer modelo dimensional, sendo responsáveis pelo armazenamento de medidas quantitativas associadas a eventos de negócio, como vendas, transações ou registros de produção. Cada linha de uma tabela fato corresponde a um evento mensurável do mundo real e apresenta uma granularidade definida, que deve ser explicitada durante o processo de modelagem. Além das medidas, essas tabelas armazenam chaves estrangeiras que estabelecem relacionamento com as tabelas de dimensão, possibilitando a análise das métricas sob diferentes perspectivas.

As tabelas dimensão, por sua vez, descrevem os contextos ou atributos dos eventos registrados nas tabelas fato, como produto, cliente, tempo ou localização. Elas contêm atributos descritivos utilizados para filtrar, agrupar e detalhar as análises, enriquecendo as informações disponibilizadas pelas tabelas fato (KIMBALL e ROSS, 2013).

Dentre as metodologias de modelagem dimensional, destaca-se o formato em *star schema* (estrela), idealizado por Ralph Kimball (KIMBALL, 1996). Nesse modelo, a tabela fato ocupa o centro da estrutura e se conecta diretamente a diversas tabelas dimensão, formando uma configuração que remete ao formato de uma estrela. As tabelas dimensão não se relacionam entre si, apenas com a tabela fato, o que contribui para reduzir a complexidade das consultas, melhorar o desempenho e facilitar a navegação e uso por ferramentas de BI, ainda que essa abordagem possa resultar em maior redundância de dados nas dimensões (KIMBALL, 1996; KIMBALL e ROSS, 2013).

Para a exploração e visualização dos dados armazenados, as ferramentas de BI desempenham papel crucial. Entre elas, destacam-se os *dashboards*, que fornecem painéis visuais com *Key Performance Indicator* (KPIs), permitindo o monitoramento em tempo real

das operações e os relatórios gerenciais, que apresentam informações detalhadas e consolidadas para suporte à decisão (TURBAN; SHARDA; DELEN, 2013).

Entre as ferramentas de visualização de dados o Power BI tem ganhado destaque pela sua interface intuitiva, integração com diversas fontes de dados e recursos avançados de análise e compartilhamento. Estudos recentes evidenciam sua aplicação prática no controle de processos e no monitoramento corporativo, destacando os benefícios da sua adoção para o aumento da eficiência operacional e a melhoria da gestão organizacional (SILVA et al., 2021; OLIVEIRA, 2020).

2.3 Power BI

Para trabalhar com BI, é necessário utilizar ferramentas específicas para realizar análises de dados. Uma das mais utilizadas no mercado é o Power BI, ferramenta da Microsoft focada na criação de visualizações interativas, com capacidade de se conectar a diversas fontes de dados (MICROSOFT, s.d). A plataforma possui uma interface intuitiva para usuários iniciantes, ao mesmo tempo que oferece recursos avançados para usuários mais experientes.

É possível realizar funções lógicas utilizando a linguagem Data Analysis Expressions (DAX), criando medidas específicas e colunas calculadas para análises mais aprofundadas, como o cálculo de médias e totais condicionais, a comparação entre valores realizados e parâmetros previamente definidos, bem como a criação de indicadores que variam conforme o período selecionado pelo usuário. A criação dos dashboards e a modelagem dos dados foram realizadas por meio do Power BI Desktop, versão gratuita da ferramenta, voltada para o desenvolvimento local de relatórios. Esse ambiente permite manipular dados, estruturar visualizações e aplicar medidas personalizadas antes da publicação na nuvem.

O Power BI também conta com uma ferramenta embutida chamada Power Query, onde é possível realizar todo o processo de ETL dos dados. No Power Query, é possível executar cálculos específicos por meio da linguagem M, seja de forma manual ou utilizando os recursos nativos já disponíveis para tratamento de dados, como alteração de tipos de colunas, remoção de dados duplicados, padronizações e outras transformações (MICROSOFT, s.d).

Entre as funcionalidades do Power BI, destaca-se também a possibilidade de estabelecer relacionamentos entre tabelas, exigindo a configuração adequada da cardinalidade e direção do filtro, para garantir que os dados se relacionam corretamente. Após esse processo, os recursos visuais nativos da ferramenta podem ser utilizados conforme a necessidade do usuário, incluindo gráficos de barras empilhadas, barras agrupadas, gráficos de linha, funil, cartões, textos, tabelas, matrizes, entre outros.

A ferramenta atende desde usuários menos experientes até os mais avançados. Com DAX é possível construir expressões complexas, além disso, é possível incorporar scripts em Python e R diretamente no ambiente do Power BI, permitindo a criação de gráficos personalizados ou a implementação de algoritmos de aprendizado de máquina.

Usuários com maior nível de assinatura podem ainda utilizar recursos de Inteligência Artificial, como o assistente Copilot, que oferece suporte avançado com base em linguagem natural. Para publicar relatórios na nuvem, a ferramenta conta com o serviço Power BI Service, que permite o agendamento de atualizações automáticas, controle de segurança e compartilhamento eficiente de relatórios, funcionalidades que requerem, no mínimo, a assinatura da versão Pro (MICROSOFT, s.d).

2.4 Conceitos Relacionados

O campo de BI está intrinsecamente ligado a outros conceitos e tecnologias que ampliam seu alcance e potencial analítico. Entre eles, destaca-se o *Data Analytics*, que engloba técnicas de análise de dados voltadas à extração de informações relevantes para a tomada de decisão. O *Data Analytics* pode ser subdividido em análises descritivas, que interpretam dados históricos para entender o que aconteceu e análises preditivas, que utilizam modelos estatísticos e algoritmos para prever eventos futuros (MARQUES; ALMEIDA, 2022).

Outra vertente relevante é o fenômeno do *Big Data*, caracterizado pelo volume, velocidade e variedade crescentes de dados gerados nas organizações e no ambiente digital. A integração do *Big Data* aos sistemas de BI possibilita o tratamento e análise de grandes quantidades de dados heterogêneos, que vão além das capacidades tradicionais dos *Data Warehouses*, ampliando a base para decisões mais robustas e precisas (SANTOS; PEREIRA, 2021).

Por fim, o *Data Mining* é uma técnica fundamental para o BI, pois permite a descoberta de padrões, correlações e *insights* ocultos nos conjuntos de dados. Utilizando métodos estatísticos, inteligência artificial e aprendizado de máquina, o *Data Mining* contribui para identificar oportunidades e riscos que não seriam facilmente percebidos por análises convencionais (OLIVEIRA; COSTA, 2020).

Esses conceitos e tecnologias complementares fortalecem a capacidade do BI de transformar dados em conhecimento estratégico, tornando-se indispensáveis para organizações que buscam competitividade e inovação, como as atuantes no setor siderúrgico.

3. Business Intelligence no Contexto da Indústria Siderúrgica

Este capítulo aborda a aplicação do *Business Intelligence* (BI) no setor siderúrgico, explorando sua importância estratégica, os benefícios obtidos com sua implementação e os desafios enfrentados atualmente pela indústria. A seguir, será apresentado o papel do BI na gestão e otimização da produção, com destaque para o processo de fabricação do ferro-gusa, produto essencial na cadeia produtiva da siderurgia. Também será analisado o cenário atual do setor, evidenciando a relevância da transformação digital e da análise de dados como diferencial competitivo.

3.1 Histórico e importância da siderurgia no Brasil

A indústria siderúrgica ocupa posição central no processo de industrialização e no desenvolvimento econômico do Brasil. Embora existam registros de tentativas de produção de ferro e aço desde o período imperial, foi ao longo do século XX que o setor passou a se estruturar de forma mais consistente. Um marco relevante foi a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em 1941, no contexto da política de substituição de importações do governo Getúlio Vargas, com o objetivo de reduzir a dependência externa e assegurar o fornecimento de aço para infraestrutura, transportes e defesa (BARROS, 2015).

A partir desse período, o parque siderúrgico brasileiro passou por fases de expansão da capacidade produtiva, diversificação de produtos e modernização tecnológica, consolidando o país entre os principais produtores de aço do mundo (NOGUEIRA; MADUREIRA, 2022). O setor caracteriza-se por forte encadeamento produtivo, uma vez que o aço é insumo essencial para a construção civil, indústria automotiva, fabricação de máquinas e equipamentos, setor de energia e obras de infraestrutura em geral, o que evidencia sua relevância estratégica para o crescimento econômico e a competitividade industrial.

Dados recentes do Instituto Aço Brasil indicam que o país conta com um parque siderúrgico composto por múltiplas usinas distribuídas em diferentes estados, responsável por milhões de toneladas de aço bruto ao ano, geração de empregos diretos e indiretos e participação significativa na balança comercial (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2024). Tais indicadores reforçam que a siderurgia permanece como um dos pilares da matriz industrial brasileira.

Nesse cenário, a complexidade dos processos produtivos, a necessidade de controle rigoroso de custos, o cumprimento de exigências ambientais e a pressão por eficiência tornam imprescindível o uso de mecanismos de gestão baseados em informações confiáveis. A grande quantidade de dados gerados nas etapas de produção, manutenção e gestão de estoques, demanda ferramentas capazes de integrar, organizar e analisar essas informações. Assim, a aplicação de soluções de BI em empresas siderúrgicas mostra-se alinhada às demandas atuais do setor, ao apoiar a tomada de decisão gerencial, aumentar a transparência dos indicadores e contribuir para a melhoria contínua do desempenho operacional.

3.2 Importância e Benefícios do BI no Ramo Siderúrgico

O uso do BI no setor siderúrgico tem se mostrado fundamental para a melhoria da gestão organizacional, aumento da eficiência operacional e redução de custos produtivos. Através da análise de dados precisos e oportunos, as empresas siderúrgicas podem identificar gargalos no processo produtivo, otimizar o uso de matérias-primas e ajustar suas estratégias de mercado, contribuindo para a competitividade e sustentabilidade do negócio (DA SOUSA, 2022).

Além disso, a implementação de ambientes de BI permite o acompanhamento em tempo real dos indicadores de desempenho, facilitando a tomada de decisões mais assertivas por parte dos gestores e líderes. Os benefícios específicos incluem a redução de desperdícios, o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade dos produtos, fatores que são determinantes para a permanência das indústrias siderúrgicas no mercado globalizado (MATSUMOTO, 2021).

3.3 Desafios da Indústria Siderúrgica

O setor siderúrgico enfrenta atualmente diversos desafios, que vão desde a necessidade de modernização tecnológica até as pressões econômicas decorrentes da competitividade internacional e das exigências ambientais. A transformação digital tem sido apontada como uma estratégia vital para superar essas dificuldades, promovendo a inovação e a adaptação dos processos produtivos e gerenciais (DA SOUSA, 2022).

Nesse contexto, a adoção de ferramentas de BI torna-se imprescindível para acompanhar as rápidas mudanças do mercado, suportar a tomada de decisão com base em

dados concretos e melhorar a eficiência operacional das siderúrgicas. A digitalização dos processos e a análise inteligente de dados permitem uma resposta mais ágil às demandas e um melhor planejamento estratégico (MATSUMOTO, 2021).

3.4 Produção de Ferro-Gusa e Aplicação do BI

O ferro-gusa, produto intermediário fundamental no processo siderúrgico, é obtido por meio da redução do minério de ferro em altos-fornos, que são equipamentos industriais de grande porte, operados de forma contínua, nos quais ocorre a transformação do minério em metal líquido a partir da ação de altas temperaturas e agentes redutores. Este processo complexo envolve diversos parâmetros operacionais que influenciam diretamente na qualidade e na produtividade (MATSUMOTO, 2021).

A aplicação do BI nesse contexto permite o monitoramento contínuo desses parâmetros, a análise dos dados históricos e o desenvolvimento de modelos preditivos que auxiliam na otimização da produção de ferro-gusa. Por meio de indicadores-chave de desempenho, é possível identificar desvios operacionais, antecipar falhas e implementar melhorias que resultam em ganhos significativos para a produção (DA SOUSA, 2022).

4. METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem predominantemente qualitativa, desenvolvido em uma empresa do setor siderúrgico. A metodologia adotada teve como objetivo descrever e implementar um ambiente de *Business Intelligence* (BI) voltado à análise de dados operacionais e ao suporte à tomada de decisão gerencial, contemplando desde o levantamento das necessidades informacionais até a construção, publicação e evolução dos *dashboards*.

4.1 Cenário de negócio e situação inicial

A empresa objeto deste estudo atua na indústria siderúrgica com foco na produção de ferro-gusa, realizando atividades que envolvem o recebimento de matérias-primas, processamento em unidades produtivas, controle de estoques e manutenção de equipamentos críticos.

Antes da implementação do BI, a organização não possuía um ambiente analítico padronizado, e as informações estavam dispersas entre um sistema legado e planilhas eletrônicas, exigindo elaboração manual de relatórios e gráficos. Essa situação dificultava a consolidação de indicadores e tornava a tomada de decisão mais lenta. Para o desenvolvimento do ambiente de BI, foram consideradas três áreas principais:

- Produção: responsável pelo acompanhamento do volume produzido, consumo de insumos e desempenho dos processos produtivos;
- Manutenção: responsável pelo planejamento e registro das intervenções corretivas e preventivas, bem como pelo controle da disponibilidade dos equipamentos;
- Estoque Gerencial: responsável pela gestão de matérias-primas, insumos e produtos acabados, garantindo níveis adequados para continuidade operacional.

Essas áreas foram traduzidas em entidades de negócio, tais como ordens de produção, equipamentos, eventos de manutenção, itens de estoque, tipos de parada e períodos de análise, que posteriormente compuseram a estrutura de dados utilizada no ambiente de BI.

4.2 Levantamento de requisitos e definição dos indicadores

O levantamento das necessidades de informação e dos requisitos do ambiente de BI foi realizado com base em:

- Análise de relatórios já utilizados pela empresa.
- Por meio da aplicação de um questionário semiestruturado feito para 3 gestores e 5 colaboradores, cujas questões encontram-se descritas no Apêndice A.
- Reuniões com diretores e especialistas dessas áreas, realizadas em ciclos semanais.

Para o desenvolvimento do ambiente de BI, também foram identificados os requisitos funcionais e não funcionais do sistema.

- Requisitos funcionais: definem as funcionalidades que o sistema deve oferecer, como filtragem de dados, exportação de relatórios e atualização automática.
- Requisitos não funcionais: estabelecem critérios de desempenho, segurança, usabilidade e confiabilidade, garantindo que o ambiente de BI seja eficiente e adequado às necessidades da empresa.

Nessas interações, foram definidos os objetivos analíticos, priorizados os primeiros painéis, selecionados os *Key Performance Indicator* (KPIs) e alinhadas as regras de cálculo e periodicidade de atualização. O desenvolvimento seguiu uma abordagem incremental, com entregas parciais, validação com usuários e evolução contínua dos *dashboards* conforme o feedback recebido.

A partir desse diagnóstico, foram definidos, entre outros, os seguintes KPIs a serem monitorados no ambiente de BI:

- Produção diária, mensal e por turno;
- Consumo de matérias-primas por tonelada produzida;
- Quantidade e duração de paradas por tipo e por equipamento;
- Disponibilidade de equipamentos, *Mean Time Between Failures* (MTBF) e *Mean Time To Repair* (MTTR);
- Níveis de estoque de matérias-primas, insumos e produtos acabados.

Para cada indicador foram estabelecidos os critérios de cálculo, a periodicidade de análise e a forma de visualização, alinhando-os às demandas dos usuários e aos objetivos do estudo.

4.3 Obtenção, tratamento e modelagem dos dados (Processo de ETL)

Na fase inicial do projeto, as fontes de dados foram selecionadas com base em critérios de relevância, confiabilidade e disponibilidade, priorizando planilhas internas já utilizadas pela empresa e informações armazenadas em um sistema legado. Essas fontes passaram pelo processo de ETL (Extração, Transformação e Carga), no qual os dados foram tratados, consolidados e estruturados para validação dos modelos de análise e dos requisitos definidos.

As principais etapas do processo de ETL incluíram:

- Remoção de registros duplicados (por exemplo, lançamentos repetidos de consumo de carvão ou múltiplas inserções da mesma Ordem de Serviço);
- Tratamento de dados inconsistentes ou ausentes (por exemplo, corrigindo valores fora do padrão, como datas incorretas ou consumo de carvão registrado como negativo, e preenchendo informações faltantes quando possível);
- Padronização de formatos de data, unidades de medida e códigos;
- Harmonização de descrições de equipamentos e demais cadastros;
- Junção de dados provenientes de diferentes planilhas e extrações do sistema legado, quando necessário.

A preparação e transformação dos dados foram conduzidas majoritariamente no Power Query, componente de transformação de dados do Power BI, onde foram aplicadas as regras de limpeza, junção e padronização definidas na etapa de ETL. Por fim, os dados foram carregados no modelo analítico do Power BI, com atualização agendada.

Após a validação da estrutura inicial, os dados passaram a ser armazenados em bancos de dados relacionais utilizados pelos sistemas da empresa, especificamente MySQL e SQL Server, garantindo maior robustez, integridade e possibilidade de atualização automatizada. Nesta fase, foram validados os principais pontos do processo: a escolha dos bancos a serem utilizados e a definição de quais dados seriam extraídos de cada um. A utilização de dois bancos se deve ao fato de cada sistema em operação possuir seu próprio banco de armazenamento, sendo necessário manter compatibilidade e integração com ambos.

Figura 1 – Preparação de dados no Power Query

- A Figura 1 demonstra uma pequena parte do Power Query onde fica o fluxo do processo de transformação e correções dos dados.



Fonte: Próprio autor.

4.4 Ferramentas utilizadas e conexões

Para o desenvolvimento do ambiente de BI, foi utilizado o Microsoft Power BI Desktop. A escolha desta ferramenta se justifica pela sua capacidade de integração com múltiplas fontes de dados, interface intuitiva e aderência ao ecossistema Microsoft já presente na empresa.

O processo de transformação dos dados foi realizado majoritariamente no Power Query, componente de transformação de dados do Power BI, onde foram aplicadas as regras de limpeza, junção e padronização definidas na etapa de ETL.

O Power BI foi configurado para consumir dados a partir de três grupos principais de fontes: planilhas Excel consolidadas, uma base relacional em MySQL e uma base relacional em SQL Server. O MySQL, um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), é utilizado para armazenar a base de dados de um sistema operacional de

planilhas preenchidas online pelos supervisores, o qual registra informações de produção e eventos operacionais. Para a conexão ao MySQL, foi necessária a configuração de um driver *Open Database Connectivity* (ODBC) específico. Já o SQL Server está associado a um sistema semiautomático que recebe dados diretamente dos controladores lógicos programáveis (PLCs) instalados na planta industrial, sendo responsável pela geração recorrente de determinados indicadores e registros de processo em intervalos de aproximadamente cinco minutos. Essa base em SQL Server é acessada por meio do conector nativo do Power BI. As planilhas Excel, por sua vez, continuam sendo alimentadas manualmente pelos usuários, porém, sua leitura e integração aos *dashboards* passou a ocorrer de forma automática pelo Power BI via conexão *web*.

Para a sincronização de dados foram configuradas atualizações agendadas no Power BI Service, o que reduziu a necessidade de intervenções manuais na atualização das informações e permitiu maior proximidade dos *dashboards* em relação ao tempo real de operação.

Além disso, utilizou-se o Microsoft PowerPoint para a criação de *layouts* personalizados, empregados como planos de fundo nos *dashboards*, com o objetivo de padronizar a identidade visual dos relatórios desenvolvidos no Power BI.

4.5 Modelagem, implementação e evolução visual dos dashboards

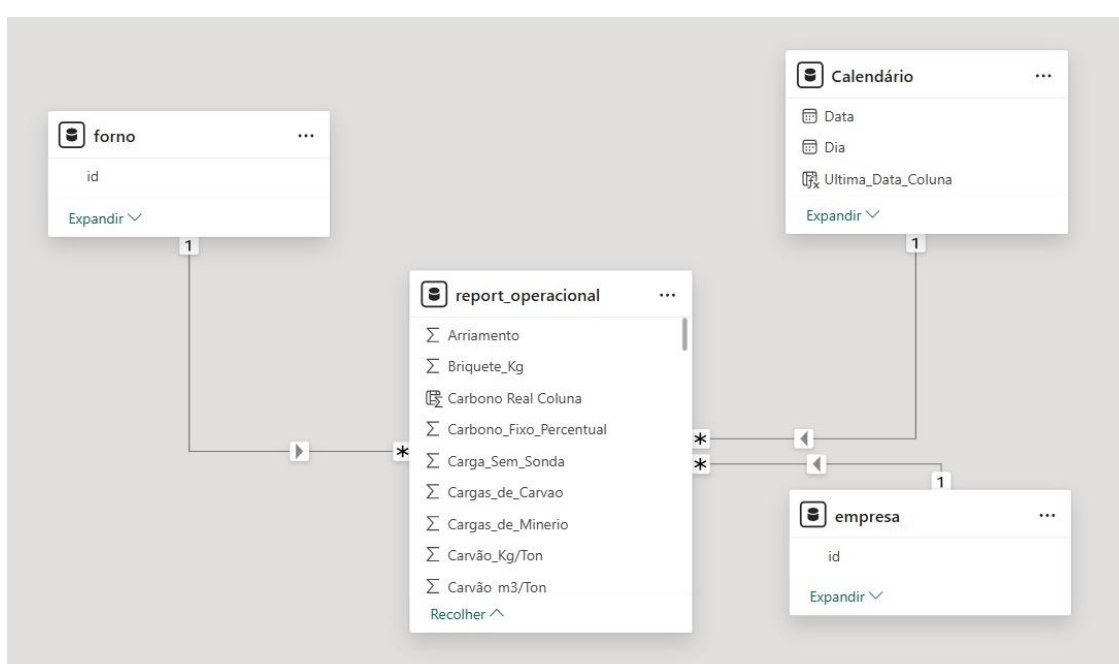
Figura 2 – Modelo dimensional da Produção: Tabela fato operacional

- A Figura 2 apresenta o modelo dimensional em formato estrela utilizado na área de Produção. Nesse modelo, a tabela *report_operacional* atua como a tabela fato central, sendo responsável pelo registro dos principais dados diários de produção, tais como o volume de carvão utilizado (m³), a quantidade de cargas de carvão, cargas de minério, entre outros indicadores operacionais.

As demais tabelas relacionadas à tabela fato correspondem às tabelas dimensão, as quais fornecem contexto e atributos descritivos às medições registradas. A tabela calendário é utilizada para o controle e a filtragem temporal dos dados, permitindo análises por períodos diários, semanais e mensais. A tabela empresa contém informações descritivas, como a identificação e o nome da organização, enquanto a

tabela forno apresenta a descrição dos fornos existentes no processo produtivo, incluindo o Forno 1 e o Forno 2.

Os relacionamentos estabelecidos entre a tabela fato e as tabelas dimensão seguem o padrão do modelo estrela, sendo do tipo muitos para um (N:1), com direção única de filtragem das dimensões para a tabela fato, possibilitando a aplicação de filtros dinâmicos e consistentes sobre os dados de produção. As demais modelagens dimensionais desenvolvidas no âmbito deste trabalho seguem a mesma lógica estrutural e encontram-se apresentadas no Apêndice B.

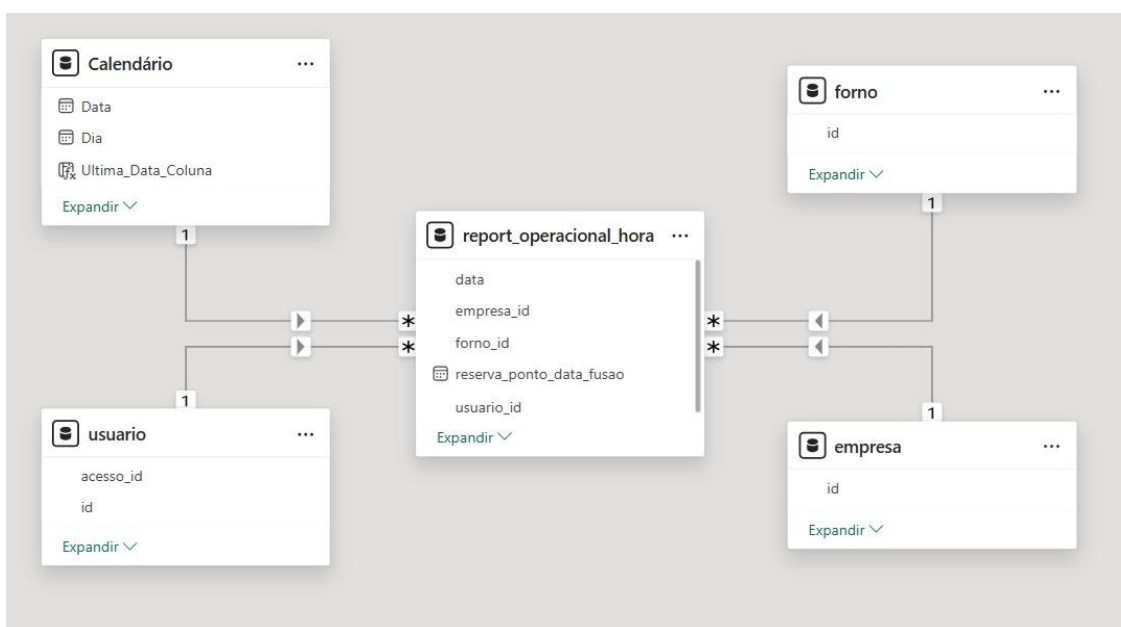


Fonte: Próprio autor.

Figura 3 – Modelo dimensional da Produção: Tabela fato operacional hora

- A Figura 3 apresenta um modelo dimensional em formato estrela também aplicado à área de Produção, porém com foco na análise horária dos dados operacionais. Nesse modelo, a tabela `report_operacional_hora` atua como a tabela fato, sendo responsável pelo armazenamento de dados analíticos referentes à produção registrada hora a hora, possibilitando um acompanhamento mais detalhado do desempenho produtivo ao longo do dia.

As tabelas dimensão associadas a essa tabela fato incluem a tabela calendário, já descrita anteriormente, utilizada para o controle e filtragem temporal; a tabela forno, que identifica os fornos envolvidos no processo produtivo; e a tabela empresa, responsável pelos dados descritivos da organização. Além disso, este modelo incorpora a tabela usuário, que permite identificar o nome do colaborador responsável pelo registro das informações, agregando rastreabilidade e confiabilidade aos dados coletados.



Fonte: Próprio autor.

Figura 4 – Modelo dimensional da Produção: Tabela fato minério

- A Figura 4 apresenta outro modelo dimensional aplicado à área de Produção, tendo como tabela fato a *report_minerio_turno*, a qual concentra dados específicos relacionados ao uso da matéria-prima minério. Diferentemente dos modelos anteriores, esse conjunto de dados é registrado por turno de trabalho, permitindo análises comparativas entre turnos operacionais.

As tabelas dimensão associadas incluem estruturas já apresentadas, como calendário, forno, usuário e empresa. Contudo, este modelo se diferencia pela

inclusão da tabela material, que possibilita a identificação do tipo específico de minério utilizado no processo produtivo. Essa distinção é necessária, uma vez que a produção pode utilizar minérios provenientes de diferentes fornecedores, com denominações distintas.

Adicionalmente, a tabela material encontra-se relacionada a uma tabela auxiliar que armazena informações sobre a granulometria do minério, que se refere à distribuição do tamanho das partículas do material. A granulometria é um fator relevante no processo siderúrgico, pois influencia diretamente o desempenho do alto-forno e a eficiência da produção.

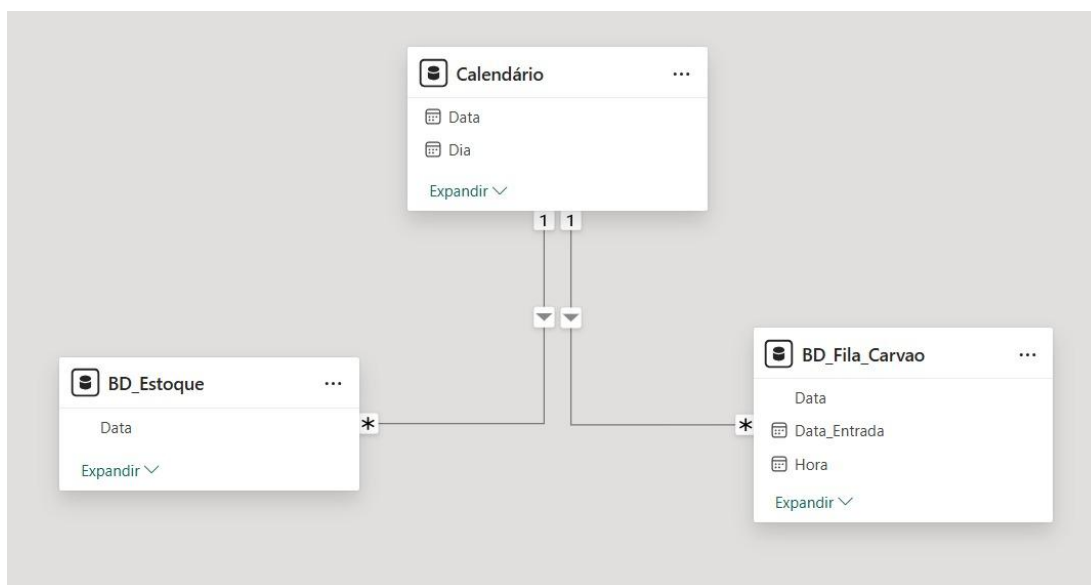


Fonte: Próprio autor.

Figura 5 – Modelo dimensional do Estoque Gerencial

- A Figura 5 apresenta um modelo dimensional de estrutura mais simplificada, no qual os relacionamentos entre as tabelas ocorrem principalmente por meio da tabela calendário, utilizada como dimensão temporal para filtragem de datas.

A tabela BD_Estoque atua como a principal fonte de dados, armazenando as informações utilizadas para o acompanhamento do estoque de materiais. Complementarmente, a tabela BD_Fila_Carvao é responsável por registrar a situação da fila de caminhões de carvão, permitindo o monitoramento da logística de abastecimento e contribuindo para o controle operacional do setor de estoque.

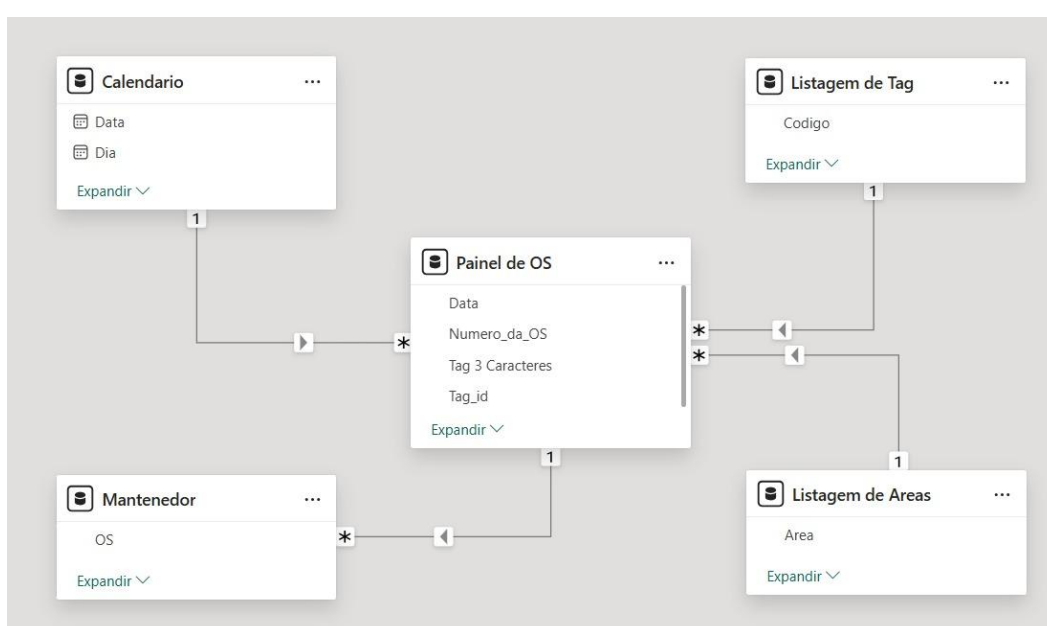


Fonte: Próprio autor.

Figura 6 – Modelo dimensional da Manutenção

- A Figura 6 apresenta um modelo dimensional em formato estrela aplicado à área de Manutenção. Nesse modelo, o Painel de OS atua como a tabela fato, concentrando os dados históricos das Ordens de Serviço (OS), tais como o status da OS, a ocorrência ou não de parada de forno, o setor envolvido e a área responsável pela execução das atividades.

As tabelas dimensão associadas desempenham o papel de fornecer contexto e filtros analíticos às informações registradas. Dentre elas, destaca-se a tabela calendário, que permite análises por ano, mês e semana; a tabela de listagem de tags, que contém a descrição detalhada das tags utilizadas na tabela fato; a tabela mantenedor, que registra o nome do colaborador responsável por cada OS, bem como as horas despendidas na execução do serviço; e a tabela de listagem de áreas, que armazena a descrição completa das áreas, considerando que, na tabela fato, essas informações são registradas apenas por meio de códigos ou tags.



Fonte: Próprio autor.

O modelo analítico favorece análises por múltiplas perspectivas e melhor desempenho nas consultas. As entidades de negócio identificadas como ordens de produção, equipamentos, eventos de manutenção, itens de estoque e tipos de parada foram traduzidas em dimensões e fatos que sustentam o ambiente de BI.

Com o esquema da base de dados consolidada e os indicadores definidos a partir da coleta de requisitos junto aos gestores e colaboradores, foram desenvolvidos dashboards específicos para as áreas de Produção, Manutenção e Estoque Gerencial. Os dashboards foram construídos no Power BI Desktop, com uso de medidas DAX (Data Analysis Expressions) para a realização de cálculos dinâmicos e indicadores analíticos, além de

recursos nativos de interação, tais como filtros e segmentações, bem como funcionalidades de drill-down, que permitem a navegação entre diferentes níveis de detalhamento das informações, e de drill-through, que possibilitam o aprofundamento da análise ao direcionar o usuário para páginas específicas relacionadas a um determinado contexto.

A implementação seguiu princípios de visualização da informação, priorizando clareza, objetividade e hierarquia visual, de modo a permitir:

- Identificação rápida de desvios, ou seja, situações em que os resultados reais diferem das metas ou valores esperados, como produção abaixo do planejado, consumo de insumos acima do previsto ou temperaturas fora da faixa ideal;
- Comparação entre períodos e entre unidades produtivas;
- Análise detalhada de causas de paradas e falhas;
- Acompanhamento dos níveis de estoque e do consumo de insumos.

O *design* dos *dashboards* passou por melhorias contínuas. Inicialmente, utilizou-se um *layout* simples, com cores de fundo básicas criadas no PowerPoint, somado ao uso das cores institucionais da empresa dentro dos gráficos. Com o tempo, foram feitos ajustes no *layout* visual no PowerPoint e na estrutura dos painéis, conforme *feedback* dos usuários, resultando em um *layout* com cores institucionais, espaço dedicado a filtros específicos e área para a data de atualização.

Com o intuito de modernizar o visual, porém sem perder a essência da empresa, os *layouts* atuais dos *dashboards* seguem a mesma lógica, modificando apenas o título, a estrutura dos gráficos e os tipos de filtros, de forma a manter a padronização entre todos os relatórios.

Esses *dashboards* constituem o produto final do ambiente de BI proposto neste estudo e servem como base para as análises apresentadas no capítulo de Resultados e Discussão.

4.6 Publicação, compartilhamento e atualização dos dashboards

Após a finalização da primeira versão do ambiente de Business Intelligence (BI), surgiu a necessidade de compartilhamento dos *dashboards* com os gestores da empresa. Inicialmente, os relatórios foram disponibilizados de forma pública por meio do Power BI Service, plataforma em nuvem do Power BI que permite a publicação e o compartilhamento de relatórios na web, acessíveis por qualquer usuário.

No entanto, por se tratarem de dados sensíveis, optou-se por adotar um modelo de compartilhamento mais seguro, restrito a usuários com *e-mails* corporativos da empresa, ou seja, apenas colaboradores que possuam uma conta de *e-mail* institucional e estejam autenticados conseguem acessar os dashboards. A estrutura de acesso foi organizada no próprio Power BI Service por workspaces (Espaços de Trabalho), permitindo controle granular sobre quem pode visualizar ou editar os relatórios, sendo em alguns casos liberados apenas para pessoas específicas conforme a área de atuação.

Atualmente, a empresa conta com licenças nas versões *Pro* e *Premium* do Power BI. A versão *Premium* é utilizada para *dashboards* que exigem atualizações em tempo real ou em alta frequência, uma vez que, permite até 48 atualizações automáticas por dia. Já a versão *Pro* é aplicada a relatórios que demandam menos atualizações, com limite de até 8 atualizações diárias agendadas. Essa divisão estratégica entre as versões garante melhor desempenho e otimização de recursos, conforme a criticidade das informações de cada área.

Figura 7 – Atualização agendada via Power BI Service

- A Figura 7 apresenta a tela de agendamento automático de atualização de dados no Power BI Service, utilizando conexão por *gateway* local. Nessa configuração, é possível definir a frequência de atualização do *dataset* (Conjunto de Dados), bem como o intervalo entre cada execução, que pode ser ajustado, por exemplo, para atualizações a cada 30 minutos ou a cada 1 hora.

Atualizar

Fuso horário

ⓘ A configuração do fuso horário é aplicada à data e a hora atuais dos modelos de atualização.

(UTC-03:00) Brasília

Configurar um agendamento de atualização

Defina um agendamento de atualização de

☒ Ativado

Atualizar frequência

Diariamente

Hora

12 00 AM X

12 30 AM X

1 00 AM X

1 30 AM X

Fonte: Próprio autor.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados do projeto de Business Intelligence (BI) implementado na empresa siderúrgica analisada, desde o diagnóstico inicial até o estágio atual de operação dos painéis analíticos. São descritos o processo de construção do ambiente, as estratégias de disponibilização e segurança da informação e, por fim, os *dashboards* desenvolvidos por área, destacando seus principais indicadores e o valor gerencial agregado. Por questões de confidencialidade e sigilo empresarial, os resultados apresentados neste capítulo têm foco na estrutura do ambiente de BI e no funcionamento dos dashboards, e não nos dados em si. Em diversas figuras, valores numéricos foram parcialmente ocultados ou completamente suprimidos, assim como a logomarca e o nome da empresa, preservando-se apenas a lógica de modelagem, os indicadores utilizados e a forma de interação com os painéis. Além disso, em alguns dashboards, como os de manutenção, os nomes de funcionários e equipamentos foram substituídos por identificadores genéricos, como “Pessoa 1”, “Pessoa 2” e “Equipamento 1”, garantindo a confidencialidade sem comprometer a compreensão das análises.

5.1 Dashboards da Produção

A seguir, apresenta-se a descrição individual de cada painel da área de produção, destacando seus objetivos, indicadores e funcionalidades aplicadas. Todos os *dashboards* dessa área foram estruturados de um único *dataset* de produção, o qual concentra o modelo de dados analítico, as tabelas fato e dimensão, bem como as medidas em DAX utilizadas nas análises. Dessa forma, os painéis compartilham a mesma modelagem e a mesma conexão com as bases relacionais, garantindo padronização das regras de negócio e redução de retrabalho na manutenção do ambiente.

Durante a fase de desenvolvimento, esse *dataset* foi construído no Power BI Desktop a partir de uma conexão direta, realizada na máquina local, com as bases relacionais MySQL e SQL Server utilizadas no ambiente de BI, sendo necessário no caso da conexão com o MySQL instalar o driver ODBC. Nessa etapa, foram executadas as rotinas de ETL no Power Query incluindo a limpeza, padronização e consolidação dos dados operacionais de produção, consumo de insumos e variáveis de processo. Após a validação do modelo

dimensional, das medidas DAX e dos principais indicadores, o *dataset* foi considerado estável para uso em ambiente corporativo.

Em seguida, o *dataset* consolidado e os relatórios associados foram publicados no Power BI Service, permitindo que esse modelo passasse a ser a fonte central de dados para todos os *dashboards* de Produção. A partir desse momento, os demais painéis dessa área deixaram de se conectar diretamente ao banco MySQL e SQL Server, passando assim a consumir o *dataset* já tratado no serviço, o que facilita o versionamento, a governança e a reutilização das medidas e dos filtros.

Para viabilizar a atualização contínua dos dados, a conexão com os bancos MySQL e SQL Server foi transferida para uma máquina virtual (VM), configurada para permanecer em funcionamento 24 horas por dia. Nessa VM foi instalado e configurado o *gateway* (Portal) de dados, que atua como intermediário entre o banco relacional e o Power BI Service, permitindo que o *dataset* publicado seja atualizado automaticamente. Esse arranjo garante alta frequência de atualização e disponibiliza aos usuários informações muito próximas ao tempo real, sem necessidade de intervenções manuais.

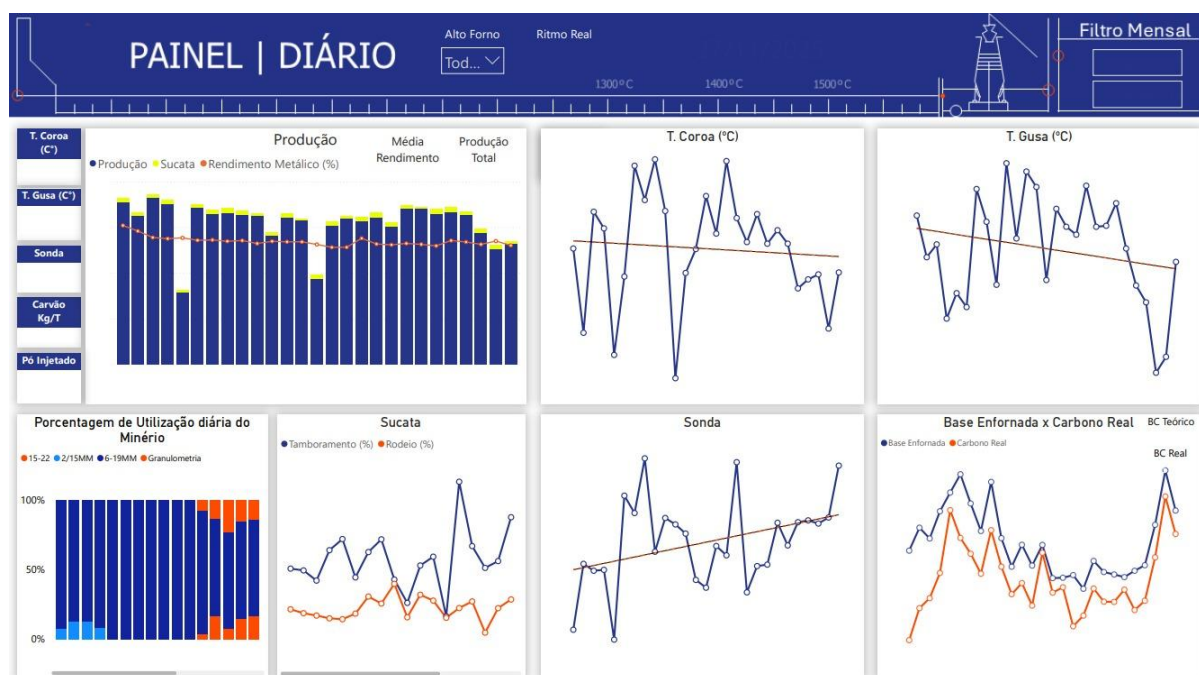
5.1.1 Dashboard - Painel | Diário

Figura 8 – Dashboard de produção diário – PAINEL | DIÁRIO

- Este *dashboard*, vinculado à área de Produção e alimentado pelo *dataset* único descrito na Seção 5.1, foi desenvolvido com o objetivo de analisar os dados operacionais diários dos altos-fornos, permitindo o acompanhamento contínuo do desempenho do processo produtivo.

O painel da Figura 8 apresenta sempre informações consolidadas até o dia imediatamente anterior à data de acesso, respeitando o ciclo de fechamento e validação das bases operacionais. Dentro desse horizonte, o período de análise pode ser definido pelo usuário por meio de filtros de data, possibilitando a avaliação de diferentes janelas temporais.

O foco principal é a avaliação dos indicadores operacionais dos altos-fornos, com possibilidade de comparação entre o Alto-Forno 1 (AF1), o Alto-Forno 2 (AF2) ou ambos em conjunto.



Fonte: Próprio autor,

5.1.1.1 Fonte de dados e atualização

Os dados exibidos neste *dashboard* refletem as informações mais recentes disponíveis nas bases operacionais, de acordo com o ciclo de fechamento e validação adotado pela empresa.

5.1.1.2 Layout e cartões superiores

A estrutura do *dashboard* é organizada em seções, iniciando pela parte superior, onde se encontra o título “PAINEL | DIÁRIO”, que reforça o foco de análise diária. Ao lado do título, há um filtro que permite selecionar entre os dados do Alto-Forno 1, Alto-Forno 2 ou ambos simultaneamente; a partir dessa seleção, todos os dados e visualizações do painel são atualizados dinamicamente.

Na parte superior também são apresentados:

- Um cartão com a média do Ritmo Real, representando o ritmo efetivo da produção;
- A última data analisada, indicando o dia de referência dos dados;

- Um filtro de período mensal, localizado no canto direito, que permite definir o intervalo diário de datas a ser considerado nas análises.

Dessa forma, o *layout* combina filtros estratégicos e cartões de síntese na parte superior, garantindo que o usuário identifique, logo no início da navegação, o contexto temporal e operacional da análise.

5.1.1.3 Visuais e indicadores

Na área central do painel, à esquerda, encontram-se cinco cartões, que correspondem a elementos visuais do Power BI utilizados para apresentar valores consolidados de indicadores, exibindo as médias dos indicadores mais relevantes, calculadas de acordo com o intervalo de tempo e o alto-forno selecionado. São eles:

- Temperatura de Coroa (°C);
- Temperatura do Gusa (°C);
- Sonda;
- Carvão (kg/t);
- BC Teórico.

Ao lado desses cartões, há um gráfico de barras empilhadas com linha chamado Produção, no qual:

- As barras em azul representam a produção total diária;
- A porção superior das barras em amarelo destaca a quantidade de sucata gerada;
- A linha sobreposta em laranja representa o rendimento metálico (%).

Para viabilizar esses cálculos, foram elaboradas medidas específicas em DAX, permitindo a combinação de valores absolutos (produção e sucata) com indicadores relativos (rendimento metálico).

Na parte inferior, encontra-se um gráfico de barras agrupadas que demonstra a porcentagem de utilização diária de cada granulometria de minério. Cada granulometria de minério é representado por uma cor distinta, facilitando a interpretação visual e a comparação entre composições em diferentes dias. Esse visual demandou uma lógica estruturada em DAX para categorização correta da utilização por tipo de minério. A estrutura do modelo de dados, baseada em um modelo dimensional (com tabelas fato e dimensão), contribuiu para a criação dessas medidas de forma mais organizada.

Em relação aos gráficos de linha, destacam-se:

- Gráfico de Sucata: apresenta duas linhas contínuas que representam a porcentagem de utilização da Sucata de Rodeio e da Sucata de Tamboramento. A sucata de rodeio refere-se a perdas durante a movimentação e o transporte de materiais, geralmente decorrentes de falhas mecânicas ou manuseio inadequado. Já a sucata de tamboramento origina-se no resfriamento do ferro-gusa, quando ocorre quebra ou fragmentação do material ao ser despejado nos tambores. Ambas são monitoradas devido ao seu impacto direto na eficiência do processo produtivo.
- Gráficos de Temperatura de Coroa (°C), Temperatura do Gusa (°C) e Sonda: apresentam a evolução diária desses indicadores, permitindo o acompanhamento da estabilidade operacional e a identificação de possíveis anomalias ao longo do tempo.
- Base Enfornada x Carbono Real: gráfico de comparação entre a base enfornada, representando a carga sólida inserida no alto-forno, e o carbono real efetivamente utilizado no processo produtivo. As linhas permitem observar a relação entre a quantidade enfornada e o consumo de carbono, facilitando a identificação de desvios de comportamento do processo e apoiando análises de eficiência operacional.

5.1.1.4 Uso gerencial e tomada de decisão

Todos os indicadores presentes neste *dashboard* foram definidos em conjunto com os gestores e especialistas da área de produção, por meio de reuniões semanais. Esse processo assegurou que as visualizações atendessem tanto às necessidades operacionais do dia a dia quanto às demandas estratégicas do setor.

O painel permite que os responsáveis pela operação acompanhem, de forma integrada, o desempenho diário dos altos-fornos, relacionando produção, utilização de minério, geração de sucata, temperaturas de processo e comportamento do carbono. A análise conjunta desses indicadores favorece:

- A identificação de desvios de processo em curto prazo, ou seja, quando parâmetros operacionais saem do esperado, permitindo correções rápidas para evitar perdas ou falhas;
- O ajuste de parâmetros operacionais para melhoria de rendimento metálico;
- O monitoramento de perdas associadas à geração de sucata;

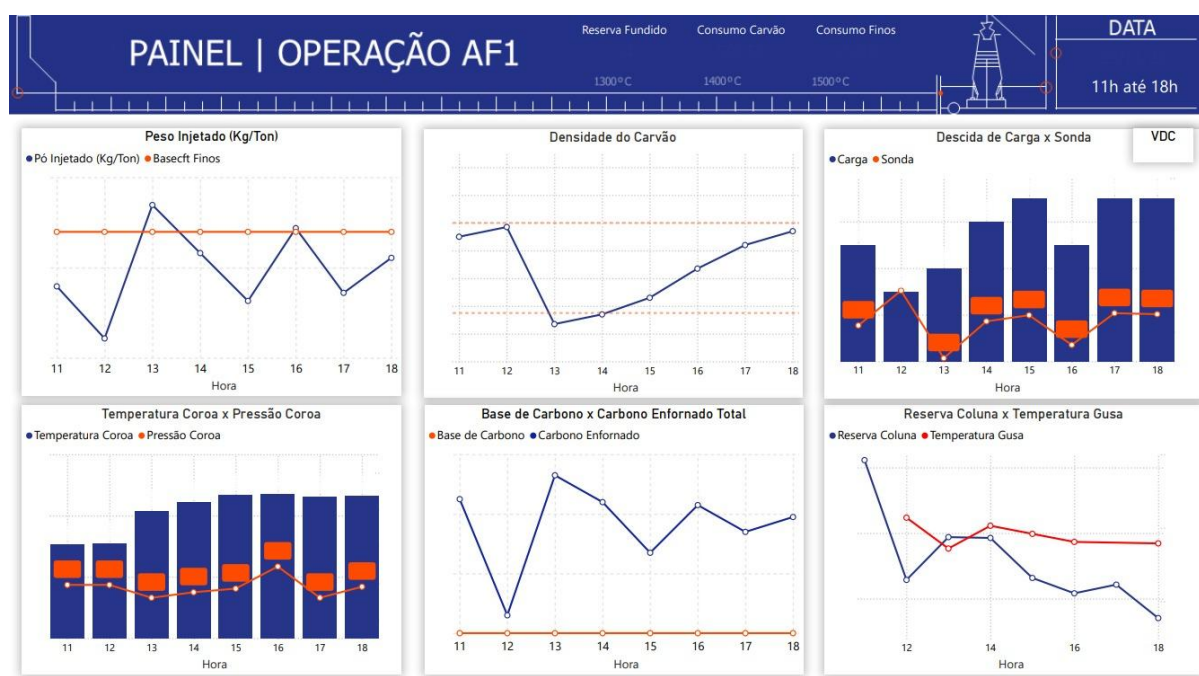
- A comparação entre o comportamento dos altos-fornos no intervalo de dias, quando analisados em separado ou em conjunto.

Dessa forma, o *dashboard* diário de produção configura-se como uma ferramenta de apoio à decisão operacional, contribuindo para o aumento da eficiência do processo e para a padronização do acompanhamento dos principais indicadores produtivos, sendo o foco de seu uso para gestores e supervisores.

5.1.2 Dashboard - Painel | Operação AF1 e AF2

Figura 9 – Dashboard de Produção nas últimas 8 horas – PAINEL | OPERAÇÃO AF1

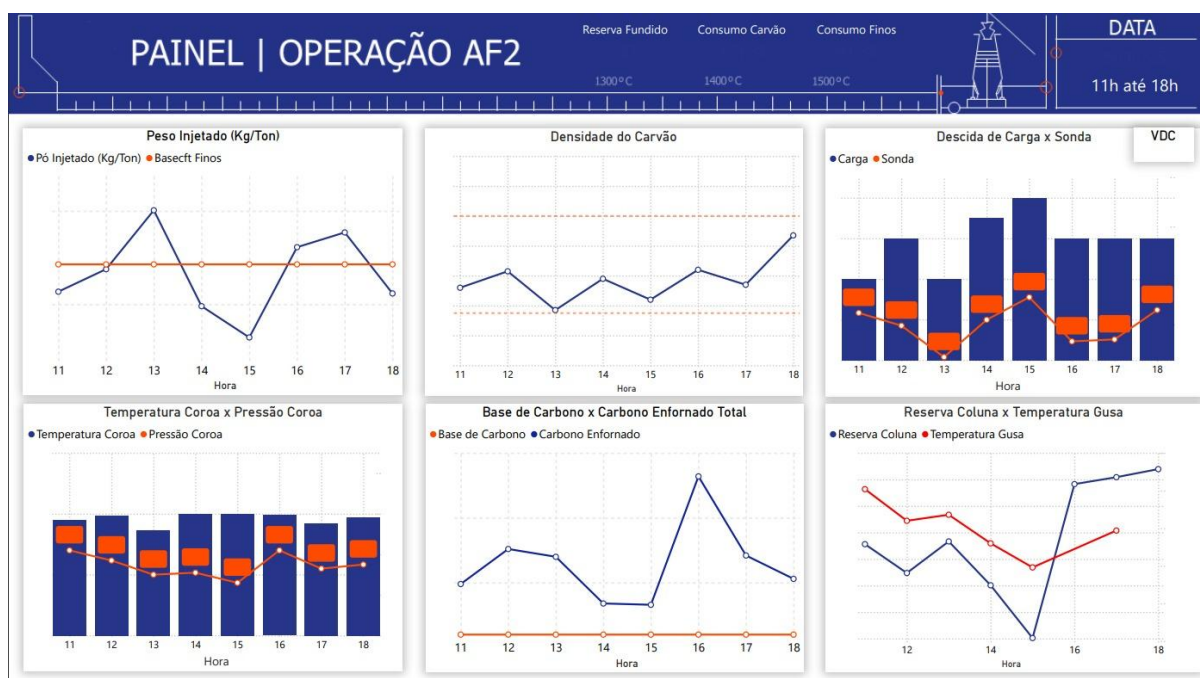
- A Figura 9 apresenta o *dashboard* desenvolvido para a análise detalhada da operação do Alto-Forno 1 (AF1), permitindo o acompanhamento horário dos principais indicadores de processo. O painel foi concebido para fornecer uma visão operacional das últimas 8 horas de produção, apoiando decisões de curto prazo relacionadas à estabilidade do processo, ao consumo de insumos e ao desempenho operacional do forno



Fonte: Próprio autor.

Figura 10 – Dashboard de Produção nas últimas 8 horas – PAINEL | OPERAÇÃO AF2

- De forma análoga ao painel apresentado na Figura 9, a Figura 10 corresponde ao *dashboard* destinado à análise da operação do Alto-Forno 2 (AF2). Mantendo a mesma estrutura visual e os mesmos indicadores, o painel permite o acompanhamento horário da produção nas últimas 8 horas, possibilitando a avaliação do comportamento operacional do forno e o suporte à tomada de decisão em situações que demandam respostas rápidas no processo produtivo.



Fonte: Próprio autor.

5.1.2.1 Fonte de dados e atualização

Assim como os demais painéis de Produção, este *dashboard* é alimentado pelo *dataset* único previamente transformado e configurado, que consolida dados operacionais de processo e consumo de insumos provenientes do sistema operacional em MySQL e da base em SQL Server integrada aos PLCs da planta

A lógica de atualização foi configurada para que o painel apresentasse, automaticamente, apenas os dados referentes ao dia atual, considerando as últimas horas. Para isso, utilizou-se um filtro de página do próprio Power BI, apoiado em uma medida DAX que:

- Considera a data e hora local da máquina (fuso horário de Brasília);

- Identifica, para cada registro, se ele pertence ou não às últimas 8 horas em relação ao momento atual, atribuindo valor 1 quando pertence a essa janela de tempo e valor 0 caso contrário;
- Em seguida, aplica-se um filtro mantendo apenas os registros com valor 1 nesta medida.

Dessa forma, o *dashboard* é automaticamente atualizado ao longo do dia, sem necessidade de intervenção manual, sempre exibindo a janela operacional mais recente.

5.1.2.2 Layout e cartões superiores

O *layout* do *dashboard* segue o padrão visual adotado pela empresa, mantendo a mesma estrutura dos demais painéis, de forma a garantir padronização entre os relatórios.

Na parte superior esquerda nas figuras 9 e 10, encontra-se o título do painel, que varia conforme o forno analisado:

- PAINEL | OPERAÇÃO AF1 – para o dashboard do Alto-Forno 1;
- PAINEL | OPERAÇÃO AF2 – para o dashboard do Alto-Forno 2.

Ao lado do título, são apresentados três cartões com os seguintes indicadores:

- Reserva Fundido;
- Consumo de Carvão;
- Consumo Finos.

Ainda mais a direita, há a data de referência do *dashboard*, que indica o dia e o horário ao qual se referem os dados exibidos. Neste painel, não há filtros dinâmicos selecionáveis pelo usuário, uma vez que a divisão entre AF1 e AF2 já foi feita em *dashboards* separados e a seleção de período é controlada automaticamente pela lógica das últimas 8 horas.

Assim, a data e a hora exibida servem principalmente para contextualizar o usuário, informando de forma explícita o dia e o intervalo temporal ao qual as informações se referem.

5.1.2.3 Visuais e indicadores

A estrutura do *dashboard* é composta por seis gráficos, sendo quatro gráficos de linhas e dois gráficos de barras com linha, organizados de forma a permitir a análise conjunta dos principais parâmetros de processo.

Da esquerda para a direita, destacam-se os seguintes visuais:

- **Peso Injetado (kg/t): gráfico de linhas**
Apresenta a comparação, hora a hora, entre: pó Injetado (kg/t), representado por uma linha em azul e a Basecft Finos, representada por uma linha em laranja.
Esse comparativo permite avaliar se o pó injetado está abaixo, dentro ou acima do patamar esperado, auxiliando na identificação de desvios operacionais.
- **Densidade de Carvão: gráfico de linhas**
Exibe a densidade de carvão em cada hora, por meio de uma linha contínua em azul. Sobre o mesmo gráfico, são apresentadas linhas tracejadas em laranja, representando os limites mínimo e máximo desejados.
Esse visual permite verificar rapidamente se o processo está operando dentro da faixa considerada adequada, sinalizando situações de risco quando os valores se aproximam ou ultrapassam os limites estabelecidos.
- **Descida de Carga x Sonda: gráfico combinado (barras e linha)**
Apresenta um comparativo entre: o número de descidas de carga, representado por barras em azul e o valor da sonda, representado por uma linha em laranja. A relação entre essas variáveis auxilia a compreensão do comportamento do enchimento do forno e de sua resposta ao longo do tempo, contribuindo para a análise da estabilidade operacional. E outro fator importante presente neste gráfico é o cartão de VDC (velocidade de carga) onde demonstra como está a média de velocidade nesse mesmo intervalo de horas.

Na parte inferior do *dashboard*, também organizada da esquerda para a direita, apresentam-se três gráficos adicionais:

- **Temperatura Coroa x Pressão Coroa: gráfico combinado** que apresenta a temperatura da coroa nas barras azuis e a pressão da coroa na linha laranja, permitindo comparar a variação simultânea dessas duas variáveis ao longo das últimas oito horas de produção. Esse comportamento conjunto auxilia na identificação de padrões e desvios operacionais.
- **Base de Carbono x Carbono Enfornado Total: gráfico de linhas duplas** que compara a base de carbono, representada em laranja, indicando o valor de referência considerado ideal, com o carbono enfornado total, em azul, que representa o valor efetivamente

aplicado no processo. A partir dessa comparação, o usuário consegue avaliar se o consumo de carbono está abaixo ou acima do patamar desejado, apoiando ajustes finos nas condições operacionais.

- Reserva Coluna x Temperatura Gusa: gráfico de linhas duplas que relaciona a reserva de coluna, exibida em azul, com a temperatura do gusa, apresentada em vermelho. A análise conjunta dessas variáveis permite verificar, por exemplo, se aumentos ou reduções no consumo de reserva tendem a influenciar a temperatura do gusa, oferecendo ao usuário subsídios para reagir com maior agilidade a variações do processo.

5.1.2.4 Uso operacional e tomada de decisão

Este *dashboard* é voltado principalmente às equipes de operação e de processo, que necessitam acompanhar, em intervalos curtos de tempo, o comportamento dos altos-fornos. A combinação de indicadores de consumo, densidade, peso injetado, descida de carga e leituras de sonda permite:

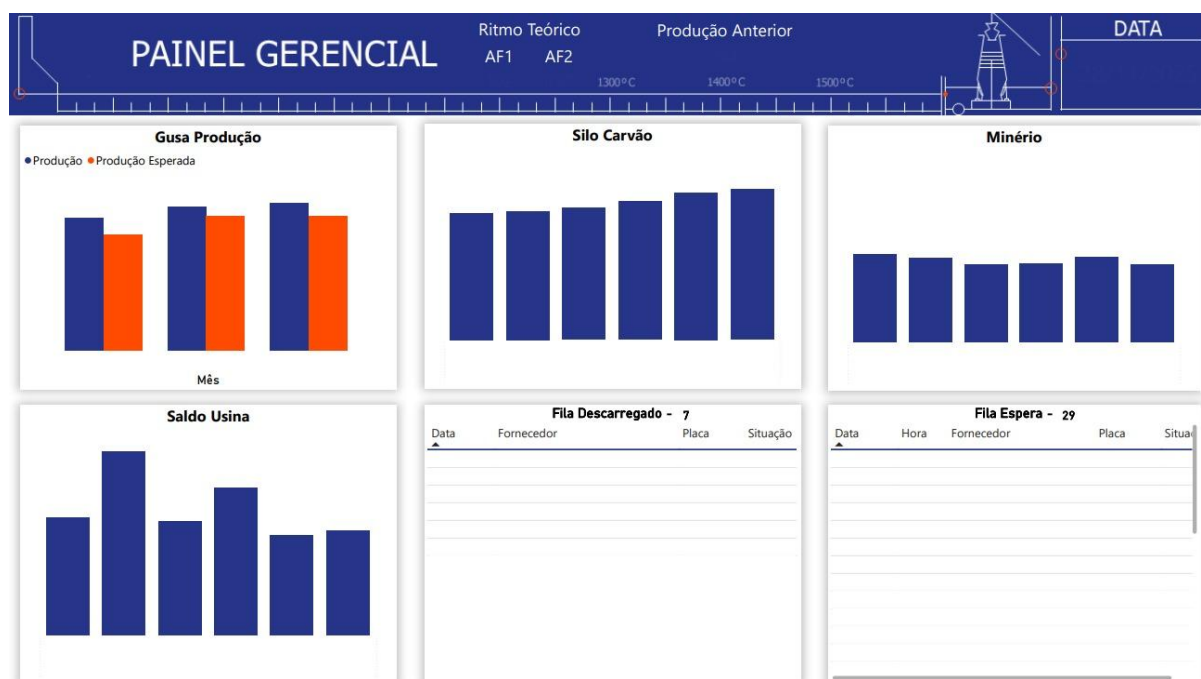
- Identificar, em poucas horas, tendências de desvio em relação aos parâmetros desejados;
- Atuar preventivamente em ajuste, consumo de insumos e estratégias de operação;
- Comparar o comportamento entre AF1 e AF2, utilizando painéis com a mesma estrutura e facilitando a leitura;
- Padronizar a rotina de monitoramento das últimas 8 horas de operação, apoiando a tomada de decisão em tempo hábil.

Dessa forma, o *dashboard* de operação dos altos-fornos contribui para o controle mais fino do processo, reduzindo o risco de instabilidades e apoiando o aumento da eficiência operacional.

5.2 Dashboard Gerencial de Estoque

Figura 11 – Dashboard de controle de Estoques Gerenciais – PAINEL | GERENCIAL

- A Figura 11 é voltada à realização de análises rápidas do estado dos estoques gerenciais nos principais pontos do processo produtivo, com foco no estoque de carvão, no estoque de minério e no saldo de gusa, produto comercializado pela empresa.



Fonte: Próprio autor.

5.2.1 Fonte de dados e atualização

Diferentemente dos demais painéis, este *dashboard* é alimentado exclusivamente por uma planilha Excel, atualizada diariamente pelos usuários. Por ser dirigido à área gerencial, não possui filtros dinâmicos selecionáveis: todas as visões são predefinidas, evitando alterações da leitura pelo usuário.

5.2.2 Layout e cartões superiores

Apresenta na parte superior, o título "Painel Gerencial". No topo, há quatro cartões: (i) ritmo teórico do AF1; (ii) ritmo teórico do AF2; (iii) produção anterior realizada; e (iv) data de referência do *dashboard*. Embora seja um painel orientado ao dia atual, a maioria dos gráficos utiliza dados do dia anterior, em função do ciclo de fechamento e validação.

5.2.3 Visuais e indicadores

O *dashboard* contém seis visuais, sendo quatro gráficos de colunas e dois visuais em formato de tabela:

- Produção de Ferro Gusa (últimos 3 meses) vs. meta: gráfico de colunas à esquerda, comparando a produção real (em azul) com a produção esperada/meta.
- Silo Carvão (últimos 7 dias): gráfico de colunas com o nível de estoque diário.
- Silo Minério (últimos 7 dias): gráfico análogo ao anterior, apresentando o nível de estoque de minério no período.
- Saldo de Gusa atual na usina: gráfico de colunas na linha inferior, essencial para avaliar se é necessário vender (estoque elevado) ou reter (estoque baixo), apoiando o planejamento de vendas.
- Fila de caminhões de carvão – descarregados (dia atual): visual em tabela com os veículos já descarregados no dia, possuindo as colunas de data, placa, fornecedor e situação. Nessa tabela existe um cartão ao lado do título que faz a contagem da quantidade no dia.
- Fila de caminhões de carvão – a descarregar (dia atual): visual em tabela com os veículos ainda aguardando descarga, possui as colunas data, hora, placa, fornecedor e situação. Nessa tabela existe um cartão ao lado do título que faz a contagem da quantidade no dia.

5.2.4 Uso gerencial e tomada de decisão

O painel permite que os gestores verifiquem, de forma integrada e ágil, os níveis de Carvão, Minério e Saldo de Gusa, elementos críticos para o abastecimento, a continuidade operacional e o planejamento de vendas. A leitura conjunta dos gráficos e das filas de caminhões facilita a identificação de risco de ruptura de insumos ou de excesso de estoque de produto final, possibilitando ajustes de recebimento e decisões comerciais no curto prazo. Ressalte-se que, sem Carvão ou Minério, o alto-forno não consegue operar, o que reforça o caráter crítico deste painel.

5.3 Dashboard de Manutenção Principal

Figura 12 – Dashboard de Manutenção Principal – PAINEL | MANUTENÇÃO

- A Figura 12 apresenta o dashboard de manutenção, desenvolvido com o objetivo de apoiar o planejamento e o acompanhamento das atividades de manutenção mecânica e elétrica a respeito de todos os equipamentos da planta siderúrgica, permitindo uma visão integrada das Ordens de Serviço (OS), falhas, tempos de parada e indicadores clássicos de confiabilidade, como MTTR, MTBF e Disponibilidade. Trata-se de um

sistema voltado a usuários de diferentes níveis hierárquicos, incluindo coordenação, área de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) e mecânicos, fornecendo tanto uma visão consolidada da manutenção quanto análises mais detalhadas por equipamento e área.



Fonte: Próprio autor.

5.3.1 Fonte de dados e atualização

Para este *dashboard*, os dados são armazenados em planilhas Excel estruturadas especificamente para atender às necessidades dos usuários da área de manutenção. Anteriormente, a empresa utilizava uma única planilha extensa, na qual eram registrados todos os dados de manutenção. Durante o desenvolvimento do painel, essa estrutura foi reorganizada, restringindo o preenchimento às colunas essenciais para análise, o que reduziu significativamente o tamanho da planilha e tornou o registro de informações mais rápido e eficiente.

Para viabilizar a atualização automática no Power BI, o arquivo Excel foi disponibilizado em ambiente de nuvem, por meio do SharePoint. A conexão foi estabelecida utilizando a opção de conexão via *Web* no Power BI, utilizando o link do arquivo no SharePoint. Com isso, foi possível configurar atualizações automáticas seis vezes ao dia,

garantindo que os dados de manutenção estejam frequentemente atualizados para consulta pelos usuários.

5.3.2 Modelo de dados e público-alvo

O modelo de dados do *dashboard* segue o mesmo padrão das anteriores. A tabela principal “Painel de OS” foi definida contendo os registros das ordens de serviço. Essa tabela é complementada por tabelas de listagem e de cadastro, tais como:

- Mantenedor;
- Listagem de Centros de Resultados;
- Listagem de Tag;
- Listagem de Áreas.

Conforme ilustrado na figura 6 correspondente ao modelo de dados.

Do ponto de vista de uso, o *dashboard* foi concebido para atender:

- Coordenadores e analistas de PCM, que utilizam o painel para análises mais aprofundadas, planejamento de intervenções e monitoramento de indicadores;
- Mecânicos, que têm acesso ao *dashboard* em um monitor instalado na sala de manutenção, permitindo a visualização rápida de informações essenciais sobre as ordens de serviço e equipamentos.

O sistema foi dividido em dois painéis com o mesmo título “PAINEL | MANUTENÇÃO”:

- Um painel principal, Com foco em indicadores consolidados e visão coletiva;
- Um painel secundário, voltado a análises sob outra perspectiva, como desempenho individual de mecânicos.

A seguir, detalha-se o painel principal.

5.3.3 Painel | Manutenção – layout, filtros e cartões

O Painel | Manutenção é a parte central do sistema e tende a ser o *dashboard* mais utilizado no dia a dia. Ele conta com múltiplos filtros, dez cartões de análise rápida, cinco gráficos e uma tabela (totalizando seis visuais analíticos).

Na parte superior da tela, são apresentados:

- o título “PAINEL | MANUTENÇÃO”;

- um cartão resultante de medida em DAX, com o título HH / Mês que calcula as horas-homem por mês, representando a média de horas de trabalho por colaborador da área de manutenção;
- filtros principais de navegação.

Os filtros disponíveis incluem:

- Filtro de Setor: permite selecionar entre os setores de Elétrica e Mecânica, aplicando-se a todo o *dashboard* e alterando tanto os cartões quanto os gráficos;
- Filtro de Equipamento: restringe a análise aos dados de um equipamento específico, afetando principalmente os cartões de análise;
- Filtro de Área: atua de forma semelhante ao filtro de equipamento, porém direcionado à área de atuação (Alto-Forno 1, Alto-Forno 2, Britagem, Carvão, Minério, Secadores, entre outros), também com foco nos cartões;
- Filtro Mensal (período): permite selecionar o intervalo de datas a ser analisado, usualmente em visão mensal.

Logo abaixo, são apresentados os cartões com indicadores essenciais, entre eles:

- Total de Ordens de Serviço;
- Ordens de Serviço Realizadas;
- Ordens de Serviço Abertas;
- Horas por Dia;
- Quantidade de Falhas;
- Tempo de Operação;
- MTTR (Mean Time To Repair): tempo médio de reparo por equipamento;
- MTBF (Mean Time Between Failures): tempo médio entre falhas de um equipamento;
- Disponibilidade: percentual de tempo em que os equipamentos permaneceram disponíveis.

Considerando que se trata de uma siderúrgica com operação contínua, em regime de 24 horas por dia, esses indicadores são particularmente críticos, pois o ideal é que os equipamentos permaneçam disponíveis pelo máximo de tempo possível, com o mínimo de interrupções não programadas.

5.3.4 Visuais e indicadores

O painel apresenta seis visuais analíticos, distribuídos em duas linhas (três superiores e três inferiores), organizados para facilitar a leitura e o acompanhamento dos principais aspectos da manutenção.

Os principais gráficos e tabela são:

- Gráfico “Número de OS – Última Semana”

Gráfico de colunas verticais que mostra o número de ordens de serviço registradas na última semana (últimos sete dias). Permite acompanhar o volume recente de demandas de manutenção e identificar variações de carga de trabalho.

- Gráfico “OS por Área”

Gráfico de barras horizontais que distribui as ordens de serviço por área (por exemplo, Alto-Forno 1, Alto-Forno 2, Britagem, Carvão, Minério, etc). Esse visual auxilia a identificar quais áreas concentram maior número de intervenções e quais podem demandar maior atenção, inclusive para planejamento de manutenções preventivas.

- Tabela “OS em Aberto”

Tabela que apresenta as ordens de serviço ainda não realizadas (em aberto). Inclui informações como número da OS, data, criticidade e código do equipamento, permitindo que os usuários identifiquem rapidamente as intervenções pendentes e priorizem aquelas de maior criticidade.

- Gráfico “OS por Tipo de Manutenção”

Gráfico de colunas verticais que apresenta a quantidade de ordens de serviço por tipo de manutenção ao longo do mês, destacando principalmente as categorias Corretiva e Preventiva (corretivas em azul e preventivas em laranja). Esse indicador é importante para avaliar o equilíbrio entre ações preventivas e corretivas na estratégia de manutenção.

- Gráfico “Número de Ocorrências por Equipamento”

Gráfico de barras horizontais que mostra a quantidade de ocorrências por equipamento, destacando os cinco equipamentos com maior número de ocorrências.

Esse visual permite identificar quais ativos têm apresentado mais problemas, subsidiando decisões como aprofundar investigações, intensificar manutenções preventivas ou até avaliar a necessidade de substituição.

- Gráfico “Horas Paradas por Equipamento”

Gráfico de barras horizontais que apresenta as horas de parada por equipamento, também focado nos cinco equipamentos que mais acumularam horas paradas. Esse gráfico possui um filtro próprio que permite distinguir entre: equipamentos cuja parada interrompe o processo de produção (paralisando, por exemplo, o alto-forno); equipamentos que podem ficar parados sem interromper diretamente a produção.

- Essa distinção ajuda os usuários a diferenciar equipamentos mais críticos, cuja parada impacta diretamente a continuidade da produção, daqueles de menor impacto, permitindo priorizar ações de manutenção de acordo com o risco operacional.

5.3.5 Uso gerencial e apoio à decisão

Figura 13 – Dashboard PAINEL | MANUTENÇÃO Sala de Manutenção

- A Figura 13 apresenta o dashboard de manutenção, que cumpre um papel central no acompanhamento da confiabilidade dos equipamentos da planta. Exibido em monitor na sala de manutenção, o painel possibilita que coordenadores, analistas de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) e mecânicos acompanhem, em tempo quase real, o volume e o status das ordens de serviço, a distribuição das manutenções por área, tipo e equipamento, a identificação dos principais equipamentos críticos em termos de número de ocorrências e horas paradas, bem como os indicadores de desempenho da manutenção, tais como MTTR, MTBF e Disponibilidade.

Dessa forma, o dashboard contribui para a priorização de intervenções em equipamentos críticos, a identificação da necessidade de ações preventivas adicionais,

a avaliação do equilíbrio entre manutenções corretivas e preventivas e o suporte à tomada de decisão rápida em um ambiente produtivo que opera de forma contínua.



Fonte: Próprio autor.

5.4 Dashboard de Manutenção Secundário

Figura 14 – Dashboard de Manutenção Secundário – PAINEL | MANUTENÇÃO

- A Figura 14 apresenta um segundo dashboard de manutenção, o qual, do ponto de vista de dados, não possui modelagem própria, reutilizando integralmente o mesmo dataset de manutenção apresentado na Seção 5.3 e ilustrado na Figura 12. Dessa forma, ambos os painéis compartilham a mesma modelagem dimensional em formato estrela, bem como as mesmas conexões com as planilhas Excel armazenadas no SharePoint.

Este painel secundário segue o mesmo padrão visual do dashboard principal, porém com foco em análises mais específicas, voltadas à comparação entre colaboradores e áreas de atuação. Trata-se de um dashboard utilizado principalmente por coordenadores e analistas de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), que podem alternar entre o painel principal e este painel complementar para aprofundar a avaliação da distribuição de horas trabalhadas, das solicitações de manutenção e das ocorrências por colaborador e setor.



Fonte: Próprio autor

5.4.1 Layout, filtros e visuais

O painel é composto por seis visuais: três gráficos de barras, dois gráficos de colunas e uma tabela.

Na parte superior do *dashboard* são apresentados o título “PAINEL | MANUTENÇÃO” e, à direita, o filtro de data mensal, que define o intervalo de datas analisado e afeta todos os visuais do painel.

Na região central superior, encontram-se três gráficos de barras horizontais:

- **Top 5 Solicitantes:** apresenta os cinco colaboradores que mais registraram solicitações de ordens de serviço, permitindo identificar quem demanda maior volume de intervenções.
- **Horas Trabalhadas por Área:** exibe a quantidade de horas trabalhadas por área, em ordem decrescente, auxiliando na identificação das áreas que mais absorvem esforço de manutenção.
- **Horas Trabalhadas por Colaborador:** mostra a quantidade de horas trabalhadas por colaborador, possibilitando verificar situações de sobrecarga ou de baixa alocação de

tempo em atividades de manutenção.

Na parte inferior do painel, são apresentados dois gráficos de colunas verticais e uma tabela:

- OS por Prioridade: gráfico que retrata a quantidade de ordens de serviço realizadas por prioridade, diferenciando, por exemplo, OS normais (em azul) e OS urgentes (em laranja). Esse visual é útil para identificar se há proporção elevada de demandas urgentes, o que pode indicar necessidade de reforço em ações preventivas.
- OS por Setor: gráfico que demonstra a quantidade de ordens de serviço por setor (Elétrica e Mecânica), contribuindo para avaliar qual setor concentra maior número de intervenções.
- Tabela de OS Corretivas: tabela que apresenta as ordens de serviço classificadas como corretivas, incluindo colunas como número da OS, data, criticidade, código do equipamento e indicação se a intervenção implicou parada de forno. Essa visão destaca situações de maior criticidade, uma vez que a parada de forno interrompe a produção e gera custos sem retorno para a empresa.

5.4.2 Uso gerencial

Do ponto de vista gerencial, este painel complementa o painel principal de manutenção ao oferecer uma visão orientada a pessoas e setores. Coordenadores e analistas de PCM podem utilizá-lo para:

- Analisar a distribuição das horas trabalhadas por área e por colaborador;
- Identificar colaboradores que registram maior volume de solicitações;
- Acompanhar o equilíbrio entre prioridades de OS;
- Destacar equipamentos e setores mais críticos do ponto de vista corretivo.

Enquanto o painel principal tende a permanecer exibido em monitores na sala de manutenção, em modo contínuo, o painel secundário é acessado sob demanda, permitindo que os usuários ajustem filtros e realizem análises mais detalhadas sempre que necessário.

6. Formulário de Respostas dos Usuários

A fim de obter dados qualitativos sobre a eficiência do sistema, foi elaborado um questionário voltado à coleta de *feedbacks* relacionados ao desempenho, à usabilidade e à utilidade do ambiente de Business Intelligence desenvolvido. As questões que compõem o instrumento de coleta encontram-se apresentadas no Apêndice B, permitindo ao leitor compreender os aspectos avaliados e os critérios considerados na análise dos resultados. O instrumento foi respondido por 11 colaboradores, em sua maioria gestores, coordenadores e especialistas de diferentes áreas.

Uma limitação observada no processo de aplicação do questionário foi o fato de nem todos os colaboradores possuírem e-mail corporativo, o que restringiu o envio do formulário a parte do público potencial. Entretanto, como o foco principal da avaliação recai sobre a qualidade das informações disponibilizadas e seu apoio à tomada de decisão, priorizou-se a participação dos principais usuários do sistema, os quais efetivamente utilizam os dashboards no dia a dia.

O questionário foi construído e aplicado por meio da ferramenta Microsoft Forms e, nas próximas figuras, são apresentados os resultados consolidados dos *feedbacks* fornecidos pelos usuários nas questões de marcação única. As respostas abertas serão analisadas na seção seguinte, dedicada às considerações finais.

Figura 15 – FEEDBACK DE DESEMPENHO

- Conforme apresentado na Figura 15, em relação ao desempenho do sistema obteve-se uma percepção predominantemente positiva. Dos 11 respondentes, 7 indicaram que o tempo de resposta “é irrelevante” para eles, enquanto 4 apontaram que existe “pouco tempo de espera”. Esse resultado está associado ao tempo percebido para atualização dos dados, mudança entre dashboards e interação geral com o ambiente de BI, indicando que o sistema atende de forma satisfatória às necessidades dos usuários quanto à rapidez de uso.

1. De acordo com sua utilização do sistema, classifique o tempo de espera para visualização de uma nova análise do painel.



Fonte: Próprio autor.

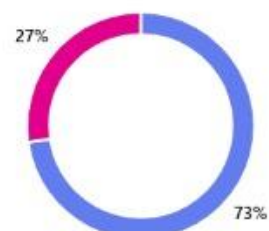
Figura 16 – FEEDBACK SOBRE USABILIDADE

- Conforme apresentado na Figura 16, em relação ao feedback de usabilidade, os resultados foram bastante positivos. Em duas das questões avaliadas, obteve-se 100% das respostas na melhor categoria. Na primeira, todos os respondentes indicaram que não tiveram dificuldade no uso do sistema; na segunda, ao serem questionados sobre a utilização do sistema de forma geral, as respostas foram unânimes em classificá-lo como muito fácil de utilizar.

Em outra questão, voltada especificamente à facilidade de localizar as informações nos dashboards, 8 participantes declararam não ter tido nenhuma dificuldade, enquanto 3 apontaram “pouca dificuldade”. Esses resultados indicam que, de modo geral, a navegação e a organização das informações no ambiente de BI foram bem recebidas pelos usuários.

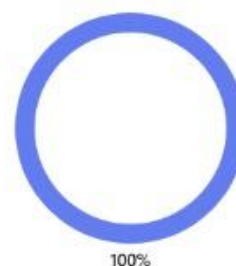
3. De acordo com sua utilização do sistema, qual o nível de dificuldade você encontrou em identificar/localizar as informações que precisava obter?

● Nenhuma dificuldade.	8
● Pouca dificuldade.	3
● Dificuldade moderada.	0
● Dificuldade considerável.	0
● Muita dificuldade.	0



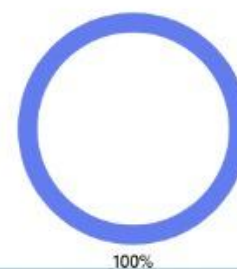
4. De acordo com sua utilização do sistema, qual o nível de dificuldade você encontrou em compreender as informações apresentadas?

● Nenhuma dificuldade.	11
● Pouca dificuldade.	0
● Dificuldade moderada.	0
● Dificuldade considerável.	0
● Muita dificuldade.	0



5. De forma geral, como é para você a utilização do sistema?

● Achei o sistema muito fácil de utilizar.	11
● Achei o sistema relativamente fácil de utilizar.	0
● Achei o sistema fácil de utilizar.	0
● Achei o sistema relativamente difícil de utilizar.	0
● Achei o sistema muito difícil de utilizar.	0



Fonte: Próprio autor.

Figura 17 – FEEDBACK SOBRE UTILIDADE DO SISTEMA

- A Figura 17 apresenta os resultados do questionário aplicado para avaliar a utilidade do sistema em relação à forma atual de análise dos indicadores de gestão. Os

resultados indicam uma percepção amplamente positiva por parte dos usuários, uma vez que a maioria das respostas concentrou-se nas duas melhores categorias de avaliação.

Do total de respondentes, nove participantes classificaram o sistema como “facilita muito essa tarefa”, enquanto dois indicaram que “facilita pouco essa tarefa”, não havendo registros de avaliações negativas. Esses resultados demonstram que o ambiente de BI desenvolvido contribui significativamente para a melhoria do processo de análise de dados gerenciais, tornando-o mais ágil, estruturado e eficiente quando comparado aos métodos anteriormente utilizados pela organização.

7. Com relação à maneira como é feita atualmente a análise dos dados dos indicadores de gestão, o sistema, em sua opinião:



Fonte: Próprio autor.

18 – FEEDBACK DO GESTOR SOBRE UTILIDADE DO SISTEMA

9. De forma geral, aponte na sua opinião vantagens da utilização do sistema no processo de gestão, em relação à maneira como esse trabalho era feito antes do sistema em operação. *

O Dashboard otimizou o processo e facilitou em 100% a obtenção das informações de produção. No passado eram necessários 5 relatórios do sistema para obter o número final. Hoje apenas com a seleção do período podemos acompanhar o fechamento mensal da produção e os principais números, como consumo de carvão, rendimento metálico e temperaturas de trabalho do forno.

Fonte: Próprio autor.

- A Figura 18 apresenta a resposta aberta de um dos gestores participantes da pesquisa, referente à percepção das vantagens da utilização do sistema de BI em relação à forma como a gestão era realizada anteriormente. O depoimento destaca de maneira objetiva os ganhos obtidos com a implantação do dashboard, especialmente no que se refere à

otimização do processo de análise e à facilidade de acesso às informações de produção.

Segundo o gestor, anteriormente era necessário o acesso a diversos relatórios do sistema ERP para a obtenção dos indicadores finais de produção, enquanto, com o uso do dashboard, essas informações passaram a estar disponíveis de forma consolidada, permitindo o acompanhamento do fechamento mensal da produção e de indicadores relevantes, como consumo de carvão, rendimento metálico e temperaturas de operação do forno, apenas por meio da seleção do período de análise.

Optou-se por apresentar essa resposta de forma destacada por se tratar do gestor que utiliza o sistema de maneira mais ativa no dia a dia operacional, sendo, portanto, capaz de fornecer uma avaliação mais detalhada sobre os impactos do ambiente de BI na rotina de gestão. As respostas dos demais participantes também foram positivas, porém apresentaram menor nível de detalhamento em relação aos benefícios observados.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho permitiu evidenciar, na prática, os desafios e os benefícios associados à implementação de um ambiente de Business Intelligence (BI) em uma empresa do setor siderúrgico, caracterizado por processos produtivos tradicionalmente pouco orientados a dados. Observou-se que, embora a empresa já armazene informações relevantes, esses dados encontram-se, em sua maioria, dispersos em diversas planilhas Excel, sem padronização e sem uma estrutura analítica definida, o que dificultava o armazenamento, o tratamento e, principalmente, o uso dessas informações para tomada de decisão.

Para viabilizar a construção do ambiente de BI, foi necessário, inicialmente, “dar alguns passos para trás”, estruturando o processo de ETL (*Extract, Transform, Load*) de forma completa. Isso envolveu a seleção dos dados relevantes, a limpeza e padronização das bases, a modelagem em formato dimensional e a posterior integração com as ferramentas de visualização. Um desafio adicional esteve relacionado ao fato de não haver outro analista dedicado ao projeto, o que fez com que todas as etapas desde o entendimento do negócio até a modelagem dos dados e construção dos *dashboards* fossem realizadas por uma única pessoa. Embora isso tenha tornado o processo mais trabalhoso, especialmente pelo volume de dados, também contribuiu significativamente para a formação técnica e prática na área de BI, tornando a experiência desafiadora e enriquecedora.

Os resultados obtidos com o ambiente de BI foram expressivos. Os *dashboards* desenvolvidos para as áreas de Produção, Operação dos Altos-Forno (AF1 e AF2), Estoque Gerencial e Manutenção passaram a disponibilizar, de forma integrada e visual, informações que antes exigiam grande esforço manual para consolidação ou simplesmente não eram acompanhadas de forma sistemática. O painel diário de produção e os *dashboards* de operação dos altos-fornos possibilitaram uma análise mais detalhada dos indicadores operacionais, como ritmo real, utilização de minério, geração de sucata e variáveis de processo. O painel gerencial de estoque facilitou o acompanhamento de níveis de carvão, minério e saldo de gusa, apoiando decisões de abastecimento e vendas. Já o *dashboard* de manutenção trouxe maior visibilidade sobre ordens de serviço, falhas, horas paradas e indicadores de confiabilidade (MTTR, MTBF e disponibilidade), contribuindo para o planejamento e priorização de intervenções em equipamentos críticos.

Como consequência, observou-se uma redução no tempo de acesso às informações cruciais, a possibilidade de explorar dados que anteriormente não eram analisados e uma mudança gradual na cultura de decisão, que passou a ser mais orientada por evidências e menos por percepções intuitivas. Os gestores passaram a tomar decisões com base em indicadores atualizados e em visões consolidadas do processo, o que foi reconhecido por meio de elogios por parte da diretoria e dos responsáveis pelas áreas envolvidas.

O ambiente de BI mostrou-se aderente a diferentes setores da empresa, com potencial de ampliação para outras áreas.

Como recomendação para trabalhos futuros e continuidade da iniciativa, destaca-se a intenção de expandir o ambiente de BI para os setores de compras, recursos humanos, financeiro e almoxarifado, passando a utilizar de forma mais intensa os dados provenientes do sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) da empresa. Essa evolução tende a acelerar processos administrativos, melhorar o controle de custos, otimizar a gestão de pessoas e aperfeiçoar o fluxo de materiais. Em uma perspectiva de longo prazo, vislumbra-se a possibilidade de incorporar técnicas de *Machine Learning*, de modo que o foco das análises deixe de ser apenas descritivo (dados passados e atuais) e passe a incluir também uma abordagem preditiva, com estimativas de cenários futuros e identificação antecipada de riscos e oportunidades.

Por fim, este trabalho reforça que a área de dados, com ênfase em ambientes de *Business Intelligence*, é aplicável a empresas de diferentes portes e segmentos, uma vez que toda organização gera dados em grande quantidade. O desafio não está apenas em armazená-los, mas em saber o que fazer com essas informações, transformando-as em conhecimento útil para o negócio. Nesse sentido, a experiência aqui relatada evidencia que a adoção de BI no setor siderúrgico não só é possível como também desejável, configurando-se como um campo em expansão que tende a ser cada vez mais valorizado no contexto empresarial.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Carlos Duarte Valente de. Desenvolvimento e implementação de projetos de Business Intelligence nas áreas financeira e de logística. 2014. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão) — Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2014. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/97764/2/31754.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2025.
- CHEN, H.; CHIANG, R. H.; STOREY, V. C. Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, v. 36, n. 4, p. 1165-1188, 2012.
- DA SOUSA, J. S. Análise da Implementação do Business Intelligence em Indústrias Siderúrgicas. *Revista de Engenharia de Produção*, v. 12, n. 4, p. 88-101, 2022.
- INMON, W. H. Building the Data Warehouse. 4. ed. Indianapolis: Wiley, 2005.
- INSTITUTO AÇO BRASIL. Anuário estatístico 2024. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil, 2024. Disponível em: https://www.acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2024/07/Anuario_Completo_2024.pdf. Acesso em: 05 dez. 2025.
- KIMBALL, Ralph; ROSS, Margy. The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2013.
- MARQUES, L.; ALMEIDA, F. Business Intelligence no agronegócio: um estudo de caso de implementação em uma startup. *Revista de Tecnologia e Gestão*, v. 8, n. 1, p. 33-48, 2022.
- MATSUMOTO, L. Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Business Intelligence em uma Indústria Siderúrgica. *Revista de Tecnologia Industrial*, v. 9, n. 2, p. 75-90, 2021.
- MICROSOFT. Documentação do Power BI. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/power-bi/>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- MICROSOFT. Power BI. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- NOGUEIRA, Ítalo Martins; MADUREIRA, Moisés Teles. The steel industry in Brazil. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, p. e300111638241, Dez. 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i16.38241. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/38241>. Acesso em: 15 nov. 2025.
- OLIVEIRA, M. F. Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Business Intelligence para Monitoramento de Acessos Corporativos. *Revista de Sistemas de Informação*, v. 15, n. 1, p. 77-90, 2020.
- OLIVEIRA, T.; COSTA, M. Data Mining como ferramenta estratégica para análise de dados em BI. *Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, v. 14, n. 2, p. 55-69, 2020.

SANTOS, Iris Cristina dos. Plataforma Microsoft Power BI: estudo de caso da utilização pela Secretaria de Saúde do Estado do Espírito Santo para gestão da pandemia da Covid-19. 2020. Monografia (Especialização em Tecnologias Empresariais) — Instituto Federal do Espírito Santo, Guarapari, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/849>. Acesso em: 05 nov. 2025.

SANTOS, R.; PEREIRA, A. Impactos da implementação de ferramenta de Self-Service BI na gestão de operações inbound. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 25, n. 3, p. 120-137, 2021.

SANTOS, Ronyelly Diniz Correia dos. Power BI: a experiência de implantação em um escritório de contabilidade. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) — Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12012>. Acesso em: 10 nov. 2025.

SILVA, J. R. et al. Os efeitos da utilização do Power BI no controle de processos de armazenagem em um centro de distribuição do setor alimentício e petcare. *Revista de Logística*, v. 10, n. 2, p. 45-59, 2021.

TETILA, Everton Castelhão. Modelagem de dados com Data Warehouse e OLAP: um estudo de caso. *EaD & Tecnologias Digitais na Educação*, Dourados, v. 2, n. 3, p. 20-29, 2014. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/ead/article/view/3514/2104>. Acesso em: 7 out. 2025.

TURBAN, E.; SHARDA, R.; DELEN, D. *Business Intelligence: A Managerial Perspective on Analytics*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2013.

APÊNDICE A – Questionário Semiestruturado

Este apêndice apresenta o questionário semiestruturado aplicado aos gestores e colaboradores das áreas de Produção, Manutenção e Estoque, com o objetivo de levantar os requisitos informacionais para o desenvolvimento do ambiente de *Business Intelligence*.

- Quais indicadores você utiliza atualmente para acompanhar as atividades do seu setor?
- Para que finalidade você precisa das informações e indicadores no dia a dia do setor?
- Quais são as principais atividades realizadas no seu setor e como elas se relacionam com os dados que precisam ser acompanhados?
- Com que frequência as informações e os indicadores precisam ser atualizados para atender às necessidades do setor?

APÊNDICE B – Questionário Aplicado para Coleta de Feedback

A seguir, apresentam-se as perguntas do questionário aplicado para levantamento de requisitos e coleta de feedback junto a gestores e colaboradores da empresa, com o objetivo de compreender as necessidades de informação e avaliar a usabilidade do ambiente de BI desenvolvido. O questionário foi dividido em três seções, com focos diferentes: desempenho, usabilidade e utilidade do sistema, contendo perguntas com respostas objetivas e abertas

Seção 1

FEEDBACK DE DESEMPENHO

1- De acordo com sua utilização do sistema, classifique o tempo de espera para visualização de uma nova análise do painel.

Alternativas:

Tempo de espera irrelevante.

Pouco tempo de espera.

Tempo de espera moderado.

Tempo de espera muito relevante.

Tempo de espera insatisfatório, dificultando o uso.

2- Caso queira deixar alguma observação sobre o desempenho do sistema, fique a vontade para deixar sua mensagem.

Resposta aberta:

Seção 2

FEEDBACK SOBRE USABILIDADE

3- De acordo com sua utilização do sistema, qual o nível de dificuldade você encontrou em identificar/localizar as informações que precisava obter?

Alternativas:

Nenhuma dificuldade.

Pouca dificuldade.

Dificuldade moderada.

Dificuldade considerável.

Muita dificuldade.

4- De acordo com sua utilização do sistema, qual o nível de dificuldade você encontrou em compreender as informações apresentadas?

Alternativas:

Nenhuma dificuldade.

Pouca dificuldade.

Dificuldade moderada.

Dificuldade considerável.

Muita dificuldade.

5- De forma geral, como é para você a utilização do sistema?

Alternativas:

Achei o sistema muito fácil de utilizar.

Achei o sistema relativamente fácil de utilizar.

Achei o sistema fácil de utilizar.

Achei o sistema relativamente difícil de utilizar.

Achei o sistema muito difícil de utilizar.

6- Há alguma sugestão de melhoria na forma com que as informações estão sendo apresentadas para que o sistema fique mais fácil de utilizar?

Resposta aberta

FEEDBACK SOBRE UTILIDADE DO SISTEMA

7- Com relação à maneira como é feita atualmente a análise dos dados dos indicadores de gestão, o sistema, em sua opinião:

Alternativas:

Dificulta muito essa tarefa.

Dificulta pouco essa tarefa.

Não facilita nem dificulta o cumprimento da tarefa.

Facilita um pouco essa tarefa.

Facilita muito essa tarefa.

8- De forma geral, aponte melhorias a se fazer no sistema para melhor automatizar a análise da gestão dos setores da empresa.

Resposta aberta

9- De forma geral, aponte na sua opinião vantagens da utilização do sistema no processo de gestão, em relação à maneira como esse trabalho era feito antes do sistema em operação.

Resposta aberta

