

# Desafios e Benefícios da Transformação Digital no Controle Orçamentário da Mineração

Jonathan Lara Souza<sup>1</sup>, Charles Tim Batista Garrocho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)  
Campus Ouro Branco, MG - Brasil

jonathansouza1@live.com, charles.garrocho@ifmg.edu.br

**Abstract.** *This article investigates the challenges and benefits associated with the digitalization of budget control processes at CSN Mineração, focusing on OPEX and CAPEX management. The research analyzes the contribution of digital transformation to efficiency, accuracy, and systems integration, using a case study at the company. The methodology includes data collection with professionals in the field and a literature review, allowing the identification of barriers and providing improvements. The results point to the need for training, systemic integration, and digital culture as essential conditions for the success of digital transformation.*

**Resumo.** *Este artigo investiga os desafios e benefícios associados à digitalização dos processos de controle orçamentário na CSN Mineração, com foco na gestão de OPEX e CAPEX. A pesquisa analisa a contribuição da transformação digital para a eficiência, acurácia e integração de sistemas, utilizando um estudo de caso na empresa. A metodologia inclui coleta de dados com profissionais da área e revisão bibliográfica, permitindo a identificação de barreiras e a proposição de melhorias. Os resultados apontam a necessidade de capacitação, integração sistêmica e cultura digital como condições essenciais para o sucesso da transformação digital.*

## 1. Introdução

A transformação digital tem gerado impactos significativos nos processos empresariais, especialmente no setor de mineração, ao promover ganhos de produtividade, sustentabilidade e segurança por meio de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), sensores inteligentes e automação — pilares da Indústria 4.0 (SCHWAB, 2016; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

No campo orçamentário, a adoção de soluções digitais é estratégica, pois amplia a automação de tarefas, reduz erros manuais e direciona o trabalho para análises mais qualificadas. Segundo estudo da PwC Brasil, empresas digitalizadas podem economizar até 30% do tempo antes gasto com processos manuais (PwC Brasil, 2023). Essa economia representa uma oportunidade de liberar profissionais de tarefas repetitivas, permitindo maior foco na análise de indicadores, previsão de custos e apoio à tomada de decisão (TURBAN et al., 2018).

Apesar desse potencial, muitas organizações ainda enfrentam desafios para atingir esse nível de eficiência, principalmente devido à integração limitada entre sistemas (como

SAP, BI e planilhas), à resistência interna à mudança cultural e à carência de capacitação adequada (REVIEW, 2025). Além disso, a digitalização exige fortalecer a integração entre departamentos e aprimorar a análise de dados em tempo real, pontos que nem sempre estão plenamente estruturados no controle orçamentário das mineradoras (SAP, 2025).

Diante desse cenário, este trabalho discute esses obstáculos, identifica oportunidades de melhoria e propõe soluções práticas para apoiar a evolução da governança orçamentária no setor mineral.

- A falta de integração entre sistemas, como o SAP (Aplicações e Produtos de Sistema em Processamento de Dados), utilizado para controle financeiro e planejamento de recursos, e ferramentas de Business Intelligence como Qlik Sense e Power BI;
- A dependência de planilhas manuais, que aumenta o risco de erros na consolidação de dados e compromete a confiabilidade das informações;
- A resistência dos colaboradores à adoção de novas tecnologias, muitas vezes por falta de capacitação adequada;
- A ausência de uma estratégia clara de transformação digital nas organizações.

A não superação dessas barreiras limita o avanço do controle orçamentário para modelos mais ágeis e inteligentes (TURBAN et al., 2018). Assim, este trabalho propõe-se a investigar os principais desafios enfrentados e apresentar soluções práticas, com base na experiência do autor na área de custos de uma grande mineradora. A pesquisa busca responder: como a automação e a integração de sistemas como SAP, BI e planilhas podem reduzir o tempo de análise, minimizar erros e facilitar a visualização no controle orçamentário da mineração?

## **2. Background**

A transformação digital vem promovendo mudanças profundas nos processos produtivos e administrativos em diversos setores, inclusive no setor mineral, onde a busca por maior eficiência, segurança, controle de custos e sustentabilidade impulsiona o uso de ERP, BI, automação e IoT (SCHOOL, 2025). Segundo a PwC Brasil, essa jornada contínua integra tecnologias digitais aos negócios para atender prioridades estratégicas, explorar novos mercados, aumentar eficiência e testar novos modelos (PwC Brasil, 2023).

Embora seja comum associá-la a dispositivos e aplicativos atuais, a transformação digital começou na década de 1990 com a expansão da internet e a democratização do acesso, tornando tecnologias antes restritas a grandes empresas disponíveis à sociedade em geral (SCHWAB, 2016; PEIXOTO, 2021). Essa evolução transformou hábitos, eliminou mercados tradicionais e criou novas oportunidades (PEIXOTO, 2021).

A intensa troca de informações impulsionou o surgimento da Indústria 4.0 — a Quarta Revolução Industrial — marcada pela comunicação inteligente entre máquinas, dados e processos (SCHWAB, 2016).

No entanto, a transformação digital não se limita à adoção de tecnologias, mas envolve uma mudança cultural que exige o engajamento de gestores, colaboradores e stakeholders (SCHWAB, 2016). O desafio é identificar processos a otimizar e, a partir disso, definir as tecnologias adequadas, entendendo que a transformação é uma necessidade estratégica para empresas de todos os portes e segmentos (SCHWAB, 2016).

## 2.1. Os Pilares da Transformação Digital

De acordo com o CESAR, a transformação digital é compreendida por oito dimensões que indicam o nível de maturidade digital das organizações (CESAR, 2024):

1. **Cultura e pessoas:** Refere-se à percepção e ao papel das pessoas diante das mudanças digitais, reconhecendo o ser humano como agente e instrumento dessas transformações na sociedade e nos negócios.
2. **Consumidores:** Destaca a transformação na relação com clientes, que exigem produtos customizáveis, disponíveis sob demanda e sempre conectados.
3. **Concorrência:** A tecnologia torna o cenário competitivo mais dinâmico e imprevisível, com concorrentes ágeis capazes de provocar rápidas mudanças no mercado.
4. **Inovação:** Fundamental para o sucesso, a inovação digital promove a cocriação e experimentação contínua, substituindo a criação isolada de produtos e serviços.
5. **Processos:** Os processos internos focam no usuário, possibilitando a otimização, automação e transformação organizacional por meio da tecnologia.
6. **Modelos de negócios:** Novas tecnologias impulsionam a criação e adaptação de modelos de negócio, essenciais para a sobrevivência e crescimento das empresas.
7. **Dados e ambientes regulatórios:** Os dados são cruciais para estratégias e decisões, exigindo atenção à privacidade, segurança e direitos intelectuais.
8. **Tecnologias habilitadoras:** Tecnologias como IoT, Inteligência Artificial e Big Data são a base da transformação digital, acelerando processos e conferindo vantagens competitivas.

## 2.2. O que é a indústria 4.0?

A Primeira Revolução Industrial, no final do século XVIII, iniciou a transição da produção artesanal para processos mecanizados, elevando a produtividade e mudando a economia e o cotidiano (SCHWAB, 2016). Desde então, o avanço das Tecnologias da Informação e sua integração à indústria trouxeram ganhos em produtividade, qualidade e custo-benefício (SCHWAB, 2016).

Nesse contexto surge a Indústria 4.0 — a Quarta Revolução Industrial — apresentada na Feira de Hannover em 2013 pela iniciativa alemã “Industrie 4.0” (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). O conceito baseia-se nos Sistemas Físico-Cibernéticos (CPS), que integram máquinas, armazenamento e produção por meio da Internet das Coisas (IoT), permitindo comunicação autônoma, ajustes em tempo real e processos mais ágeis (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

A mineração também incorpora essas tecnologias: sensores inteligentes coletam dados estratégicos, enquanto geomodelagem, manutenção preditiva e agendamento dinâmico otimizam decisões operacionais (JAZIDA, 2023). Veículos autônomos, drones e varredura a laser aprimoram a segurança, reduzem custos e aumentam a previsibilidade na gestão de recursos minerais (JAZIDA, 2023).

## 2.3. A região em estudo: O Quadrilátero Ferrífero

O Quadrilátero Ferrífero, localizado na região central de Minas Gerais, é uma das mais importantes províncias minerais do Brasil e do mundo, sendo responsável por uma expressiva parcela da produção nacional de minério de ferro (Wikipedia, 2024). Abriga

grandes operações de mineração, como a Mina Fábrica e a Mina Viga, da Vale; a Mina Casa de Pedra, da CSN Mineração; e o Complexo de Miguel Burnier e Alto Paraopeba, operado pela Gerdau Mineração. Essa região destaca-se não apenas pela abundância de recursos minerais, mas também pelo protagonismo na adoção de tecnologias da Indústria 4.0. A Figura 1 apresenta a localização do Quadrilátero Ferrífero no estado de Minas Gerais, englobando as cidades onde se situam as empresas citadas neste trabalho.



Figure 1. Localização do Quadrilátero Ferrífero

As empresas instaladas no Quadrilátero Ferrífero têm investido fortemente em automação, inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT), manutenção preditiva e sistemas de gestão integrados, com o objetivo de aumentar a eficiência operacional, garantir maior segurança aos trabalhadores e reduzir impactos ambientais.

Esses investimentos refletem uma tendência global de modernização do setor mineral, mas, no caso brasileiro, também respondem a pressões locais por maior controle de riscos e sustentabilidade após eventos críticos envolvendo barragens (FRANCISCO, 2019). Assim, o cenário atual revela uma mineração cada vez mais digitalizada, orientada por dados e comprometida com a responsabilidade socioambiental (FRANCISCO, 2019).

#### 2.4. Transformação Digital no Controle Orçamentário

Segundo estudo da Universidade Federal da Paraíba, em cenários competitivos, decisões entre investir em ativos imobilizados (CAPEX) ou contratar serviços e locar equipamentos (OPEX) são frequentes (CAVALCANTE, 2017). O CAPEX corresponde a investimentos em bens de capital, como máquinas e infraestrutura, enquanto o OPEX refere-se às despesas operacionais para manutenção das atividades, como serviços e manutenções (XP, 2025).

No setor de mineração, a digitalização do controle orçamentário traz diversos benefícios importantes (SANKHYA, 2025):

1. **Eficiência operacional:** Automação e integração reduzem tarefas manuais, aumentando produtividade e reduzindo custos.

2. **Tomada de decisão baseada em dados:** Análises avançadas permitem previsões orçamentárias mais precisas e decisões estratégicas fundamentadas.
3. **Maior precisão e redução de erros:** Processos automatizados diminuem erros humanos, garantindo relatórios financeiros confiáveis.
4. **Visibilidade e transparência:** Ferramentas de BI e sistemas integrados fornecem dados em tempo real, facilitando auditorias e controle.

Entretanto, desafios persistem na digitalização do controle orçamentário (SANKHYA, 2025):

1. Integração de sistemas diversos, que pode gerar dados desconexos e dificultar a gestão.
2. Resistência cultural à adoção de novas tecnologias, demandando capacitação e engajamento.
3. Elevado investimento inicial para implementação de sistemas ERP e ferramentas de BI.
4. Segurança e privacidade dos dados, exigindo investimentos em proteção contra ameaças cibernéticas.

Para aprimorar a gestão financeira, a transformação digital utiliza ferramentas específicas (RME Consulting, 2024; SAP, 2025; TURBAN et al., 2018):

- **Sistemas ERP:** Integram departamentos como finanças, compras e produção, possibilitando gestão eficiente de OPEX e CAPEX, além de relatórios orçamentários em tempo real. Na empresa em análise, utiliza-se o SAP (SAP, 2025).
- **Business Intelligence (BI):** Ferramentas como QlikSense, Power BI e Tableau analisam grandes volumes de dados financeiros, gerando dashboards interativos que facilitam decisões embasadas. O QlikSense é adotado na referida empresa (SALESFORCE, 2025).

Essas tecnologias melhoram a precisão, velocidade, flexibilidade e integração entre setores, promovendo colaboração e transparência no controle orçamentário.

### 3. Trabalhos Relacionados

Diversos estudos discutem os impactos da transformação digital em diferentes setores industriais. Esta seção destaca pesquisas que embasam a análise deste trabalho e ajudam a identificar lacunas na literatura.

Um estudo da UFOP mostra como a digitalização impacta o setor de suprimentos, considerado estratégico em grandes indústrias. Em um estudo de caso no setor de alumínio e mineração, o autor evidenciou ganhos como maior eficiência, redução de tarefas operacionais e apoio à tomada de decisão com dados. Ressaltou ainda o uso de ferramentas como e-Procurement, BI, RPA e ERP, além das competências 4.0, como análise de dados e decisões estratégicas (LEMOS, 2020).

Outro artigo, da revista RPD Produção e Desenvolvimento, discute desafios para a Indústria 4.0, como a mudança de mentalidade e a desconfiança frente a inovações, destacando a importância da colaboração entre academia, governo e profissionais da indústria para o sucesso da digitalização (SANTOS, 2018).

No setor público, estudo publicado na revista do TCU aponta que a transformação digital demanda capacitação e mudança de cultura, enfatizando a comunicação como fator essencial (MONTEIRO, 2017).

Na mineração, pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia analisa riscos da digitalização, como segurança da informação, uso de dados e dependência de tecnologias desenvolvidas por fornecedores externos, o que pode afetar o retorno financeiro de longo prazo (NETO, 2020).

Diferente desses estudos, este trabalho foca nas oportunidades de melhoria da gestão orçamentária na CSN, propondo soluções práticas para fortalecer a governança, a eficiência e a confiabilidade das informações internas.

#### 4. A CSN e a Transformação Digital

A Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), uma das maiores mineradoras do Brasil — com uma produção de 42,010 milhões de toneladas de minério de ferro e lucro líquido de R\$ 4,5 bilhões em 2024 — tem demonstrado um compromisso crescente com a transformação digital e a adoção das práticas da Indústria 4.0. Conforme a linha do tempo apresentada na Figura 2, desde 2018 a empresa vem trilhando um caminho rumo à transformação digital (CSN, 2024).



Figure 2. Linha do Tempo CSN

Em 2018, a CSN criou a plataforma CSN Inova para se posicionar estrategicamente no ecossistema nacional de inovação, com foco em governança ambiental, social e corporativa (ESG) (CSN, 2024).

Por meio da CSN Inova Ventures, a companhia investe em startups voltadas à digitalização, automação e sustentabilidade, além de incentivar colaboradores a propor soluções alinhadas aos desafios da indústria (CSN, 2024). Seus pilares estratégicos incluem descarbonização, ciência de dados, economia circular e uso de tecnologias como sensoriamento remoto, automação e análise avançada (CSN, 2024).

Apesar desses avanços, ainda há desafios, principalmente relacionados à cultura organizacional e à capacitação digital — pontos em que concorrentes como a Vale demonstram maior maturidade (CSN, 2024).

A Vale, maior produtora de minério de ferro do mundo, iniciou sua transformação digital em 2016, estruturada em quatro pilares: Analytics, sistemas integrados,

robotização e equipamentos autônomos. Adota tecnologias como IoT, IA, Machine Learning, Advanced Analytics e apps móveis (JAZIDA, 2023).

Desde 2018, opera equipamentos autônomos em minas como Brucutu (MG), somando 72 unidades, entre caminhões, perfuratrizes e máquinas de pátio, o que garante mais eficiência, segurança e sustentabilidade (JAZIDA, 2023).

Já a Gerdau, siderúrgica centenária com atuação em sete países, avança na transformação digital desde 2014, com forte investimento em automação, inovação e digitalização de processos (LAUTERJUNG, 2025). Sua arquitetura tecnológica é baseada em soluções SAP, que integra recrutamento, onboarding, desempenho e movimentações internas, eliminando tarefas manuais e aumentando agilidade e transparência (LAUTERJUNG, 2025).

Assim, as três empresas figuram entre as maiores da região, mas em estágios diferentes: a Vale lidera com foco operacional consolidado; a CSN aposta na inovação aberta, mas enfrenta desafios internos; enquanto a Gerdau se destaca pela maturidade digital em processos organizacionais e de gestão.

#### **4.1. Integração Vertical dos Sistemas na CSN**

Na CSN, a transformação digital avança de forma vertical, conectando níveis operacionais, técnicos e estratégicos por meio de uma pirâmide de sistemas que promove eficiência, padronização e inteligência na gestão.

Na base, ferramentas operacionais como o Microsoft Excel apoiam a compilação e análise de dados, mas têm limitações de escalabilidade e integração em ambientes complexos (LAUDON; LAUDON, 2021). No nível intermediário, plataformas de Business Intelligence, como Qlik Sense e PI Vision, transformam grandes volumes de dados em informações visuais para decisões mais ágeis (TURBAN et al., 2018).

No topo, sistemas ERP como o SAP — com módulos de manutenção (PM), materiais (MM) e finanças (FI) — formam o núcleo corporativo, automatizando processos críticos e garantindo rastreabilidade e decisões baseadas em dados confiáveis (SAP, 2025).

Este trabalho contribui para fortalecer essa integração vertical ao mapear desconexões e propor melhorias para integrar dados de OPEX e CAPEX, alinhado ao conceito da Indústria 4.0 de conectar sensores, sistemas e pessoas em uma arquitetura digital unificada (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Assim, as melhorias propostas apoiam a redução de erros manuais, mitigam retrabalhos e aumentam a assertividade das análises, reforçando a governança corporativa, a eficiência operacional e a sustentabilidade digital — princípios fundamentais para a competitividade e inovação no setor mineral (SCHWAB, 2016).

#### **4.2. Coleta de Dados**

Este trabalho é uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória, com abordagem qualitativa e quantitativa, voltada a compreender as implicações da digitalização no controle orçamentário na mineração.

A pesquisa aplicada busca aplicar conceitos teóricos a problemas práticos, enquanto o caráter exploratório investiga um tema ainda pouco discutido, ampliando o en-

tendimento sobre como as empresas do setor utilizam tecnologias para otimizar processos financeiros.

A combinação de métodos qualitativo e quantitativo, conforme recomendado por Gil (GIL, 2019), possibilitou uma análise abrangente das percepções, experiências e desafios de profissionais do controle orçamentário. A coleta de dados envolveu pesquisa bibliográfica, entrevistas e questionários, permitindo levantar fatores que influenciam a adoção da transformação digital na área.

- Pesquisa Bibliográfica: A revisão da literatura foi realizada com o intuito de embasar teoricamente o estudo, buscando compreender os conceitos e as melhores práticas sobre transformação digital, ERP, automação, Business Intelligence (BI), RPA e o impacto dessas tecnologias no controle orçamentário. A pesquisa bibliográfica foi essencial para fornecer um contexto teórico e histórico sobre o tema e suas aplicações no setor de mineração.
- Pesquisa de Campo: A pesquisa de campo envolveu a aplicação de questionários e entrevistas com profissionais da área de controle orçamentário em empresas do setor de mineração. O objetivo foi coletar dados sobre as experiências desses profissionais com a digitalização, suas percepções sobre as ferramentas utilizadas, os principais desafios enfrentados e os benefícios percebidos. Os questionários foram enviados a um grupo seletivo de analistas financeiros e gestores de orçamento, com a finalidade de obter um panorama abrangente da situação atual.

Os questionários aplicados continham perguntas fechadas e abertas, possibilitando a coleta de dados quantitativos e qualitativos. As entrevistas semiestruturadas permitiram que os participantes detalhassem suas opiniões e experiências.

Os temas abordados enfocaram o papel dos colaboradores no controle orçamentário, as ferramentas e sistemas utilizados para gerenciar OPEX e CAPEX, frequência de uso, dificuldades enfrentadas, processos passíveis de automação, impactos da falta de integração entre setores, prioridades para melhorias nos sistemas, necessidades de acesso a informações e relatórios, percepção sobre a adoção de novas tecnologias, desafios na adaptação aos sistemas digitais, além de sugestões para capacitação e funcionalidades desejadas. O formulário completo com as questões aplicadas está disponível em: <https://forms.cloud.microsoft/r/bvKi6ExSZz>.

### **4.3. Análise**

A análise dos dados foi realizada com base em dois enfoques: quantitativo e qualitativo.

1. Análise Quantitativa: Os dados quantitativos coletados por meio dos questionários serão analisados utilizando técnicas estatísticas básicas, como a análise de frequência e a distribuição de respostas. A ideia é identificar padrões e tendências nas respostas dos participantes, possibilitando uma visão geral dos desafios e das soluções adotadas pelas empresas do setor de mineração.
2. Análise Qualitativa: Para os dados qualitativos, provenientes das respostas abertas dos questionários e das entrevistas, será utilizada a técnica de análise de conteúdo. Esta abordagem permite categorizar e interpretar as informações de forma a identificar os principais temas relacionados à transformação digital no controle orçamentário, como as barreiras à implementação das tecnologias, as

vantagens percebidas pelos profissionais e as melhorias esperadas. A análise de conteúdo será realizada por meio da codificação das respostas, agrupando-as em categorias e temas centrais.

3. A combinação dessas abordagens permitirá uma compreensão mais rica e abrangente do impacto da transformação digital no controle orçamentário, além de possibilitar uma avaliação crítica das práticas atuais e das oportunidades de melhoria no setor.

#### **4.4. Discussão dos Resultados**

A análise dos dados coletados junto aos colaboradores evidenciou pontos críticos no controle orçamentário, além de percepções sobre as ferramentas e sugestões de melhoria.

Os resultados indicam que a transformação digital na CSN está em estágio intermediário: há ferramentas implementadas, mas persistem gargalos, principalmente na integração de sistemas e na capacitação das equipes. Superar essas barreiras pode consolidar uma gestão orçamentária mais estratégica, automatizada e orientada por dados.

Entre as principais dificuldades destacadas está a falta de integração entre sistemas como SAP, Excel e Qlik Sense, apontada pela maioria dos participantes. Essa desconexão dificulta uma visão consolidada das informações, aumenta o tempo de geração de relatórios e favorece inconsistências.

Além disso, foram relatados erros frequentes nos dados e processos, especialmente por analistas de OPEX e CAPEX, que lidam com altos volumes de informações e baixa padronização entre sistemas. A falta de integração entre setores também contribui para divergências nos dados financeiros, impactando a qualidade das análises e exigindo retrabalhos.

#### **4.5. Percepção dos colaboradores sobre as ferramentas utilizadas**

Com relação às ferramentas atualmente utilizadas pelos colaboradores, houve uma divisão nas percepções. Algumas das principais observações incluem:

- Benefícios percebidos: Muitos colaboradores destacaram que o uso de ferramentas como Qlik Sense e SAP facilita a análise e consolidação de dados, especialmente quando há integração entre os sistemas. A possibilidade de visualizar informações em dashboards foi apontada como um recurso positivo, com a capacidade de gerar relatórios mais rápidos e de fácil leitura.
- Dificuldades de uso: Apesar dos benefícios, muitos colaboradores mencionaram a complexidade da interface de algumas ferramentas, como o Qlik Sense, que exige conhecimentos específicos em lógica de programação, além da falta de treinamentos adequados. O uso de planilhas despadronizadas também foi mencionado como um ponto negativo, especialmente para quem lida com grandes volumes de dados que necessitam de uma análise mais detalhada. Necessidade de mais funcionalidades: Várias respostas indicaram que seria benéfico ter mais funcionalidades de automação no processo de controle orçamentário.

#### **4.6. Oportunidade de Melhorias**

Com base nas dificuldades e percepções dos colaboradores, foram identificadas cinco oportunidades principais de melhoria para o controle orçamentário.

Primeiro, é essencial investir em soluções que integrem melhor plataformas como SAP, Qlik Sense e Excel, reduzindo erros, otimizando relatórios e consolidando dados de forma mais precisa. Em segundo lugar, ampliar a automação de processos pode diminuir o tempo gasto com tarefas repetitivas e manuais, aumentando a agilidade e a precisão das análises.

Outro ponto crítico é oferecer capacitação contínua, com treinamentos práticos voltados ao uso eficiente das ferramentas, especialmente de Business Intelligence, como o Qlik Sense, fortalecendo a confiança dos colaboradores.

Também se destaca a necessidade de desenvolver dashboards mais claros e intuitivos, facilitando a interpretação das informações financeiras e incentivando o uso das ferramentas digitais. Por fim, padronizar os dados financeiros e orçamentários, por meio de processos e templates uniformes, pode melhorar a consistência e confiabilidade das informações.

## **5. Prova de conceito: Integração entre SAP e Qlik Sense na Gestão de Estoques**

Como forma de validar os conceitos discutidos ao longo deste trabalho, foi realizada uma prova de conceito com base em um painel desenvolvido no Qlik Sense, voltado para a gestão de estoques de materiais sob demanda e itens de reposição regular.

O painel é alimentado por dados extraídos automaticamente do sistema SAP, promovendo um fluxo contínuo de informações entre as áreas de planejamento, manutenção, suprimentos e custos. A integração entre o SAP e o Qlik Sense foi viabilizada com o apoio de um consultor especializado em SAP ABAP, que mapeou os campos e transações relevantes no ERP.

A partir desse levantamento, foi criada uma tabela com os nomes técnicos das colunas, posteriormente repassada à equipe de TI responsável por realizar a extração automatizada dos dados.

A atualização ocorre por meio de uma ferramenta interna denominada “No Informática”, que executa cargas diárias para alimentar a tabela denominada “wvcargamateriais”, que contém os dados do estoque extraídos do SAP e acessada no Qlik por meio de scripts. Embora o tipo exato de conector utilizado não tenha sido identificado, presume-se o uso de ferramentas de ETL ou conectores intermediários compatíveis com SAP.

A atualização dos dados ocorre diariamente às 2h da manhã, garantindo que os usuários tenham acesso às informações mais recentes logo no início da jornada de trabalho. No ambiente Qlik, o script de carga realiza filtros por centro de custo, planejadores e estratégias de MRP, de forma a organizar os dados para análise por área ou perfil de usuário.

Conforme apresentado na Figura 3. O painel apresenta indicadores-chave como valor total dos itens em estoque (canto superior esquerdo), status do MRP (primeiro gráfico à esquerda), identificador do planejador e área responsável (gráfico central). Essas informações são fundamentais para a identificação de itens críticos, estoques acima do necessário (overstock) e para apoiar a decisão de reposição ou replanejamento de compras.

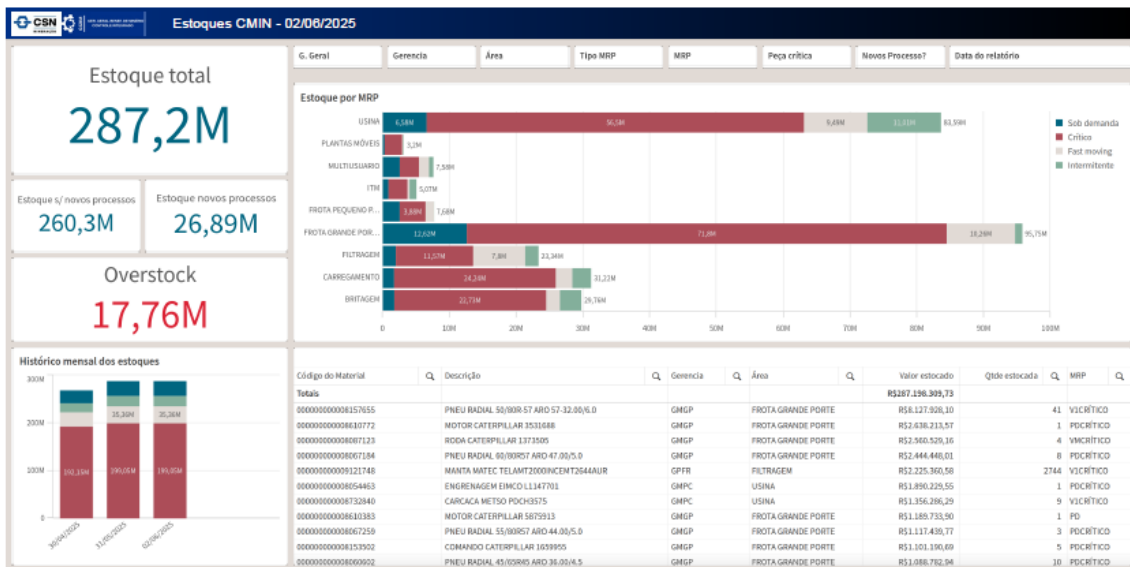


Figure 3. Painel de estoques críticos no QlikSense

Antes da implantação do painel, o processo era consideravelmente mais manual e sujeito a falhas. Os dados precisavam ser extraídos do SAP, sendo posteriormente enviados por e-mail às áreas interessadas. Esse fluxo implicava risco elevado de inconsistências, duplicidade de informações e baixo nível de visualização, além de sobrecarregar os usuários com grande volume de dados não filtrados, como pode-se observar na Figura 4.

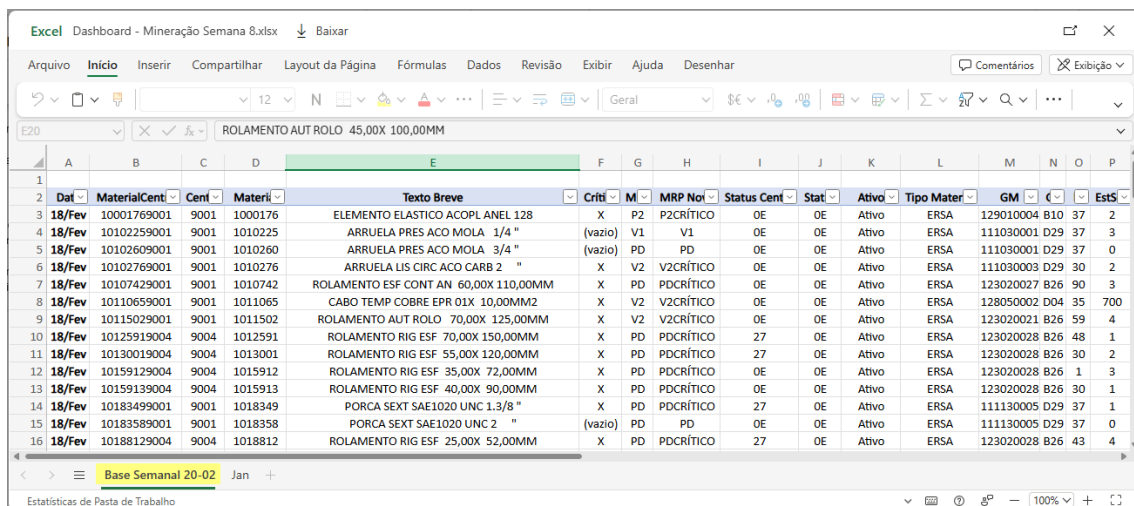


Figure 4. Dados não filtrados em Excel e grande quantidade de informações

Segundo a engenheira de planejamento Kesia Vieira, “a principal melhoria observada com o painel foi a agilidade na análise de itens, possibilitando melhor visibilidade dos estoques críticos e overstock, o que favorece a redução de custos e a tomada de decisão proativa”. Já Cesar Leal, responsável pela ideia e estruturação da automação, destaca que o maior ganho foi a redução do tempo de extração de dados e a melhoria significativa na visualização, tornando o processo mais confiável e acessível.

Os principais usuários do painel são coordenadores de planejamento e manutenção, engenheiros, técnicos de materiais, analistas de custos e gerentes. A ferramenta tem sido utilizada tanto em decisões operacionais diárias quanto em análises estratégicas, especialmente relacionadas à redução de estoques e desempenho das áreas.

Em termos de escalabilidade, o projeto já prevê a ampliação para outros setores. Segundo a coordenação de controle integrado que realiza a consolidação estratégica de dados do Beneficiamento de minério, há 15 novas transações SAP mapeadas, e o próximo passo será a integração do relatório de custos da área, com foco na análise de custos por tonelada produzida (R\$/t) e gastos sem depreciação.

Esse tipo de análise permitirá maior transparência e controle do orçamento operacional (OPEX) da área produtiva. Também há planos para evoluir o painel com gatilhos automáticos de alertas, como o envio de e-mails para responsáveis quando um item atinge condição de overstock ou apresenta risco de falta crítica no processo.

No entanto, a principal limitação atual está na dependência da equipe de TI para criação das conexões com o SAP, o que torna o processo lento e dependente da priorização institucional. Segundo Leal, “a falta de acesso da equipe de planejamento às ferramentas de integração impede avanços mais ágeis na digitalização. Uma solução possível seria criar uma equipe dedicada à excelência operacional ou à integração de dados, capaz de desenvolver novos relatórios com agilidade”.

Essas observações se conectam diretamente com as oportunidades de melhoria apontadas anteriormente neste trabalho, entre elas: a necessidade de reduzir a dependência de setores específicos da TI, promover capacitação técnica dos usuários finais em ferramentas de BI e scripts, além de ampliar a integração sistêmica entre SAP, Qlik e demais fontes de dados. A prova de conceito comprova que a transformação digital no controle orçamentário é viável, traz resultados concretos e pode ser expandida para gerar ainda mais valor à organização.

## **6. Conclusão**

Este estudo evidencia que a falta de integração entre sistemas e a ausência de processos automatizados ainda comprometem a eficiência do controle orçamentário na mineração. A pesquisa demonstrou que, embora a transformação digital ofereça soluções para esses gargalos, sua adoção enfrenta barreiras relevantes, como resistência à mudança organizacional, baixa capacitação técnica e a fragmentação de sistemas legados.

Entre os principais ganhos identificados estão a redução de tarefas manuais, a melhoria na qualidade dos dados financeiros, o aumento da assertividade na tomada de decisão e o fortalecimento da governança da informação, trazendo mais agilidade e transparência aos processos de controle de OPEX e CAPEX.

Contudo, superar os desafios exige uma abordagem estruturada: recomenda-se iniciar por ações de capacitação e conscientização dos colaboradores no curto prazo, seguidas de investimentos graduais em integração de sistemas e automação inteligente no médio e longo prazos. A digitalização deve ser tratada não apenas como um projeto de tecnologia, mas como uma estratégia corporativa e cultural, exigindo o alinhamento entre liderança, equipes operacionais e áreas de tecnologia.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se aprofundar análises com-

parativas entre diferentes empresas do setor mineral para mapear boas práticas de transformação digital, além de explorar o potencial de tecnologias emergentes — como Inteligência Artificial, Machine Learning e Big Data Analytics — para previsão orçamentária, análise de custos e otimização de estoques. Também é relevante investigar modelos de capacitação contínua e estratégias de gestão de mudança para ampliar a aderência cultural e garantir a sustentabilidade digital em toda a cadeia de valor.

Quando corretamente implementada e absorvida pela cultura organizacional, a transformação digital deixa de ser apenas uma iniciativa de TI para se consolidar como um diferencial competitivo fundamental na gestão financeira de empresas mineradoras.

## Referências

CAVALCANTE, N. G. L. *Processo de rotina de acompanhamento de projetos CAPEX em um hospital particular da Paraíba*. [S.l.]: Repositório UFOP, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13422/1/NGLC05122017.pdf>.

CESAR. *Transformação Digital: O que é e como impacta o mundo atual*. 2024. Disponível em: <https://www.cesar.org.br/w/transformacao-digital-o-que-e-e-como-impacta-o-mundo-atual>.

CSN. *Inovação e Transformação Digital na CSN*. 2024. Disponível em: <https://esg.csn.com.br/inovacao/>.

FRANCISCO, W. d. C. *Quadrilátero Ferrífero*. 2019. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/quadrilatero-ferrifero.htm/>.

GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. [S.l.]: Editora Atlas, 2019. Disponível em: <https://ayanrafael.com/wp-content/uploads/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>.

JAZIDA, B. *Indústria 4.0: A Transformação Digital Na Mineração*. 2023. Disponível em: <https://blog.jazida.com/industria-4-0-a-transformacao-digital-na-mineracao-2/>.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. 2013. Disponível em: <https://www.din.org/en/innovation-and-research/industrie-40>.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. *Sistemas de Informação Gerenciais*. 16. ed. [S.l.]: Pearson, 2021. Disponível em: [https://www.academia.edu/44235191/Sistemas\\_de\\_Informa%C3%A7%C3%A3o\\_Gerenciais\\_11a\\_Edi%C3%A7%C3%A3o\\_Kenneth\\_Jane\\_Laudon\\_1](https://www.academia.edu/44235191/Sistemas_de_Informa%C3%A7%C3%A3o_Gerenciais_11a_Edi%C3%A7%C3%A3o_Kenneth_Jane_Laudon_1).

LAUTERJUNG, B. *Gerdau detalha sua jornada de transformação digital e uso de IA na indústria do aço*. 2025. Disponível em: <https://tiinside.com.br/10/04/2025/gerdau-detalha-sua-jornada-de-transformacao-digital-e-uso-de-ia-na-industria-do-aco/>.

LEMONS, D. A. M. *A Transformação Digital no setor de suprimentos: Um estudo de caso da indústria de alumínio e mineração*. [S.l.]: Repositório UFOP, 2020. Disponível em: [https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/4664/1/MONOGRRAFIA\\_Transforma%C3%A7%C3%A3oDigitalSetor.pdf](https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/4664/1/MONOGRRAFIA_Transforma%C3%A7%C3%A3oDigitalSetor.pdf).

- MONTEIRO, L. F. *Desafios para a transformação digital no setor público brasileiro*. [S.l.]: REVISTA DO TCU, Brasília - DF, 2017. Disponível em: <https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/1662/1810>.
- NETO, E. D. C. *Os impactos da Indústria 4.0 na mineração Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas)*. [S.l.]: Universidade Federal de Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28296>.
- PEIXOTO, E. *Transformação Digital – uma jornada possível*. [S.l.]: Jandaira, 2021. Amostra disponível em: <https://pt.everand.com/read/521919272/Transformacao-Digital-Uma-jornada-possivel/>.
- PwC Brasil. *Índice de Transformação Digital Brasil*. 2023. Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/estudos/servicos/consultoria-negocios/indice-transformacao-digital-brasil/2023/Indice-Transformacao-Digital-Brasil-2023.pdf>.
- REVIEW, M. S. *Sem mexer na cultura, não há transformação digital*. 2025. Disponível em: <https://mitsloanreview.com.br/sem-mexer-na-cultura-nao-ha-transformacao-digital/>.
- RME Consulting. *Impacto da transformação digital na gestão financeira*. 2024. Disponível em: <https://rmeconsulting.com.br/geral/impacto-transformacao-digital-gestao-financeira-empresarial/>.
- SALESFORCE, T. *O que é Business Intelligence? E por que ele é importante?* 2025. Disponível em: <https://www.tableau.com/pt-br/learn/articles/business-intelligence>.
- SANKHYA. *Quais os benefícios da Digitalização de processos?* 2025. Disponível em: <https://www.sankhya.com.br/blog/digitalizacao-de-processos/>.
- SANTOS, B. *Industria 4.0: Desafios e oportunidades*. [S.l.]: Revista Produção e Desenvolvimento, 2018. Disponível em: [http://researchgate.net/publication/325060590\\_INDUSTRIA\\_40\\_DESAFIOS\\_E\\_OPORTUNIDADES](http://researchgate.net/publication/325060590_INDUSTRIA_40_DESAFIOS_E_OPORTUNIDADES).
- SAP. *O que é ERP?* 2025. Disponível em: <https://www.sap.com/brazil/products/erp/what-is-erp.html#:~:text=Um%20sistema%20ERP%20consiste%20em,que%20eles%20faem%20entre%20si.>
- SCHOOL, F. B. *Transformação digital: o que é e importância para a atualidade*. 2025. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/transformacao-digital/>.
- SCHWAB, K. *A Quarta Revolução Industrial*. [S.l.]: Edipro, 2016. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/1826>.
- TURBAN, E. et al. *Business Intelligence: A Managerial Perspective on Analytics*. 4. ed. [S.l.]: Pearson, 2018. Disponível em: <https://www.din.de/resource/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>.
- Wikipedia. *Quadrilátero Ferrífero*. 2024. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Quadril%C3%A1tero\\_Ferr%C3%ADfero](https://pt.wikipedia.org/wiki/Quadril%C3%A1tero_Ferr%C3%ADfero).
- XP, B. *O que é CAPEX e OPEX?* 2025. Disponível em: <https://conteudos.xpi.com.br/aprenda-a-investir/relatorios/opex-e-capex/>.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS  
CAMPUS OURO BRANCO**

Av. Afonso Sardinha, nº 90, Bairro Pioneiros, CEP: 36.420-000, Ouro Branco - Minas Gerais  
(31) 3742-2149 – [gabinete.ourobranco@ifmg.edu.br](mailto:gabinete.ourobranco@ifmg.edu.br)

**ANEXO II – ATA DE CONCLUSÃO DE TCC**

Aos 28 dias do mês de julho de 2025, às 21:00 horas,  
Jonathan Lara Souza, aluno(a) regularmente matriculado no Curso de Sistemas de Informação do Instituto Federal de Minas Gerais, campus Ouro Branco, matrícula 0064107, concluiu o seu Trabalho de Conclusão de Curso por meio de:

( ) Publicação do artigo intitulado \_\_\_\_\_  
na revista/conferência \_\_\_\_\_,  
cujo comprovante de aceitação será anexado a esta ata, recebendo a nota \_\_\_\_\_  
pelo trabalho. Eu, na qualidade de orientador do aluno, lavrei a presente ata atestando a  
conclusão do trabalho, a qual será assinada por mim e pelo aluno.

\_\_\_\_\_  
Professor Orientador

\_\_\_\_\_  
Aluno

(x) Defesa em sessão pública realizada às 20:40 horas, na sala auditório  
do Instituto Federal de Minas Gerais, campus Ouro Branco, na presença da banca  
examinadora composta pelos docentes:

1 - Édilus de Carvalho Castro Penido

2 - Márcio Assis Miranda

3 - Lucas Portela Costa da Silva

do artigo intitulado Desafios e Benefícios da Transformação Digital no

Controle Orçamentário da Mineração



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS  
CAMPUS OURO BRANCO**

Av. Afonso Sardinha, nº 90, Bairro Pioneiros, CEP: 36.420-000, Ouro Branco - Minas Gerais  
(31) 3742-2149 – [gabinete.ourobranco@ifmg.edu.br](mailto:gabinete.ourobranco@ifmg.edu.br)

A banca examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou pela aprovação do referido trabalho, atribuindo a nota 98. Eu, na qualidade de presidente da banca examinadora, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pelo aluno.

Observações pertinentes à defesa:

---

---

---

**NOME E ASSINATURA DOS COMPONENTES DA BANCA  
E DO ORIENTADO**

---

Professor Orientador

---

Examinador 1

---

Examinador 2

---

Examinador 3

---

Aluno



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS  
CAMPUS OURO BRANCO

Av. Afonso Sardinha, nº 90, Bairro Pioneiros, CEP: 36.420-000, Ouro Branco - Minas Gerais  
(31) 3742-2149 – [gabinete.ourobranco@ifmg.edu.br](mailto:gabinete.ourobranco@ifmg.edu.br)

**DECLARAÇÃO ANTI-PLÁGIO**

Eu, Jonathan Lara Souza, estudante do curso Bacharelado em Sistemas de Informação do IFMG – Campus Ouro Branco, declaro, para os devidos fins e efeitos, e para fazer prova junto ao IFMG – Campus Ouro Branco, que, **sob as penalidades previstas no art. 299 do Código Penal Brasileiro**, que é de minha criação o Trabalho de Conclusão de Curso que ora apresento.

**Art. 299 do Código Penal Brasileiro, que dispõe sobre o crime de *Falsidade Ideológica*:**

“Omitir, em documento público ou particular, declaração que dele devia constar, ou nele inserir ou fazer inserir declaração falsa ou diversa da que devia estar escrita, com o fim de prejudicar direito, criar obrigação ou alterar verdade sobre fato juridicamente relevante:

Pena – reclusão, de 1 (um) a 5 (cinco) anos, e multa, se o documento é público, e reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, e multa, se o documento é particular.

Parágrafo único. Se o agente é funcionário público, e comete o crime prevalecendo-se do cargo, ou se a falsificação ou alteração é de assentamento de registro civil, aumenta-se a pena de sexta parte”.

Este crime engloba plágio e compra fraudulenta de documentos científicos. Por ser verdade, e por ter ciência do referido artigo, firmo a presente declaração.

Ouro Branco, 08 de agosto de 2025

**Assinatura do aluno:** \_\_\_\_\_