



# APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS E DO PMO PARA OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS E PROCESSOS NA EXPLORAÇÃO MINERAL

TRABALHO DE FORMATURA

Monografia Nº12

**EMERSON ROCHA PEREIRA**

Orientador: Prof. Caetano Juliani

Co-Orientador: Bruno Baptistella

## **AGRADECIMENTOS**

A Nexa Resources e as equipes de exploração mineral, que apoiaram este trabalho.

Ao meu co-orientador Bruno Baptistella, pela confiança depositada. Obrigado por acreditar em mim.

Ao meu orientador Caetano Juliani, por suas precisas pontuações e por compartilhar seus conhecimentos comigo.

Aos meus amigos de infância Bruno e Shirlen, que me ouviram e me acompanharam.

Aos meus amigos de faculdade, Nicoli, Marlon, Michelli, Leticia, Jonas e Ivan, que compartilharam suas trajetórias comigo.

A minha grande amiga Gabriela. Obrigado por todo apoio e ajuda, sem você eu não teria conseguido chegar até aqui.

A minha família, Alcina, José e Pablo, que com muito amor e paciência me apoiou e tem apoiado nessa longa jornada.

## **RESUMO**

Com a demanda por produtos minerais aumentando e a consequente exigência de produções maiores e contínuas, a necessidade pela conclusão de projetos de exploração mineral com o cumprimento do objetivo de agregação de recursos e reservas se tornou ainda mais evidente, mesmo em uma realidade com orçamentos, recursos e prazos reduzidos. Nesse contexto, os escritórios de gerenciamento de projetos, amplamente difundido em outras áreas da indústria, advém para aplicação de conhecimentos, metodologias, habilidades e ferramentas de integração de processos afim de aumentar o sucesso dessas iniciativas. Este trabalho de formatura demonstra como a aplicação desses conhecimentos podem otimizar os investimentos e processos nos projetos de Exploração Mineral, por meio do desenvolvimento de uma plataforma *online* (Central Integrada de Projetos de Exploração Mineral – CIP) para que a gestão seja feita de forma integrada e que forneça bases para as tomadas de decisões por meio da análise de indicadores de desempenho. A Central criada se inicia com a apresentação dos aspectos gerais da exploração mineral, com foco nos investimentos e perspectivas futuras, seguida pela apresentação do gerenciamento de projetos com dados indicativos das taxas de sucesso e a melhor condução das iniciativas. Além disso, também se propõe a consolidar dados quantitativos e qualitativos acerca de projetos de exploração mineral mundial, demonstrar como são tratados pela indústria e apresentar ferramentas e metodologias de otimização utilizadas no mercado. Os resultados apresentados neste documento contribuem para uma nova abordagem na gestão de projetos de exploração mineral, por se tratar de um segmento pouco explorado na academia apesar de amplamente difundido nos ambientes corporativos em outras áreas da indústria.

**Palavras-chave:** Exploração Mineral, Gestão de Projetos, Integração, Investimentos

## **ABSTRACT**

With the increasing demand for mineral products and the consequent demand for larger and continuous productions, the need to conclude mineral exploration projects with the fulfillment of the objective of aggregating resources and reserves has become even more evident, even in a reality with budgets, reduced resources and deadlines. In this context, Project Management Offices (PMO), widely spread in other areas of the industry, come to apply knowledge, methodologies, skills and process integration tools in order to increase the success of these initiatives. This final paper demonstrates how the application of this knowledge can optimize investments and processes in Mineral Exploration projects, through the development of an online platform (Central Integrada de Projetos de Mineral Exploration – CIP) so that management is carried out in an integrated manner and that provide bases for decision-making through the analysis of performance indicators. The Central created begins with the presentation of general aspects of mineral exploration, focusing on investments and future perspectives, followed by the presentation of project management with data indicative of success rates and the best conduction of initiatives. In addition, it also proposes to consolidate quantitative and qualitative data about world mineral exploration projects, demonstrate how they are treated by the industry and present optimization tools and methodologies used in the market. The results presented in this document created a new approach in the management of mineral exploration projects, as it is a segment little explored in academia, despite being widely disseminated in corporate areas in other areas of the industry.

**Keywords:** Mineral Exploration, Project Management, Integration, Investments

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS E METAS.....	2
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	2
4 ASPECTOS GERAIS DA EXPLORAÇÃO MINERAL.....	3
4.1 Estágios da Exploração Mineral.....	3
4.2 Perspectivas Futuras.....	4
5 GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....	5
5.1 Aspectos Gerais do Gerenciamento de Projetos.....	5
5.2 Programas e Portfólios.....	6
5.3 Papéis e Responsabilidades.....	6
5.4 Maturidade em Gerenciamento de Projetos.....	7
5.5 Aplicação na Indústria.....	7
6 PROJETOS DE EXPLORAÇÃO MINERAL.....	7
6.1 Definição de Projeto em Exploração Mineral.....	7
6.2 Classificação de Projetos.....	8
6.3 Investimentos e Composição de Portfólio.....	8
7 OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS E ATIVIDADES.....	10
7.1 Áreas de Conhecimento em Gestão de Projetos e suas Ferramentas.....	11
7.1.1 Gestão da integração.....	12
7.1.2 Gestão do escopo.....	12
7.1.3 Gestão de prazo (cronograma).....	13
7.1.4 Gestão de recursos.....	14
7.1.5 Gestão de custos.....	15
7.1.6 Gestão de aquisições.....	15
7.1.7 Gestão de qualidade.....	16
7.1.8 Gestão de comunicações.....	16
7.1.9 Gestão de riscos.....	16
7.1.10 Gestão de partes interessadas.....	17
8 ANÁLISES SITÊMICAS DE OTIMIZAÇÃO.....	17
8.1 Análise de Viabilidade de Projetos.....	17
8.2 Planejamento Estratégico.....	18
8.3 Indicadores de Desempenho (KPIs).....	19

9 CICLO PRÁTICO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS NA EXPLORAÇÃO MINERAL.....	20
9.1 Plataforma de Gerenciamento de Projetos.....	21
9.1.1 Central integrada de projetos de exploração mineral (CIP) .....	22
9.1.2 Aplicação da plataforma no Programa Aripuanã (exemplo hipotético).....	29
10 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Número de descobertas por commodity mineral (Shodde, 2017). ....	4
<b>Figura 2</b> - Previsão de despesas de exploração por commodity, em dólares americanos (Shodde, 2017).....	5
<b>Figura 3</b> - Lucro médio em milhões de dólares americanos por cada dólar investido em exploração mineral (considerando grassroots, estágios finais, estudos de viabilidade e início da mina) – construída a partir da compilação de dados da S&P Capital IQ Pro.....	9
<b>Figura 4</b> – Fluxo de gerenciamento de projetos .....	12
<b>Figura 5</b> - Exemplo de CANVAS para projeto de Exploração Mineral.....	13
<b>Figura 6</b> - Rede de atividades de projeto hipotético de exploração mineral. As setas vermelhas representam o “caminho crítico”. O número superior interno dos círculos representa o sequenciamento da atividade, o número inferior esquerdo a primeira data/tempo de início e o direito a última data/tempo de término. (Modificado de Carvalho e Rabechini Junior (2011) )	14
<b>Figura 7</b> - Nivelamento de recursos em um projeto de Exploração Mineral (Modificado de Carvalho e Rabechini Júnior (2011) ).....	15
<b>Figura 8</b> - Diagrama da Saliência para projeto de exploração mineral (Modificado de Mitchell et al. (2011) e Carvalho e Rabechini Junior (2011) ).....	17
<b>Figura 9</b> - Representação gráfica de planejamento estratégico para um projeto de exploração mineral .....	19
<b>Figura 10</b> – Ciclo de vida de programas e projetos de exploração mineral .....	21
<b>Figura 11</b> – Exemplo de página de inserção e edição de dados .....	22
<b>Figura 12</b> – Página inicial da plataforma CIP. ....	23
<b>Figura 13</b> – Fluxo de gerenciamento de projetos adotado pela CIP.....	23
<b>Figura 14</b> – Visualização do planejamento estratégico, descrita na Figura 15. ....	24
<b>Figura 15</b> – Visualização do Portfólio.....	24
<b>Figura 16</b> – Escopo de um projeto hipotético (modelo Business CANVAS). ....	25
<b>Figura 17</b> – Página de gestão financeira (projeto hipotético).....	26
<b>Figura 18</b> – Página de gestão do cronograma (projeto hipotético).....	27
<b>Figura 19</b> – Página de gestão de avanço físico (projeto hipotético).....	27
<b>Figura 20</b> – Planos de Ações mapeados na Matriz SWOT e Matriz de Riscos.....	28
<b>Figura 21</b> – Páginas resumo de gestão integrada. ....	28
<b>Figura 22</b> – Resumo do programa Aripuanã, lista de targets e suas respectivas fases de exploração mineral e visualização gráfica em pipeline. ....	30
<b>Figura 23</b> – Quantidade de alvos por tipo de projeto, tipo de commodity e tipo de depósito geológico .....	30
<b>Figura 24</b> – Planejamento estratégico do programa Aripuanã .....	31
<b>Figura 25</b> – Escopo do projeto Aripuanã 2022.....	32
<b>Figura 26</b> – SWOT e Matriz de Riscos do projeto Aripuanã 2022. ....	33
<b>Figura 27</b> – Avanço geral e cronograma do projeto. ....	34
<b>Figura 28</b> – Avanço detalhado da sondagem.....	34
<b>Figura 29</b> – <i>Avanço detalhado da geoquímica e da geofísica</i> .....	35
<b>Figura 31</b> – Avanço financeiro detalhado. ....	36
<b>Figura 32</b> – <i>Avanço integrado do projeto Aripuanã 2022</i> . ....	36

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> - Status e quantidade de projetos em estágios iniciais (grassroots, exploração e target outline) e estágios finais (definição de reservas e estudo de viabilidade) - construída a partir da compilação de dados da S&P Capital IQ Pro. ....	10
<b>Tabela 2</b> - Comparação entre os anos de 2020 e 2021 para produção e reservas - construída a partir da compilação de dados da USGS (2021, 2022).....	10

## 1 INTRODUÇÃO

Com o ambiente de negócios cada vez mais competitivo em todos os segmentos da economia, os projetos tendem a se desenvolver com orçamentos mais reduzidos e prazos mais curtos, demandando maior eficiência gerencial. A diminuição de recursos obriga as empresas a adotarem medidas de gerenciamento de projetos informatizado, com uso de ferramentas modernas e eficientes, e com os dados acessíveis e atualizados constantemente para que possa ser mantido e/ou aumentadas as taxas de sucesso dos investimentos e atividades, sustentando assim a organização a curto, médio e longo prazo. Especificamente para os projetos de exploração mineral, como os aqui estudados, o panorama geral é análogo e talvez até mais crítico, considerando-se os reduzidos índices de sucesso característicos iniciativas deste setor.

Desde a Revolução Industrial, a demanda por produtos minerais tem aumentado contínua e intensamente. Um dos fatores principais para essa realidade é o crescimento populacional acompanhado por forte aumento relativo da urbanização e o maior acesso das populações aos bens de consumo, o que exige uma produção maior e contínua de bens minerais. Acrescente-se a este cenário o acelerado desenvolvimento tecnológico e de produtos e a necessária transformação da economia mundial de alto para baixo carbono, que demandam não somente grandes volumes de recursos minerais e energéticos, como também uma variabilidade crescente de novos minérios, conhecidos como minerais tecnológicos e verdes. Entretanto, as taxas de descobertas de depósitos minerais economicamente viáveis relativamente ao aumento dos investimentos têm diminuído, os custos da descoberta têm se tornado mais altos e as tecnologias necessárias mais sofisticadas e mais caras, principalmente devido à crescente profundidade na crosta dos corpos de minérios (Groves e Santosh, 2015; Ferguson e Murphy, 2022). Adicionalmente, a descoberta de depósitos minerais de classe mundial (*world class deposits*), caracterizados por possuírem grandes volumes de recursos e exploração economicamente sustentável durante os ciclos macroeconômicos, tem se tornado ainda menos frequentes. Sendo assim, as mineradoras buscam soluções para se manterem no mercado a longo prazo e investir em novos projetos de exploração mineral, ou seja, pesquisar novas áreas para se desenvolver uma mina é uma das questões chave para o futuro desse setor.

Nesse contexto, para otimizar os investimentos e processos na pesquisa por novos depósitos minerais adequados aos limites econômicos estabelecidos pelos ambientes de negócios, o gerenciamento de projetos (também chamado de gestão de projetos) ou *Project Manangement Office* – PMO, é imprescindível para padronizar e sistematizar a gestão, não só na prospecção mineral, mas também em todo o ciclo de vida do empreendimento mineiro (Neto

et al., 2012). Somente uma gestão eficiente e dinâmica é capaz de fornecer conhecimentos históricos, técnicos, financeiros e projeções futuras, com base em dados de projetos passados e nos que estão sendo adquiridos, e assim minimizar os riscos envolvidos na exploração mineral, racionalizando as tomadas de decisões e aumentando as chances de sucesso das iniciativas (PMI, 2017).

Neste contexto, este trabalho de formatura teve como objetivo estudar e desenvolver um sistema informatizado para aplicação de métodos de gerenciamento de projetos de exploração mineral de um empreendimento mineiro.

## 2 OBJETIVOS E METAS

O principal objetivo deste projeto de pesquisa é demonstrar como a aplicação do gerenciamento de projetos e do *Project Management Office* - PMO podem otimizar os investimentos e processos na Exploração Mineral, com base no conhecimento histórico de dados, análises de indicadores de performance, projeções futuras e nas principais ferramentas e metodologias utilizadas no mercado. Além disso, o projeto visou desenvolver uma plataforma *online* para a gestão integrada de projetos de Exploração Mineral, com foco no suporte às tomadas de decisões gerenciais pela empresa e por gestores de diferentes áreas e de equipes diversas. Trata-se, portanto, de um projeto de inovação em segmentos pouco explorados pelas geociências, porém de acordo com as novas fronteiras e necessidades de desenvolvimento científico mundial e da indústria mineral, principalmente em relação a prospecção mineral. Complementarmente, o estudo apresenta grande potencial profissionalizante e para o ensino, familiarizando os alunos com as novas tendências gerenciais e tecnológicas que estão sendo implantadas na indústria mineral.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

**a) Revisão bibliográfica:** foi realizada com os recursos oferecidos pela Biblioteca do IGc-USP, com buscas de referências bibliográficas nos sistemas SIBI-USP e nas diversas bases de dados, nos dados públicos de mineradoras, como relatórios para bolsas de valores etc. Foram também levantados dados históricos e quantitativos sobre os projetos de exploração mineral, além da compilação de artigos sobre os conceitos e aplicações da Gestão de Projetos. Afora as referências tradicionais, muitas das informações disponíveis encontram-se em *sites* e cursos *online*, o que constituiu objeto complementar nestes levantamentos.

**b) Plataforma de gestão de projetos:** a plataforma *online* (*website*) para a gestão de projetos de exploração mineral deste trabalho de formatura foi desenvolvida em linguagem de

marcação Html 5 (Silva, 2019), Microsoft Power BI (Ferrari e Russo, 2016) e Microsoft Power Apps (Mercurio e Merrill, 2021) consolidando, de modo prático, o conteúdo teórico levantado.

c) **Estudo de caso:** sistematização do estudo por meio da análise do Projeto de Exploração Mineral Aripuanã, da empresa Nexa Resources com a aplicação das ferramentas e metodologias de gestão de projetos apresentadas e da plataforma desenvolvida.

## 4 ASPECTOS GERAIS DA EXPLORAÇÃO MINERAL

### 4.1 Estágios da Exploração Mineral

A exploração mineral, também chamada de pesquisa ou prospecção mineral, segundo Shintaku (1998), é definida como uma pesquisa científica que busca a descoberta de bens econômicos de natureza não renovável. O processo de exploração mineral, de acordo com Bettencourt et al. (2016), compreende cinco etapas principais:

- i) o reconhecimento e a definição de áreas potenciais com o levantamento de dados;
- ii) exploração inicial, com o mapeamento geológico em duas dimensões para seleção de alvos;
- iii) pesquisa de detalhe e definição de potencial com sondagens e o modelamento em três dimensões;
- iv) a definição dos recursos e reservas;
- v) estudo de viabilidade econômica.

Inclui-se nestas etapas a análise de dados aerogeofísicos, de sensoriamento remoto, de ocorrências minerais, dados litoquímicos e de solo e informações históricas, dentre vários outros dados.

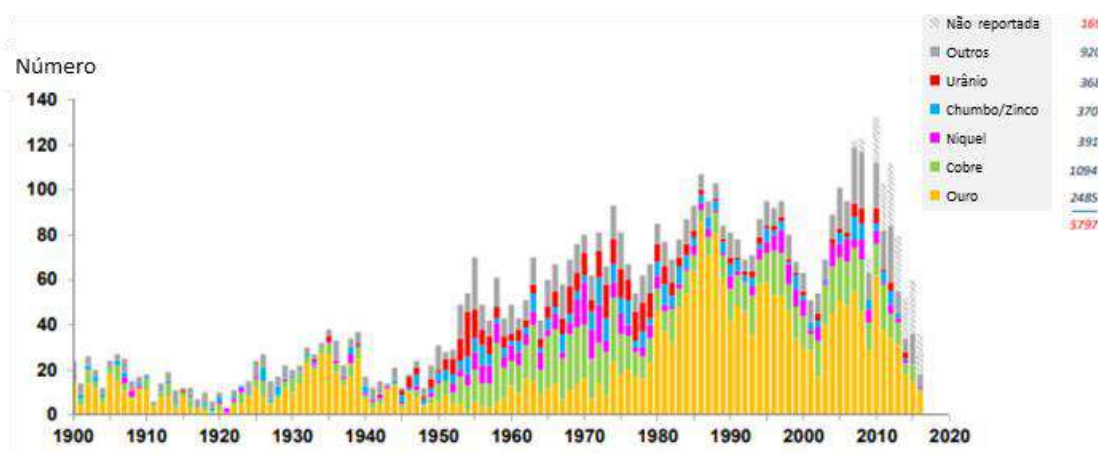
Atualmente, está se desenvolvendo rapidamente e com resultados muito positivos, a aplicação de métodos de Inteligência Artificial em diversas etapas da exploração mineral, desde as fases iniciais de análise de dados até estudos de viabilidade econômica, em especial de *Machine Learning*, *Deep Learning*, *Support Vector Machine* e *Neural Networks* dentre outras ferramentas (Long et al., 2022).

As cinco etapas da pesquisa mineral destacadas por Bettencourt et al. (2016) envolvem investimentos significativos e de alto risco e longo tempo de maturação, em especial nas primeiras fases e, caso obtenham sucesso, são passadas para a fase de engenharia, onde se iniciam os processos de lavra e beneficiamento mineral, os quais apresentam grande impacto no CAPEX do empreendimento mineiro.

## 4.2 Perspectivas Futuras

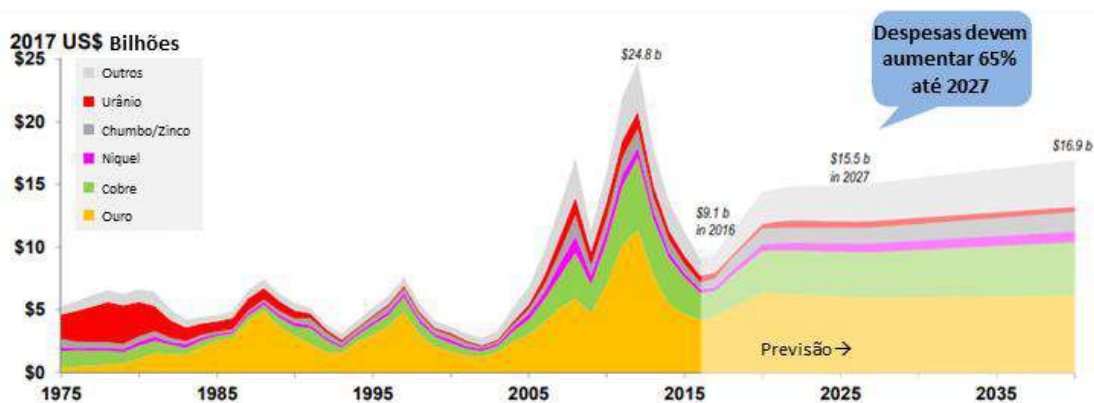
Os recursos minerais são finitos (Rattner, 1977) e a maioria dos grandes depósitos próximos à superfície já foram descobertos e estão sendo explorados ou estão em desenvolvimento, fato exemplificado pela Austrália, que tem buscado por empreendimentos estratégicos e inovadores para encontrar minérios em maiores profundidades (UNCOVER GROUP, 2012). Além disso, é notável que as descobertas têm sido raras e os depósitos cada vez menores, com teores mais baixos ou com problemas tecnológicos para aproveitamento, usualmente mais complexos e caros, mesmo com investimentos crescentes na prospecção nos últimos anos (Melfi et al., 2016; Cordani e Juliani, 2019; S&P Global Market Intelligence, 2022).

Segundo os dados do *United States Geological Survey* (USGS), compilados por Richard Schodde da empresa *MinEx Consulting* em 2017 (Schodde, 2017), a demanda mundial por metais dobra a cada 20–30 anos e, conseqüente, os investimentos em exploração mineral também tem aumentado em cerca de 3 vezes nos últimos 50 anos, no entanto as descobertas de novos depósitos não têm acompanhado o mesmo ritmo, e apresentam uma diminuição na última década, como apresentado na Figura 1.



**Figura 1** - Número de descobertas por *commodity* mineral (Shodde, 2017).

Historicamente, segundo o autor supracitado, há um crescimento nas despesas de projetos de prospecção até meados de 2012, diretamente relacionado ao volume de investimentos, seguido de uma queda, mas com perspectivas de aumento nos próximos anos devido à fatores como a alta demanda e redução na produção. A projeção futura é de que as despesas aumentem até chegar a um patamar como apresentado na Figura 2.



**Figura 2** - Previsão de despesas de exploração por *commodity*, em dólares americanos (Shodde, 2017).

O cenário estabelecido ilustra a necessidade de novos projetos de exploração mineral que estejam aptos a conduzir os processos e aplicações financeiras da melhor forma possível, para que os riscos sejam mínimos e as expectativas de sucesso sejam atingidas, considerando a natureza incerta e dinâmica da atividade (Shodde, 2017).

## 5 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

### 5.1 Aspectos Gerais do Gerenciamento de Projetos

A palavra projeto vem do latim *projectus* e significa “ação de lançar para frente” e segundo o Pmbok (PMI, 2017), livro de referência para o gerenciamento de projetos, é “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único” que se consolida em uma ou mais entregas. Para que os objetivos desse esforço sejam alcançados de maneira eficiente e eficaz, com o cumprimento dos requisitos, se adota o gerenciamento de projetos (sinônimo de gestão de projetos), que aplica conhecimentos, metodologias, habilidades e ferramentas para a integração de processos afim de aumentar o sucesso das iniciativas e atuar na geração de valor, uma vez que gestões malfeitas ou realizadas sem comedimento costumam levar ao fracasso (PMI, 2017).

O Pmbok (PMI, 2017) estabelece cinco grupos de processos para gerenciamento dos projetos, quais sejam:

1. **Iniciação:** agrupamento de processos realizados para definir um novo projeto ou uma nova fase;
2. **Planejamento:** processos realizados para definir um plano de ação para desenvolver o projeto;
3. **Execução:** processos definidos para a realização do planejamento proposto;

4. **Monitoramento e controle:** agrupamento de processos que analisam e acompanham o progresso e a aderência da execução ao planejamento, além de mapear e executar possíveis mudanças;
5. **Encerramento:** processos de conclusão de um projeto.

Para suportar os processos, por meio da definição de padrões de acordo com os interesses estratégicos das organizações, existe o chamado Escritório de Projetos ou PMO (*Project Management Office*), que é constituído por uma equipe responsável por acompanhar, monitorar e padronizar as operações, além de garantir o compartilhamento do conhecimento gerado ao longo do tempo e em diferentes projetos (Saunders e Carvalho, 2016). O PMO atua na interface entre as equipes operacionais e a alta gestão e evolui conforme as necessidades são supridas e a maturidade em gerenciar aumenta.

## 5.2 Programas e Portfólios

Caso os projetos sejam semelhantes, eles podem ser agrupados em programas, entendidos como conjuntos de projetos com os mesmos objetivos e com a possibilidade de ser gerenciados em conjunto (PMI, 2017). Esse seria o caso dos projetos de prospecção mineral de *Brownfields* e *Greenfields* detalhados no item 6.2. Esses programas podem ser agrupados em portfólios que garantem os objetivos estratégicos da empresa (PMI, 2017) como, por exemplo, portfólios de projetos de cobre e de zinco.

## 5.3 Papéis e Responsabilidades

A responsabilidade por comandar as iniciativas é dos gerentes de projetos que, segundo Sato et al. (2005), devem ser capazes de integrar as pessoas e os processos com foco no sucesso dos projetos. Kerzner (2002), *apud* Sato et al. (2005), discorre que:

“Quando um pesquisador fala com um pesquisador, o entendimento é de 100%. Quando um pesquisador conversa com a produção, o entendimento é de 50%. Quando o pesquisador fala com o profissional de vendas, o entendimento é 0%. O gerente de projetos, no entanto, se entende com todos eles”.

Por isso a liderança está centrada nesses profissionais, que devem ter, segundo Saunders e Carvalho (2016), quatro competências fundamentais:

1. **Comportamentais:** capacidades interpessoais;
2. **Técnicas ou específicas:** relacionadas ao ramo de trabalho, como a exploração mineral ou a engenharia civil, por exemplo;
3. **Gerenciais:** conhecimentos e capacidades em gerir projetos;
4. **Contextuais:** relacionadas ao cotidiano da empresa.

## **5.4 Maturidade em Gerenciamento de Projetos**

Segundo Rodrigues et al. (2006), além do PMO, as empresas têm adotado modelos para avaliação do quão maduras estão em gerenciar projetos, com o objetivo de obter melhores taxas de sucesso. O modelo mais utilizado é o *Organizational Project Management Maturity Model*, chamado de OPM3 (PMI, 2003, Machado et al., 2021), que considera para a avaliação as melhores práticas em gestão de projetos utilizadas no mercado adotadas pela empresa, as capacidades para executar os processos de gerenciamento, os resultados que comprovam a existência das capacidades e os indicadores de desempenho.

## **5.5 Aplicação na Indústria**

Uma pesquisa realizada pelo PMI (2021), divulgada no *Pulse of the Profession*, mostrou que os projetos que tiveram desempenho fraco caíram de 11,4% em 2020 para 9,4%, em 2021, devido a um aumento na implantação e na maturidade de gestão de projetos das organizações entrevistadas. A pesquisa traz um ponto de vista que aborda como a pandemia afetou as empresas, impulsionando o que chamaram de “*Gymnastic Enterprises*”, que tem como característica um foco maior no resultado, na gestão de projetos e em fazer mudanças acontecerem, diferente de empresas ainda tradicionais que focam nos processos com estruturas rígidas e metódicas.

A pesquisa evidencia que as *Gymnastic Enterprises* possuem maior agilidade que as empresas tradicionais (48% versus 27%), melhores práticas de gerenciamento de riscos (68% versus 64%), maior produtividade (71% versus 53%) e alta maturidade de gerenciamento de projetos (52% versus 45%). Isso reflete principalmente na aderência dos resultados de custos, em que as *Gymnastic Enterprises* tiveram apenas 9% de desperdício de investimento, em comparação com 10,5% para as empresas tradicionais, que, no conjunto geral, resulta em bilhões de dólares americanos.

# **6 PROJETOS DE EXPLORAÇÃO MINERAL**

## **6.1 Definição de Projeto em Exploração Mineral**

Para exploração mineral, as iniciativas se enquadram na definição de “projeto” de maneiras diferentes e discutíveis. Ao ser considerada sua longa duração (comumente mais de 10 anos) há inúmeros produtos gerados que convergem ao principal deles: uma área modelada com recursos e reservas provadas que poderão ser exploradas, ou não em na fase de engenharia (Moon et al., 1995), de forma que, segundo PMI (2017), pode-se constituir um programa com vários projetos sequenciais. Já, perante a legislação brasileira, uma pesquisa mineral (em área

que deve ser solicitada ao governo) pode durar até 3 anos, podendo ser prorrogada por mais até 3, e como resultado único deve ser entregue um relatório com um parecer técnico positivo ou negativo (Brasil, 1967). Entretanto é comum que uma única iniciativa ou alvo possua várias áreas. Os alvos estudados podem compor isoladamente um projeto ou o integrarem como subprojetos (SNL, 2016). Algumas empresas costumam dividir o longo período de maturação em períodos menores, como o ano fiscal, por exemplo, devido aos orçamentos e relatórios publicados nas bolsas de valores serem anuais e as entregas estarem limitadas ao planejamento financeiro, como é o caso da BHP (BHP, 2022). Também há quem considere toda a cadeia de mineração em um local como um único projeto (do início da pesquisa ao fechamento da mina), de modo que a exploração mineral é apenas uma das etapas (Shintaku, 1998).

## **6.2 Classificação de Projetos**

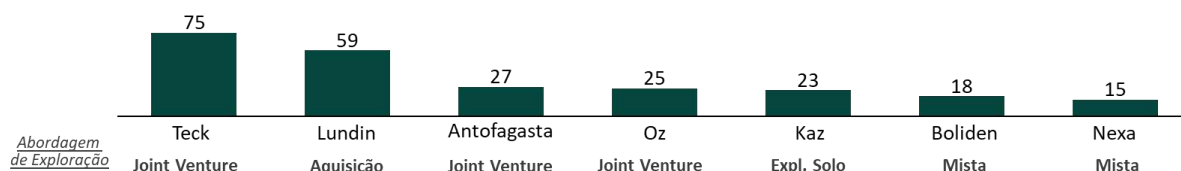
É comum a utilização da classificação oriunda do universo dos negócios em dois tipos: projetos *greenfields* e projetos *brownfields*. Segundo Vasques (2009), na literatura internacional, um projeto *brownfield* implica em já existir um desenvolvimento prévio, ou seja, para a mineração significa desenvolver um projeto de pesquisa de minérios próximo a minas já existentes, com o objetivo de aumentar sua produção ou vida útil do empreendimento ao incorporar recursos localizados em corpos satélites, nas extensões das mineralizações ou na descoberta de outros corpos mineralizados nas regiões próximas, com base no modelo genético da mina em exploração. Ao contrário, os projetos *greenfields*, que podem ser traduzidos literalmente como “campos verdes”, são relacionados a áreas em que não há nenhuma instalação e serão implantadas iniciativas totalmente novas. Estas áreas usualmente são estudadas em províncias minerais imaturas, ou pela descoberta de um novo modelo genético de mineralizações, tanto nas províncias imaturas, como nas maduras.

O gerenciamento pode ser aplicado especificamente em cada um dos projetos de exploração mineral desenvolvidos pela empresa e é de responsabilidade dos gerentes, os quais deverão zelar pelo escopo, cronogramas, levantamento e administração de custos e recursos, qualidade das entregas, riscos, comunicações e relação com os *stakeholders*. Tanto os gerentes de projetos quanto o PMO devem controlar os recursos financeiros aplicados na exploração mineral, para que se minimizem os riscos envolvidos e sem gastos desnecessários.

## **6.3 Investimentos e Composição de Portfólio**

As empresas mineradoras adotam diferentes tipos de estratégia para compor seus portfólios de potenciais futuras minas. Os modelos mais comuns, segundo as bases de dados da

S&P Capital IQ Pro ([www.spglobal.com](http://www.spglobal.com)), são: i) a aquisição (compra) de projetos em estágios mais avançados, como é o caso das empresas Glencore e Lundin Mining; ii) *joint ventures* (JVs), que são acordos comerciais em que duas empresas unem esforços financeiros para desenvolver uma área de pesquisa, modelos adotados pela Antofagasta plc e Oz Minerals; e iii) a exploração interna, em que a própria empresa desenvolve todas as fases do projeto, como a Kaz Minerals e a Hudbay Mineral. E há ainda empresas que mesclam todas essas abordagens, como a Nexa Resources e a Boliden AB. A Figura 3, elaborada a partir de diversas bases de dados da S&P Capital IQ Pro ([www.spglobal.com](http://www.spglobal.com)), apresenta o lucro médio em milhões de dólares americanos de algumas dessas empresas por cada dólar investido em exploração mineral (considerando *grassroots*, estágios finais, estudos de viabilidade e início da mina). Para a Nexa Resources, por exemplo, a cada 15 milhões de dólares americanos de lucro foi investido 1 (um) dólar em exploração mineral.



**Figura 3** - Lucro médio em milhões de dólares americanos por cada dólar investido em exploração mineral (considerando *grassroots*, estágios finais, estudos de viabilidade e início da mina) – construída a partir da compilação de dados da S&P Capital IQ Pro.

Os investimentos pelas empresas de mineração podem ser considerados como custo operacional da empresa (chamado de OPEX), com despesas recorrentes, como as sondagens e análises geoquímicas, no caso do desenvolvimento dos projetos, e/ou do custo de capital (CAPEX), quando um projeto é comprado (Júnior e Silva, 2011). No caso das *joint ventures* (JVs), os investimentos são divididos entre as empresas envolvidas de acordo com o contrato estabelecido. Também pode-se recorrer a financiamentos para a compra e desenvolvimento dos projetos.

Segundo Shintaku (1998), os investimentos dependem de uma série de fatores modificadores, como a localização, clima de investimentos (decorrentes da competitividade das *commodities* e variação da economia mundial, por exemplo), fatores geológicos, meio ambiente, política, legislação, sociedade etc., que podem variar mais rápido que o tempo de maturação do projeto e mudar totalmente seu futuro, necessitando de tomadas de decisões, como a paralisação ou aceleração nas mudanças de estágio. A Tabela 1, elaborada a partir da base de dados da S&P Capital IQ Pro ([www.spglobal.com](http://www.spglobal.com)), mostra o *status* e quantidade de projetos em estágios iniciais (*grassroots*, exploração e *target outline*) e estágios finais

(definição de reservas e estudo de viabilidade).

**Tabela 1** - Status e quantidade de projetos em estágios iniciais (*grassroots*, exploração e *target outline*) e estágios finais (definição de reservas e estudo de viabilidade) - construída a partir da compilação de dados da S&P Capital IQ Pro.

Status	Quantidade de projetos
Ativos	6073
Temporariamente em espera	158
Aguardando preços mais altos	15
Aguardando financiamento	19
Inativos	12232
Outros	57
<b>Total</b>	<b>18554</b>

Segundo SNL (2022), os investimentos nos projetos de exploração mineral aumentaram 35%, partindo de um total de US\$ 8,35 bilhões de dólares americanos, com a realização de 41.026 sondagens exploratórias (que compõe os maiores custos na exploração mineral) em 2020, para US\$ 11,24 bilhões e 68.880 perfurações registradas em 2021. O autor ainda ressalta o crescimento geral do preço das *commodities* no período, o que levou a um aumento no financiamento de projetos em empresas juniores e intermediárias de US\$ 12,13 bilhões de dólares americanos em 2020 para US\$ 21,55 bilhões em 2021.

Este aquecimento econômico é refletido nos resultados dos projetos de exploração mineral de 2021 para 2022, cujos objetivos têm sido alcançados em escala mundial e resultado no incremento de reservas, como pode ser visto na Tabela 2, elaborada com os dados do *Mineral Commodity Summaries* da USGS de 2021 e 2022 (USGS, 2021, 2022).

**Tabela 2** - Comparação entre os anos de 2020 e 2021 para produção e reservas - construída a partir da compilação de dados da USGS (2021, 2022)

Commodity	Produção		Reservas	
	2020 (tons)	2021 (tons)	2020 (tons)	2021 (tons)
Ouro	3030	3000	53000	54000
Cobre	20600000	21000000	870000000	880000000
Níquel	2510000	2700000	94000000	95000000
Prata	23500	24000	500000	530000
Chumbo	4380000	4300000	88000000	90000000
Zinco	12000000	13000000	250000000	250000000

## 7 OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS E ATIVIDADES

A otimização e monitoramento dos processos de exploração mineral é imprescindível para reduzir a perda de investimentos, de modo que projetos com indicadores não favoráveis ou até mesmo de inviabilidade técnica/econômicas sejam paralisados o mais precocemente possível, antecipando as ações decisórias de continuidade ou não. Segundo Ibert (2004), quando se utilizam métodos padronizados de gestão de projetos com base em conhecimentos históricos,

pode-se fazer com que haja repetição nas abordagens de sucesso em projetos futuros, reduzindo assim as incertezas e otimizando resultados com base em experiências e padrões prévios.

Nota-se, portanto, que aplicar ferramentas de gerenciamento de projetos na exploração mineral, direciona as tomadas de decisões de maneira consciente e alinhada com a utilização de tecnologias e metodologias disponíveis no mercado e, deste modo, possibilita a redução do custo de descoberta, agilizando os trabalhos realizados e, finalmente, encontrando depósitos minerais economicamente viáveis, com minério de qualidade o mais rapidamente, os quais podem ser explorados com o desenvolvimento de minas.

Na exploração mineral, o sucesso se baseia no alcance e na aderência do que foi executado em relação ao que foi planejado em questão de custos, escopo e tempo, o que é comumente chamado de “triângulo de ferro” (Berssaneti et al., 2012). O sucesso baseia-se também em encontrar (e provar) uma área com teor e volume economicamente lavrável (Reis et al., 2005).

Nesse contexto, o gerenciamento de projetos, amplamente difundido em outras áreas da indústria (*e.g.* Gajdzik, 2022; Ünal et al., 2022), advém na mineração para aumentar as chances de sucesso e minimizar os riscos dos projetos de exploração, com base em dados de experiências históricas do ramo, além de otimizar os investimentos e melhorar os custos para as empresas.

### **7.1 Áreas de Conhecimento em Gestão de Projetos e suas Ferramentas**

Segundo o Guia PMBOK (PMI, 2017), existem 10 áreas do conhecimento que abordam um conjunto de processos do gerenciamento de projetos necessários para otimização dos investimentos e atividades, são elas: integração, escopo, prazo, recursos, custos, qualidade, comunicações, riscos, aquisições e partes interessadas. A Figura 4 ilustra o fluxo de gerenciamento de projetos detalhado nos itens abaixo.

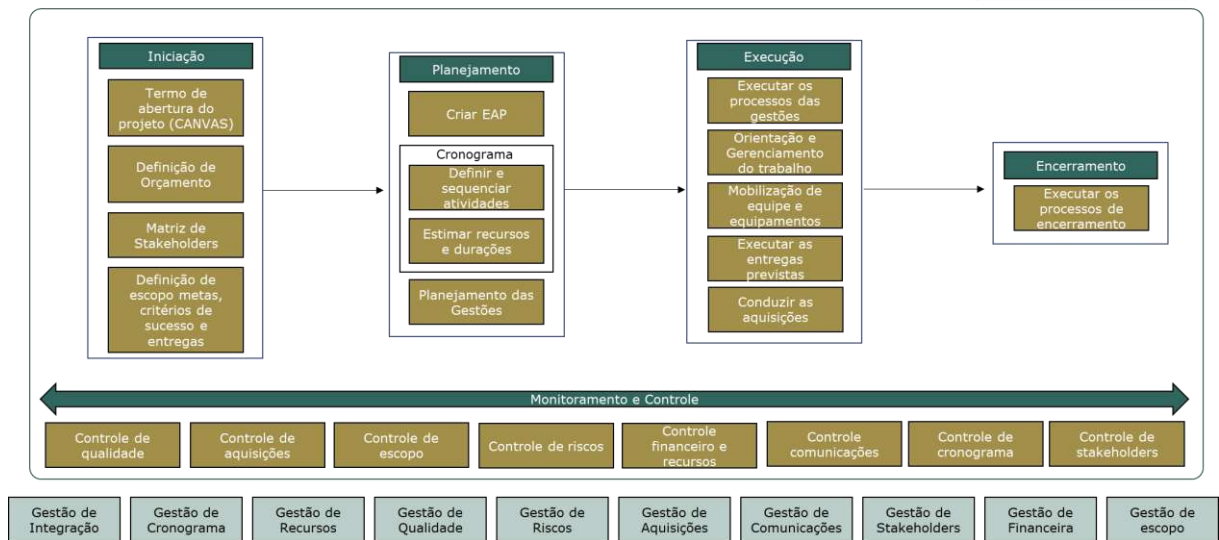


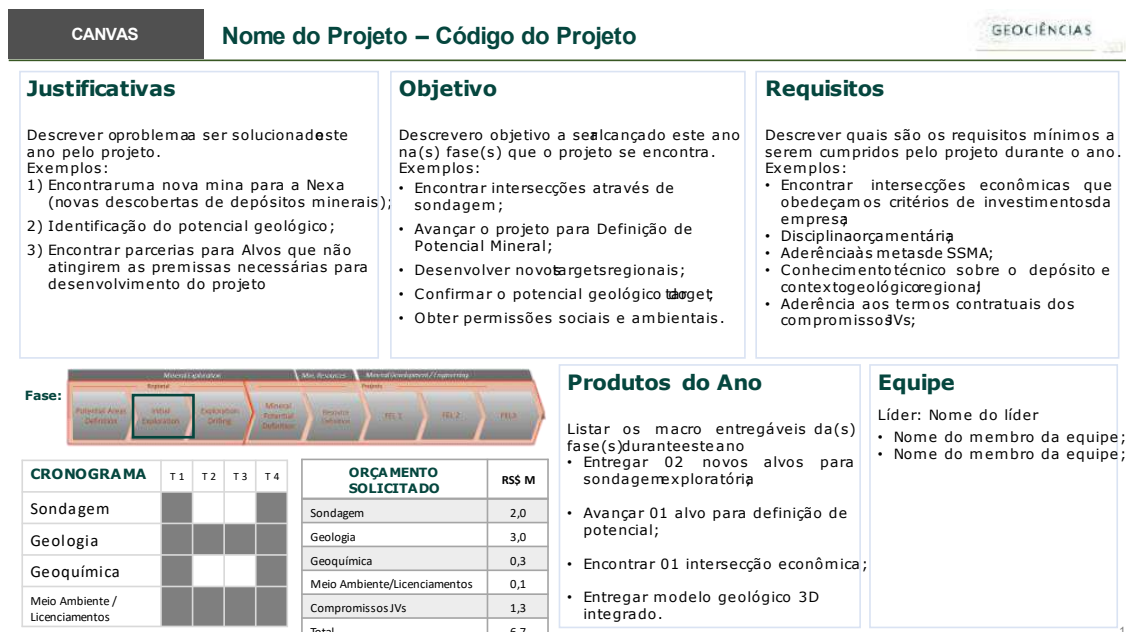
Figura 4 – Fluxo de gerenciamento de projetos

### 7.1.1 Gestão da integração

Segundo o PMI (2017), a gestão da integração envolve os processos de abertura do projeto, definição do plano de gerenciamento, orientação e gestão do trabalho, gestão do conhecimento e monitoramento e controle integrado. É papel do gerente e do PMO zelar para que todas as atividades e demais gestões se articulem de maneira correta em direção ao objetivo do projeto. Na exploração mineral, um projeto pode se iniciar de várias formas, como, por exemplo, com pesquisas iniciais em bases de dados ou decorrente de descobertas feitas em áreas próximas a minas em operação. Como esses projetos são usualmente de longa duração, a gestão integrada, principalmente, dos conhecimentos históricos com as demais gestões é muito necessária e prioritária, pois suporta as tomadas de decisões.

### 7.1.2 Gestão do escopo

O gerenciamento do escopo abrange os processos de descrição de todos os trabalhos necessários para o alcance do objetivo proposto (PMI, 2017). Seu gerenciamento engloba a definição e o controle do que está ou não incluso no projeto e recomenda-se a abordagem dos seguintes itens: requisitos, descrição do projeto e produtos/serviços, descrição das entregas e trabalhos menores a serem realizados, definição do processo de aceitação dessas entregas e o monitoramento desse escopo. É comum a utilização do “Termo de Abertura do Projeto”, que pode ser feito por meio de um documento com todas as informações iniciais ou no modelo de CANVAS, como mostra a Figura 5, e a “Estrutura Analítica de Projetos” (EAP ou WBS) para monitoramento.



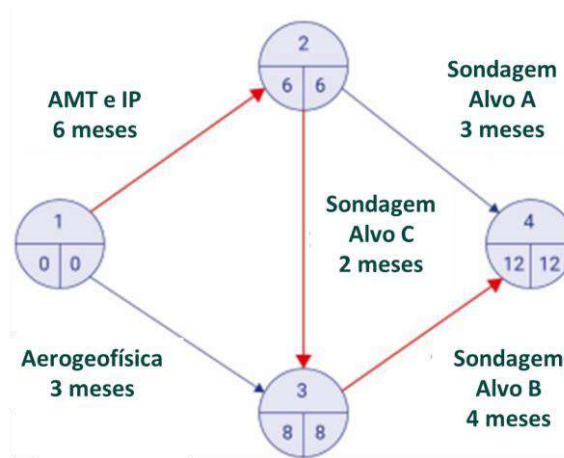
**Figura 5 - Exemplo de CANVAS para projeto de Exploração Mineral**

### 7.1.3 Gestão de prazo (cronograma)

Para Silva Júnior e Santos (2015), a gestão do tempo é um elemento fundamental para os projetos, para que as atividades e entregas sejam concluídas no prazo estimado inicialmente. O PMI (2017) recomenda os seguintes processos para elaboração e acompanhamento do cronograma: planejamento, definição de atividades, sequenciamento de realização (estudo de precedência), estimativas de durações, definição de requisitos, recursos e restrições, monitoramento e controle. É comum a utilização de *softwares* como o Microsoft Project (<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/project/project-management-software>) e o Primavera P6 (<https://www.oracle.com/br/industries/construction-engineering/primavera-p6/>) como ferramentas para gestão de cronogramas e outras gestões como recursos e escopo. Também podem ser construídos os diagramas de rede de atividades representadas por nós e por setas que representam a precedência e os diagramas de rede de eventos, nos quais as atividades são representadas por setas e os eventos por nós. Dentro das redes, alguns eventos ou atividades podem ser reprogramados de acordo com sua precedência, sem que a duração total do projeto seja influenciada. Para isso é necessário que existam folgas. A conexão entre os eventos ou atividades precedentes que não possuem folgas (ou tiverem as menores folgas possíveis) formam o maior tempo possível para duração do projeto, o que é chamado de “caminho crítico” e caso atrasem comprometerão a duração planejada.

A Figura 6 mostra um exemplo hipotético em que o projeto terá duração total 12 meses, em que as atividades AMT (sondagens audiomagnetotéluricas) e IP (polarização induzida), Sondagem do Alvo C e Sondagem do Alvo B devem ser executadas em sequência e não

admitem atrasos enquanto a Aerogeofísica e a Sondagem do Alvo A permitem reprogramações e podem atrasar de acordo com o tempo de folga.

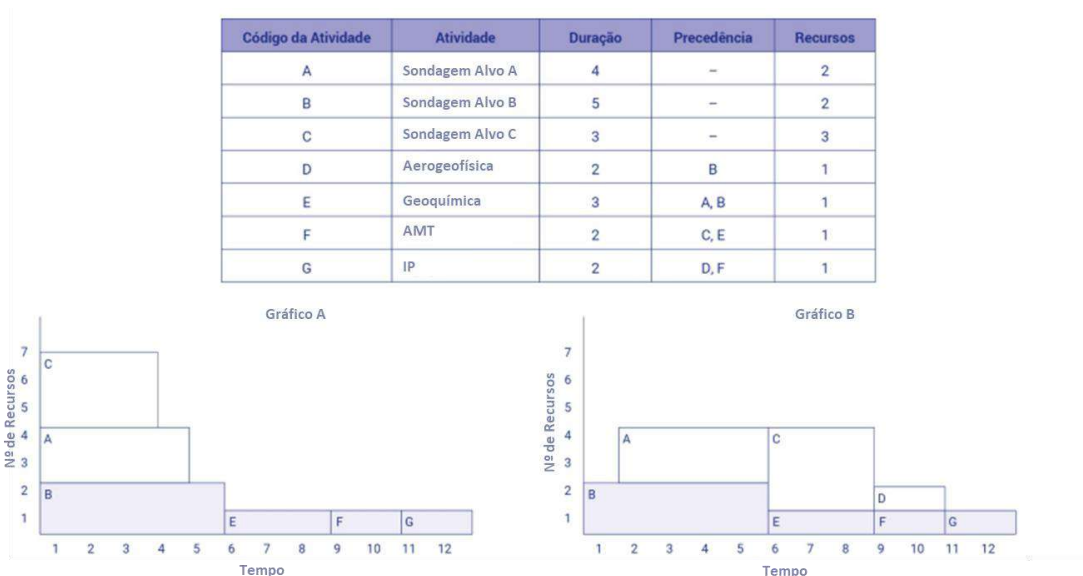


**Figura 6** - Rede de atividades de projeto hipotético de exploração mineral. As setas vermelhas representam o “caminho crítico”. O número superior interno dos círculos representa o sequenciamento da atividade, o número inferior esquerdo a primeira data/tempo de início e o direito a última data/tempo de término. (Modificado de Carvalho e Rabechini Junior (2011))

#### 7.1.4 Gestão de recursos

Segundo o (PMI, 2017), a gestão de recursos envolve os processos para identificar, adquirir e gerenciar os recursos necessários, sejam eles físicos ou humanos. É recomendado que sejam cumpridos os seguintes processos: planejamento e estimativa, obtenção (de equipe, instalações, equipamentos e materiais, por exemplo), desenvolvimento dos recursos humanos, gerenciamento e controle. É comum a utilização de ferramentas para o nivelamento de recursos para eliminar picos de utilização, além da construção de tabelas e matrizes de responsabilidades e cálculo de tamanho ótimo da equipe (Carvalho e Rabechini Júnior, 2011).

No exemplo da Figura 7, há o número de geólogos necessários como um recurso para o projeto. Para as atividades A, B e C não há nenhuma precedência, ou seja, possuem folgas e podem ser realizadas a qualquer momento dentro do cronograma, enquanto as atividades D, E, F e G devem ser realizadas nessa sequência. No gráfico A, sem o nivelamento adequado são necessários 7 geólogos nos primeiros 4 meses, enquanto no gráfico B, com os recursos nivelados, são necessários apenas 4 profissionais.



**Figura 7** - Nivelamento de recursos em um projeto de Exploração Mineral (Modificado de Carvalho e Rabechini Júnior (2011))

### 7.1.5 Gestão de custos

Com os recursos definidos é preciso planejar, estimar e orçar o custo de cada um deles e depois controlar e monitorar (PMI, 2017). A etapa principal é a elaboração do orçamento, que pode ser definido como o conjunto de gastos necessários para o desenvolvimento do projeto com os principais custos de execução (Limmen, 1997 *apud* Mendonça et al., 2020). É muito comum a utilização de planilhas para a realização dessa gestão. O PMI (2017) orienta a definição de uma linha de base para o monitoramento, juntamente com a construção da curva “S”(Souza, 2015), que compara o acumulado do que foi orçado com o que está sendo executado ao longo do tempo. Também é utilizado, principalmente na engenharia civil, a união da gestão de custos com a gestão do cronograma, por meio do chamado “cronograma físico–financeiro” (Zavala, 2014).

### 7.1.6 Gestão de aquisições

Segundo Hennigen (2012), as aquisições se baseiam principalmente em compras que envolvem a gestão de fornecedores, qualificação dos serviços, determinação de prazos e previsão de preços. PMI (2017) adiciona ainda a gestão de contratos, pedidos de compra, memorandos de entendimento (MOAs) ou acordos de nível de serviço (ANSs) internos, além do monitoramento e controle. É muito comum a utilização de *softwares* ERP (*Enterprise Resource Planning*) para a realização do gerenciamento de custos, recursos e aquisições (Kaldeich e Machado, 2000).

### **7.1.7 Gestão de qualidade**

Para Poubel (2007), a gestão de qualidade deve contemplar tanto o gerenciamento dos projetos quanto os produtos e serviços finais. A norma ISO 8402 (ISO, 1994) define qualidade como “totalidade de características de uma entidade, que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas”. O texto apresentado em PMI (2017) aponta que, para que isso seja garantido, é necessário planejar os requisitos e padrões para o cumprimento da qualidade, desenvolver atividades que garantam essas definições, além de controlar, monitorar e garantir todo o processo. É comum a utilização de diversas ferramentas e metodologias para essa gestão, uma delas é a análise da matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) dos projetos, que elenca as principais fraquezas, oportunidades, forças e ameaças da proposta, bem como um plano de ação para soluções, quando necessário (Fernandes, 2012).

### **7.1.8 Gestão de comunicações**

O PMI (2017) descreve a gestão de comunicações como o agrupamento de processos para garantir a circulação correta das informações com todas as partes interessadas. Para isso, o livro sugere planejar, criar, distribuir, armazenar e recuperar as informações do projeto além de monitorar todos os processos. É importante ressaltar que, quanto mais pessoas envolvidas, maior será o número de canais de comunicação e mais complexo o gerenciamento, por isso é necessário um bom planejamento para evitar ruídos (Gracie, 2010).

### **7.1.9 Gestão de riscos**

Risco é o resultado de incertezas que ocorrem devido a um evento que afasta o projeto/atividades das previsões, que implica em magnitudes variadas com consequências no tempo de execução, no aumento das probabilidades de danos e perdas e no sucesso (Gondim, 2011). O PMI (2017) recomenda planejar o gerenciamento, identificar os riscos, analisá-los quantitativa e qualitativamente, e desenvolver alternativas e planos de ações para mitigá-los, aceitá-los, transferi-los ou escalá-los (se estiverem além do projeto), caso sejam negativos, ou explorá-los, compartilhá-los ou melhorá-los, caso sejam positivos. Cada risco terá uma característica distinta e deverá ser monitorado apropriadamente. Como exemplos, podem ser citadas alterações na situação política de cada país, mudanças na legislação, questões relacionadas ao meio ambiente e à sociedade local, os recursos financeiros e o comportamento dos depósitos minerais que estão diretamente relacionados com o sucesso do projeto. As ferramentas mais utilizadas para essa gestão é a matriz de probabilidade e impacto e matriz SWOT, anteriormente citada.

### 7.1.10 Gestão de partes interessadas

Segundo o PMI (2017), essa gestão implica em identificar todas pessoas e grupos que podem impactar ou serem impactados pelo projeto e alinhar suas expectativas e engajamentos. Para isso podem ser utilizadas ferramentas como o modelo da saliência proposto por Mitchell et al. (2011), que classifica as partes interessadas, chamadas de *Stakeholders*, de acordo com seu poder (probabilidade de realizar seu interesse), legitimidade (ações apropriadas e adequadas) e urgência (criticidade de tempo). O resultado da análise deve ser colocado dentro do diagrama conforme apresentado na Figura 8.



**Figura 8** - Diagrama da Saliência para projeto de exploração mineral (Modificado de Mitchell et al. (2011) e Carvalho e Rabechini Junior (2011))

## 8 ANÁLISES SISTÊMICAS DE OTIMIZAÇÃO

Segundo Carvalho (2010), os processos tradicionais de gestão focam a individualização das atividades, para que elas sejam mais bem detalhadas e gerenciadas. Por isso, usualmente alcançam os objetivos propostos, entretanto, destaca-se no gerenciamento eficiente de projetos a necessidade da visão sistêmica que trata os processos de forma integrada no tempo e no espaço, para trazer reflexões contínuas do passado, presente e futuro. Para isso advém o PMO, que suporta os gerentes de projetos na análise sistêmica e a otimização contínua dos projetos sob suas responsabilidades.

### 8.1 Análise de Viabilidade de Projetos

Segundo Ende e Reisdorfer (2015), as análises da viabilidade dos projetos podem ser subdivididas em técnica e econômico–financeira. A viabilidade técnica é contínua e envolve análises de mercado para prever a exequibilidade do projeto. Para as fases iniciais dos projetos de exploração mineral, é a única análise possível, pois as justificativas para se iniciar um projeto de pesquisa são a demanda, preços da *commodity* e os locais com indicativos de potencialidade para ocorrência de depósitos minerais. A partir disso, conforme o conhecimento técnico da área

em pesquisa avança (com base nos estudos geológicos, metalogenéticos, geofísicos, geoquímicos, resultados das sondagem e caracterização tecnológica dos minérios, da infraestrutura, dentre outras variáveis) e ruma para a comprovação dos recursos e reservas, pode-se analisar a viabilidade econômico–financeira, pois nesta fase já é possível estimar fluxos de caixa e o retorno dos investimentos com indicadores como o *payback*, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) (Ende e Reisdorfer, 2015). A análise do Retorno de Investimento – ROI (*Return on Investment*) também pode ser utilizada, pois representa o quanto o investidor pode obter de retorno em relação ao valor desembolsado (Xavier, 2019). Independente da ferramenta de análise da viabilidade econômico–financeira, o retorno só será possível caso o projeto tenha perspectiva de entrar em operação. Caso contrário, a valoração do projeto se torna mais difícil.

Esses valores de retorno financeiro para projetos mineiros são variáveis, pois dependem dos diversos fatores modificadores já citados. Um depósito pode resultar num fluxo de caixa negativo num momento em análise e inviabilizar a abertura de implantação de uma mina. Entretanto, com as variações do mercado, da demanda e da diminuição das descobertas, no futuro, esse mesmo depósito pode ser totalmente viabilizado.

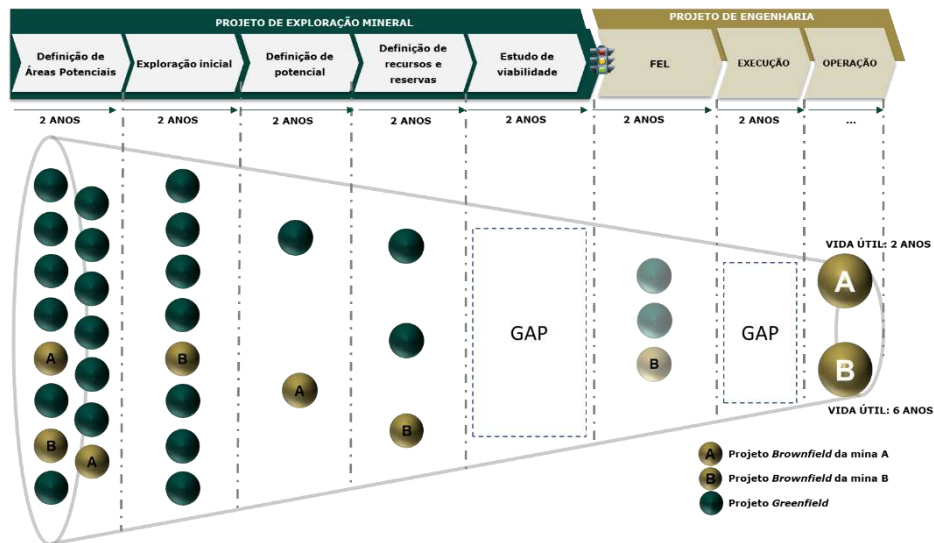
## 8.2 Planejamento Estratégico

O planejamento estratégico é um dos conjuntos de processos mais importantes para as mineradoras que possuem portfólios de projetos de exploração mineral. Isso se deve ao fato de que as minas em operação têm uma vida útil e, portanto, se a empresa pretende continuar no mercado e manter/aumentar sua produção futura, deve se planejar para isso. Segundo (Duarte et al., 2011):

“O objetivo do planejamento estratégico é fornecer aos gestores e suas equipes uma ferramenta que os munície de informações para a tomada de decisão, ajudando-os a atuar de forma proativa, antecipando-se às mudanças.”

Independente da forma como novos projetos são incorporados ao portfólio da empresa, todos devem ter seu início de produção estipulado ainda como projeto de exploração mineral, mesmo com todos os riscos e dificuldades inerentes a essa atividade, para que a empresa se antecipe e encaixe no portfólio as possíveis opções para suprir *gaps* existentes. A Figura 9 apresenta uma análise hipotética e simplificada do *pipeline* de uma empresa com duas minas em operação, desconsiderando fatores modificadores. No caso apresentado, a mina A possui vida útil de 2 anos e não há nenhum projeto em estudo de engenharia para aumentar sua perspectiva futura de continuar operando, portanto, a melhor decisão estratégica seria o seu

fechamento. Entretanto, com isso, a produção da empresa cairá consideravelmente, o que pode ser contornado com investimentos para aceleração e avanço dos dois projetos *greenfields* que estão em estudo de engenharia por meio da metodologia FEL (*Front-End Loading*) e, até mesmo, com a aceleração desse tempo alocando maiores capitais, colocando minas totalmente novas em operação. Para a mina B, a vida útil é de 6 anos, que pode ser aumentada com a finalização com sucesso dos dois projetos *brownfields*, um em fase de FEL e outro em finalização da exploração mineral.



**Figura 9** - Representação gráfica de planejamento estratégico para um projeto de exploração mineral

### 8.3 Indicadores de Desempenho (KPIs)

Segundo Badawy et al. (2016), os indicadores de desempenho (KPIs – *Key Performance Indicators*) servem como uma forma de mensuração quantitativa para o planejamento e controle e por isso são extremamente úteis na gestão de projetos. Os KPIs permitem comparar o que está sendo realizado com o que foi planejado, de acordo com a evolução ao longo do tempo, otimizando assim a tomada de decisões e proporcionando melhorias significativas nas atividades, objetivos e estratégias (Santos e Santos, 2018). Estes autores também ressaltam a necessidade da visão sistêmica e integrada de vários indicadores, com a finalidade de compreender o que está funcionando e o que não está, adequando o que for preciso. Sendo assim, quando utilizados corretamente, os KPIs estão dentre os principais instrumentos de trabalho do PMO.

Na exploração mineral, o maior desembolso que os projetos costumam ter é com as sondagens. Por isso, monitorar o desempenho financeiro, alocação de sondas, planejamento e assertividade de alvos, as atividades das empresas que prestam este serviço e dos funcionários que estão envolvidos é imprescindível para o alcance de metas, direcionamento de recursos e

adequação de cronogramas. Para isso, a análise dos KPIs fornece dados precisos que embasam argumentos sólidos para discussões e tomadas de decisões técnicas e estratégicas.

## **9 CICLO PRÁTICO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS NA EXPLORAÇÃO MINERAL**

De modo prático, com base no conteúdo apresentado, a grande maioria das empresas trata a longa duração das iniciativas de exploração mineral como “Programas” compostos por “Alvos”, que podem ou não estar em uma mesma fase. Os projetos são partes que integram esses programas, podendo ser limitados, por exemplo, pelo período estabelecido pela definição de um orçamento e/ou relatórios publicados em bolsas de valores para empresas cotadas, no qual são definidos os produtos a serem entregues e as metas a serem alcançadas dentro desse intervalo de tempo. Um programa de exploração mineral se inicia com a descoberta de uma nova área potencial e para que seja concluído deve cumprir com os critérios de sucesso estabelecidos em cada uma das fases de pesquisa, realizadas de forma sequencial.

Dessa forma, são executados vários projetos de duração periódica, como um ano, por exemplo, também sequenciais, inseridos no programa com base no planejamento estratégico da empresa, após as etapas de escopo, estabelecimento de metas, planejamento físico, financeiro e de execução das atividades. O projeto será encerrado no final do período e, caso o objetivo da fase de exploração em que o programa se encontra tenha sido concluído com sucesso (conforme os critérios estabelecidos), a pesquisa pode evoluir no período seguinte como um novo projeto. Caso o projeto termine e não tenha finalizado respectiva fase do programa, o projeto pode ser reiniciado no período seguinte, dentro da mesma fase. E, caso não haja possibilidade técnica para prosseguimento, ou esteja em sua última fase de exploração mineral, o programa poderá ser encerrado ou prosseguido em etapas de engenharia, desde que esteja de acordo com o planejamento estratégico da empresa. A Figura 10 ilustra esse ciclo.

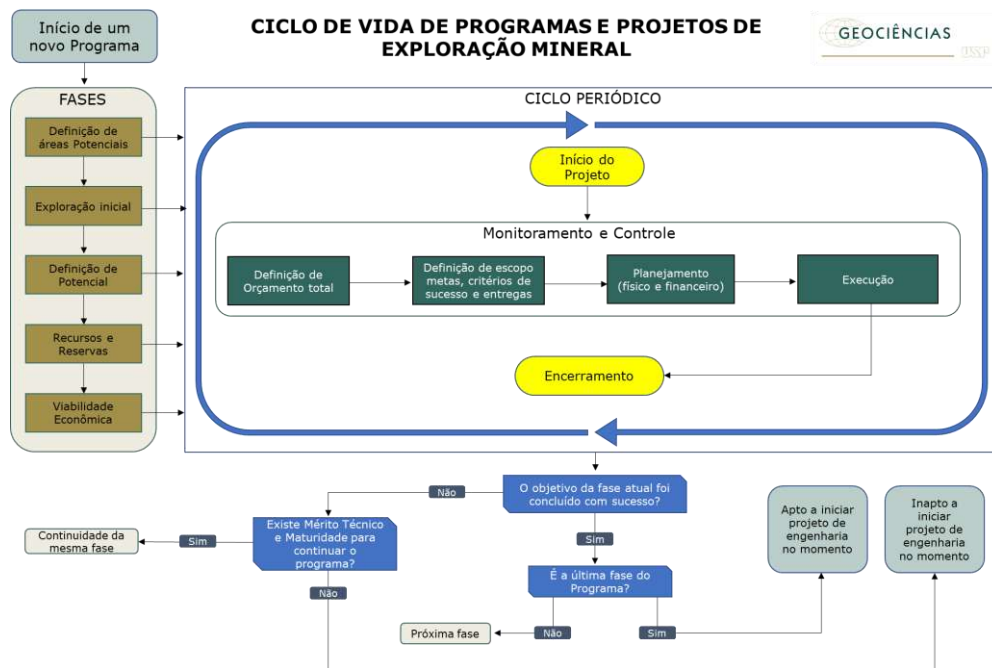


Figura 10 – Ciclo de vida de programas e projetos de exploração mineral

## 9.1 Plataforma de Gerenciamento de Projetos

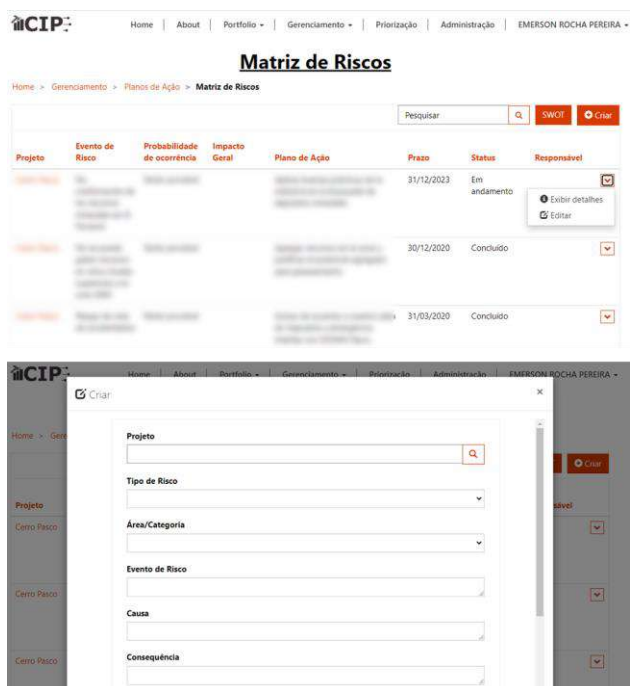
Com base na bibliografia apresentada e diante da necessidade da visão sistêmica de processos e ferramentas para a gestão de projetos, este Trabalho de Formatura propõe como principal resultado a criação e análise de uma Central Integrada de Projetos de Exploração Mineral (CIP), uma plataforma *online* ([cipmineralexploration.powerappsportals.com](http://cipmineralexploration.powerappsportals.com)) desenvolvida por meio da linguagem de marcação Html 5 (Silva, 2019), Microsoft Power BI (Ferrari e Russo, 2016) e Microsoft Power Apps (Mercurio e Merrill, 2021) para apoiar as tomadas de decisões e gerenciar todo o fluxo de gestão. O objetivo desta CIP é otimizar os investimentos e processos e embasar as tomadas de decisões por meio do monitoramento e controle realizado pelos gerentes e pelo PMO em tempo real, por meio dos indicadores de desempenho. A CIP desenvolvida neste trabalho de formatura já foi testada e está em funcionamento como protótipo nos projetos de exploração mineral da empresa Nexa Resources, que apoia este trabalho.

As páginas da CIP criada foram personalizadas de acordo com a realidade e as necessidades da área de exploração mineral da empresa, considerando-se a maturidade em gestão de projetos discutidas no item 5.4. Por isso, nas visualizações da plataforma apresentadas neste trabalho, gestões foram agrupadas em aquisições, custos e recursos (consideradas como gestão financeira) e gestão de qualidade e riscos (consideradas como gestão de planos de ação). A gestão de comunicação é atualmente realizada pelos gerentes dos projetos e, portanto, não foi inserida na plataforma neste momento, assim como a gestão dos *stakeholders*. Porém,

conforme o amadurecimento em gestão evoluir, a plataforma também evoluirá e deverá ser adequada pelo PMO, responsável por ela, incluindo estas e eventuais outras áreas/subáreas de gestão

### 9.1.1 Central integrada de projetos de exploração mineral (CIP)

A Central Integrada de Projetos de Exploração Mineral – CIP criada neste trabalho de formatura possui páginas para a inserção e edição, de visualização dos dados e para integração e análise de um conjunto muito diverso de informações. A CIP está conectada aos bancos de dados da empresa com base na segurança da Microsoft (ou qualquer outro provedor de *email* utilizado), com controle de acessos e visualizações de acordo com o cargo do usuário ou personalização estipulada. Até o momento, é possível gerenciar de maneira simples e prática as 10 áreas do conhecimento citadas no capítulo 7.1 e integrá-las com a maioria das ferramentas citadas, como o Microsoft Project e planilhas Microsoft Excel. Também é possível personalizá-la de acordo com os objetivos de uso e de maturidade em gestão de projetos da empresa. A Figura 11 representa uma das páginas de inserção e edição de dados, com mesmo padrão utilizado nas demais.



#### INSERÇÃO E EDIÇÃO DE DADOS

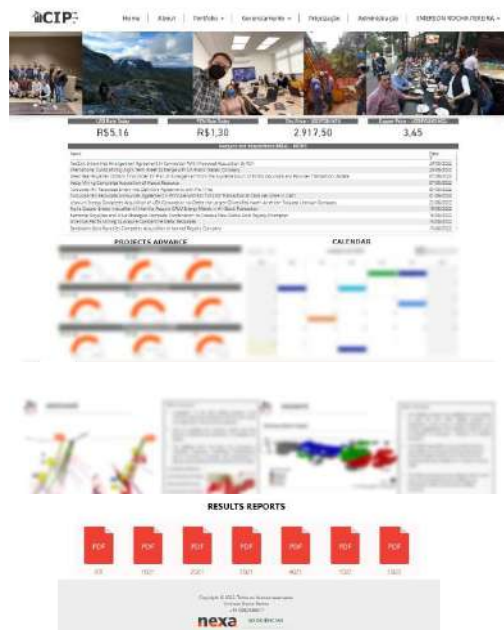
Páginas para cada visualização apresentada para inserção e edição dos dados. É importante considerar que são conectadas com as ferramentas já utilizadas pela empresa como o Microsoft Outlook, Microsoft Excel e o Microsoft Project com atualizações automáticas, de modo que os inputs de dados possam ser realizados de acordo com a preferência do usuário em acordo com o PMO responsável.

Por questões de segurança alguns dados não estão exibidos, por se tratar de informações reais.

**Figura 11** – Exemplo de página de inserção e edição de dados

A Figura 12 representa a página inicial da plataforma, onde são apresentados dados gerais solicitados pela empresa como o valor das moedas e *commodities* utilizadas, seguidos de notícias a respeito de fusões e aquisições do mercado, avanço financeiro, de sondagem e de

cronograma do portfólio de projetos, calendário com as principais datas da área de exploração mineral e últimos resultados e relatórios publicados nas bolsas de valores.



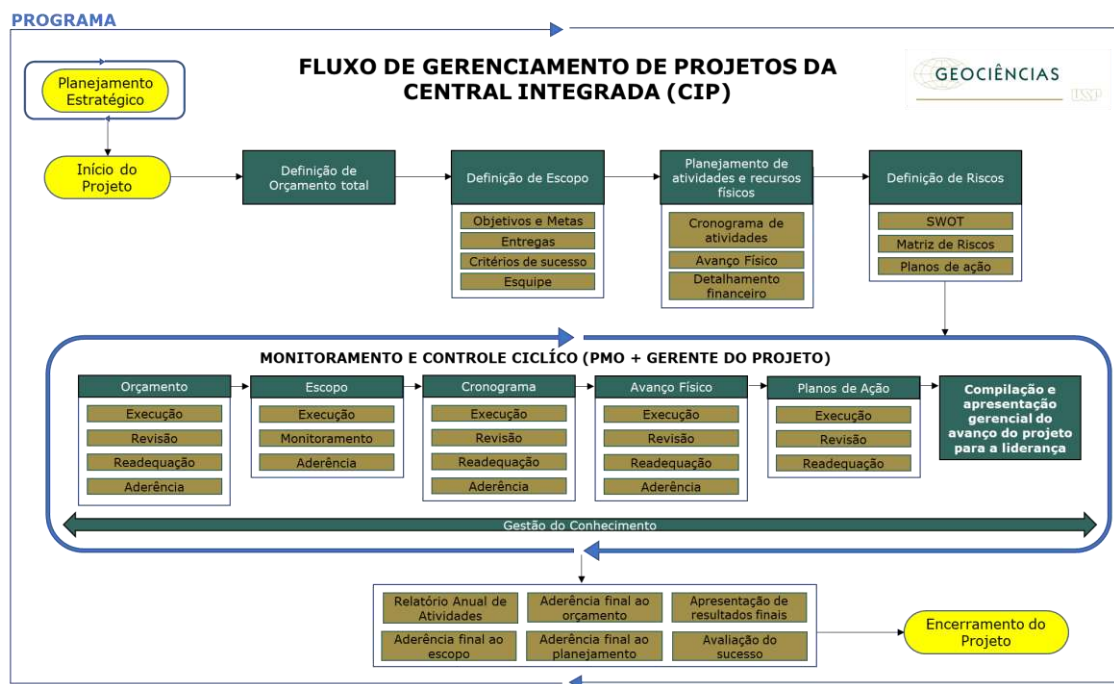
**PÁGINA INICIAL**

A página inicial contém as principais informações solicitadas pela empresa como taxas de câmbio, preço das commodities trabalhadas, notícias de fusões e aquisições, avanço geral dos projetos, calendário com os principais eventos e entregas e últimos resultados e relatórios.

Por questões de segurança alguns dados não estão exibidos, por se tratar de informações reais.

**Figura 12** – Página inicial da plataforma CIP.

A Figura 13 representa o fluxo de gerenciamento de projetos da CIP, que compreende os processos de iniciação (planejamento estratégico, início formal, definição de orçamento total e definição de escopo), planejamento (definições detalhadas das atividades e recursos físicos, humanos e financeiros), execução, monitoramento e controle cíclico (podendo ser diário, semanal, quinzenal etc.) e encerramento do projeto.



**Figura 13** – Fluxo de gerenciamento de projetos adotado pela CIP

O fluxo contempla as seguintes etapas:

**Processos de Iniciação:**

1. **Planejamento estratégico:** representado nas Figura 14 e Figura 15, conforme detalhado no item 8.2;



Figura 14 – Visualização do planejamento estratégico, descrita na Figura 15.



**PORTFÓLIO**

A página de portfólio de projetos e alvos contém uma visão inicial com todos os programas e a média dos investimentos para os próximos anos (quanto maior o tamanho da forma, maior o investimento), uma visão resumo dos projetos e alvos, do pipeline com os estágios de cada alvo e suas localizações. Além de uma visualização estratégica, com previsões financeiras e de sondagem para os próximos anos e uma avaliação de maturidade por mérito técnico dos alvos para priorização de targets. Pode ser utilizada tanto pelos gerentes, para planejamento estratégico de um único projeto, quanto pelo PMO e liderança para visualização, discussão e tomada de decisões do portfólio como um todo.

Por questões de segurança alguns dados não estão exibidos, por se tratar de informações reais.

Figura 15 – Visualização do Portfólio

- Início formal do projeto**, com a definição de um orçamento total;
- Definição do escopo**: representado pela Figura 16, com os objetivos e metas do período (como a tonelagem de recursos e reservas a serem agregados, por exemplo), produtos a serem entregues, critérios de sucesso e de aceite, além de outras informações;



## ESCOPO

Página de gerenciamento de escopo com os dados de abertura e acompanhamento do projeto com os objetivos/justificativas, restrições, riscos, partes envolvidas, produtos gerados, cronograma e orçamento geral iniciais e alvos e suas respectivas fases.

**Figura 16** – Escopo de um projeto hipotético (modelo *Business CANVAS*).

- Planejamento das atividades e recursos**: com a definição do cronograma, da metragem a ser perfurada, quantidade de amostras a serem enviadas para análise, métodos e quilometragem geofísicas, detalhamento do orçamento, entre outras informações.
- Definição de riscos**: mapeamento das fraquezas, oportunidades, fortalezas e ameaças do projeto por meio da matriz SWOT e levantamento dos riscos associados, bem como seus respectivos planos de ação.

### ***Processos de Execução, Monitoramento e Controle:***

- Orçamento**: envolve a execução do orçamento planejado, revisões e readequações do planejamento mensal e monitoramento da aderência do realizado ao orçado, conforme apresentado na Figura 17;



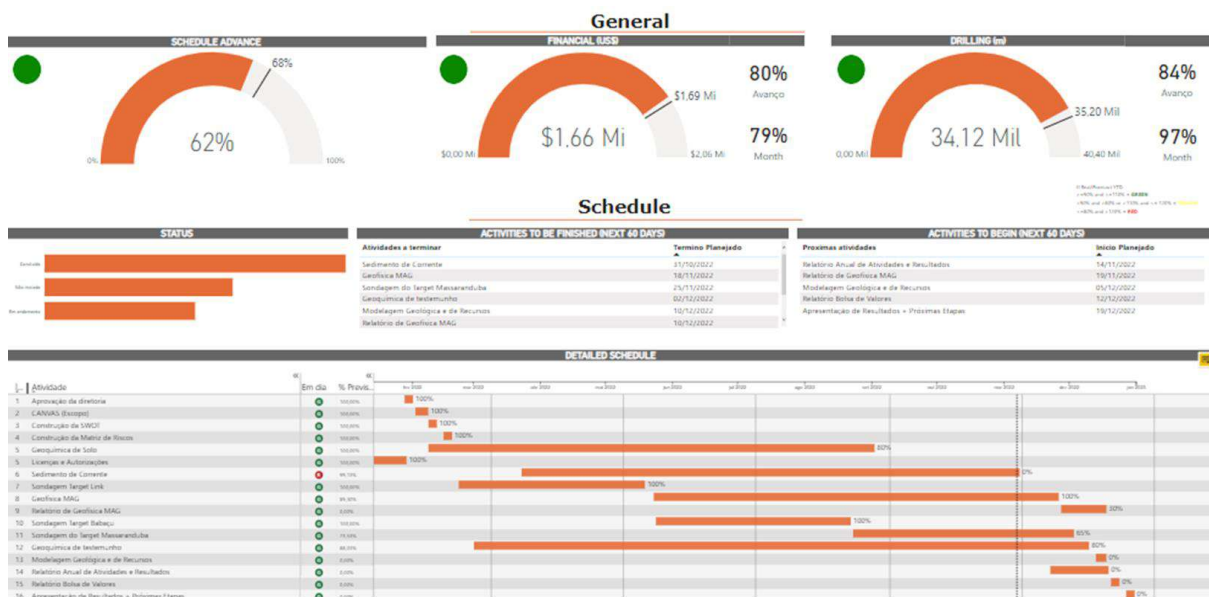
## FINANCEIRO

Por questões de segurança alguns dados não estão exibidos, por se tratar de informações reais.

Página de gerenciamento financeiro apresenta um gráfico com o orçamento inicial, o orçamento revisado e os desembolsos realizados por mês, um gráfico de realizado vs planejado no mês atual, um gráfico de realizado vs planejado do início do projeto até a data atual, um gráfico de realizado vs planejado do início até o final do projeto e um gráfico do orçamento inicial vs o orçamento revisado. Seguido das mesmas informações do primeiro gráfico para os trimestres e o total do período do projeto e as informações referentes a meta financeira estabelecida pela empresa. Abaixo há uma visão geral do sistema SAP utilizado pela empresa para a gestão financeira e uma tabela com as informações dos contratos ativos (com um aviso luminoso a respeito das datas de vencimento).

Figura 17 – Página de gestão financeira (projeto hipotético)

2. **Escopo:** envolve a execução do escopo monitoramento do atingimento dos objetivos, metas e entregas;
3. **Cronograma:** execução das atividades programadas de acordo com as datas estipuladas, revisão e readequação quando necessário e aderência a linha de base (cronograma inicial), conforme apresentado na Figura 18;

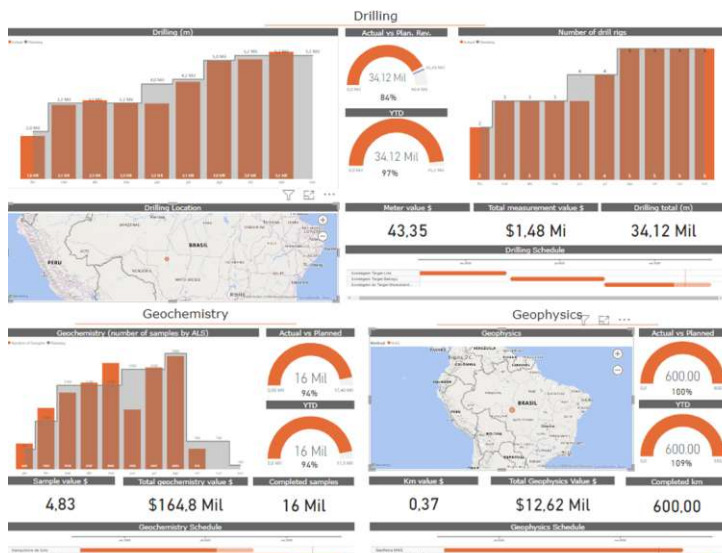


Página de gerenciamento de cronograma possui um gráfico de avanço real geral das atividades e o avanço esperado até o momento, os avanços gerais financeiro e de sondagem. Há também um aviso luminoso de aderência de acordo com as métricas da empresa (nas cores vermelho, amarelo e verde de acordo com a dispersão do realizado frente ao programado para a data analisada). Abaixo há um gráfico com as quantidades de atividades concluídas, não iniciadas e em andamento e duas tabelas com as atividades a iniciar e a terminar. Seguido do detalhamento das atividades, com suas respectivas datas de início e término planejado e real, porcentagem de avanço esperado e real e um aviso luminoso para atividades em dia (verde) ou atrasadas (vermelho).

## CRONOGRAMA

Figura 18 – Página de gestão do cronograma (projeto hipotético)

4. **Avanço físico:** execução das quantidades planejadas (sondagem, geoquímica e geofísica), revisão e readequação quando necessário e aderência ao programado, conforme a Figura 19;



## AVANÇO FÍSICO

A página de avanço físico possui o detalhamento da sondagem, com o planejamento e o executado mensalmente, um gráfico do planejado para o projeto vs executado com a indicação do planejado até o período e um gráfico do planejado até a data de análise vs executado. Também há um gráfico com o número de sondas planejadas vs número de sondas em operação por mês, seguido de um mapa com a localização dessas sondas, o valor pago por metro perfurado, o total desembolsado com essa atividade e o cronograma com as datas de mobilização e desmobilização e o avanço geral em cada alvo. Abaixo há um gráfico com a quantidade de amostras geoquímicas planejadas e executadas em cada mês, um gráfico do planejado total para o projeto vs executado e um gráfico do planejado até a data de análise vs executado, seguidos do valor médio pago por amostra analisada, o total desembolsado com essa atividade, o número total de amostras analisadas e o cronograma de análises. Ao lado há a localização dos targets onde haverá ou houve geofísica, em que a cor representa o método utilizado, um gráfico do planejado para o projeto vs executado com a indicação do planejado até o período e um gráfico do planejado até a data de análise vs executado.

Figura 19 – Página de gestão de avanço físico (projeto hipotético).

5. **Planos de ação:** execução dos planos de ação mapeados, revisão e readequação se necessário e monitoramento e controle das matrizes, principalmente dos

pontos mais críticos como riscos de alta probabilidade e alto impacto como apresentado na Figura 20;



### PLANOS DE AÇÃO

A página de planos de ação possui o detalhamento da SWOT e da Matriz de Riscos, com uma visão de quantidade de ações mapeadas em cada uma das matrizes, *status* das ações, detalhamento dos eventos, planos de ações e datas de vencimento do plano mapeado. Por fim, há a representação gráfica da SWOT e da Matriz de riscos com suas respectivas quantidades de eventos mapeados.

Por questões de segurança alguns dados não estão exibidos, por se tratar de informações reais.

Figura 20 – Planos de Ações mapeados na Matriz SWOT e Matriz de Riscos.

## 6. Apresentação cíclica do avanço e desempenho do projeto aos principais stakeholders, conforme a Figura 21.



### PAINEL RESUMO DE GESTÃO INTEGRADA

Painel com resumo das informações do projeto, de modo integrado. Ideal para apresentações (já em formato de slide) e discussões pontuais. As demais páginas estão em formato de relatório e possuem um detalhamento maior.

Por questões de segurança alguns dados não estão exibidos, por se tratar de informações reais.

Figura 21 – Páginas resumo de gestão integrada.

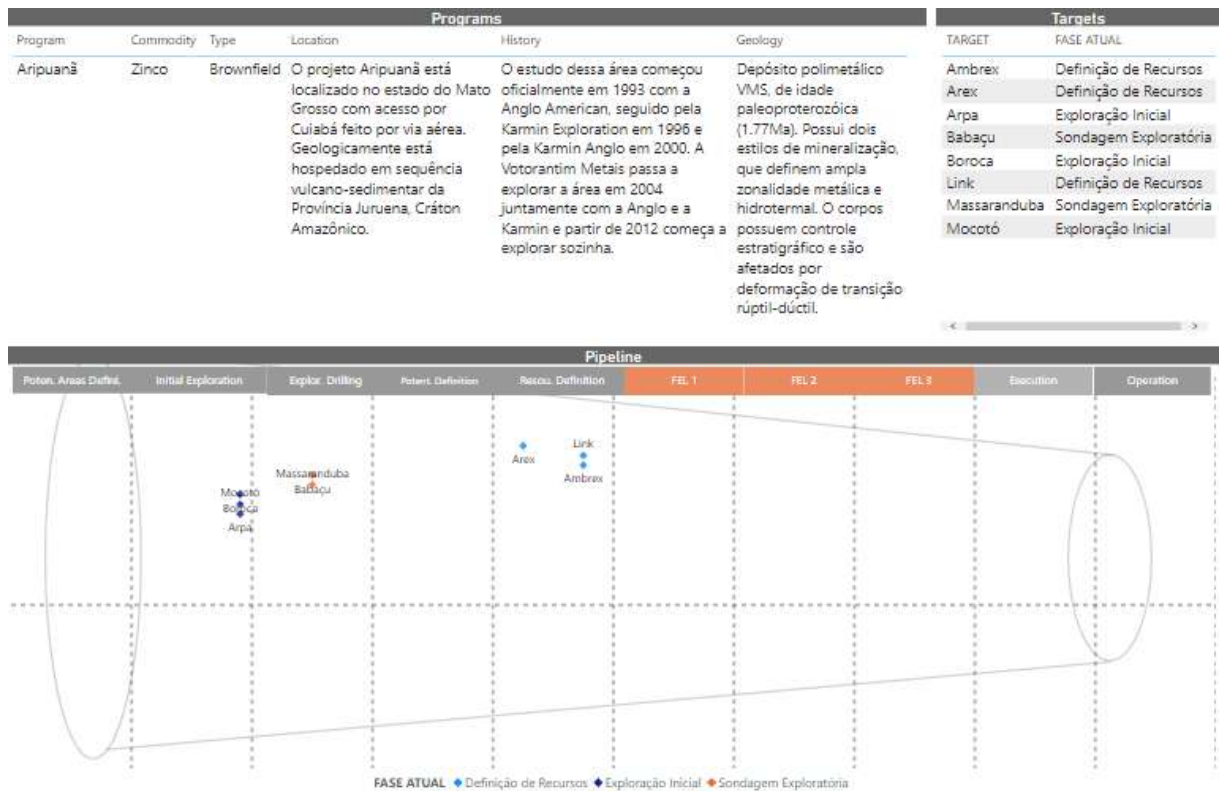
***Processos de encerramento:***

1. **Elaboração e entrega de relatório** com as atividades realizadas no período do projeto, registo das aderências finais e avaliação do sucesso do projeto.

**9.1.2 Aplicação da plataforma no Programa Aripuanã (exemplo hipotético)**

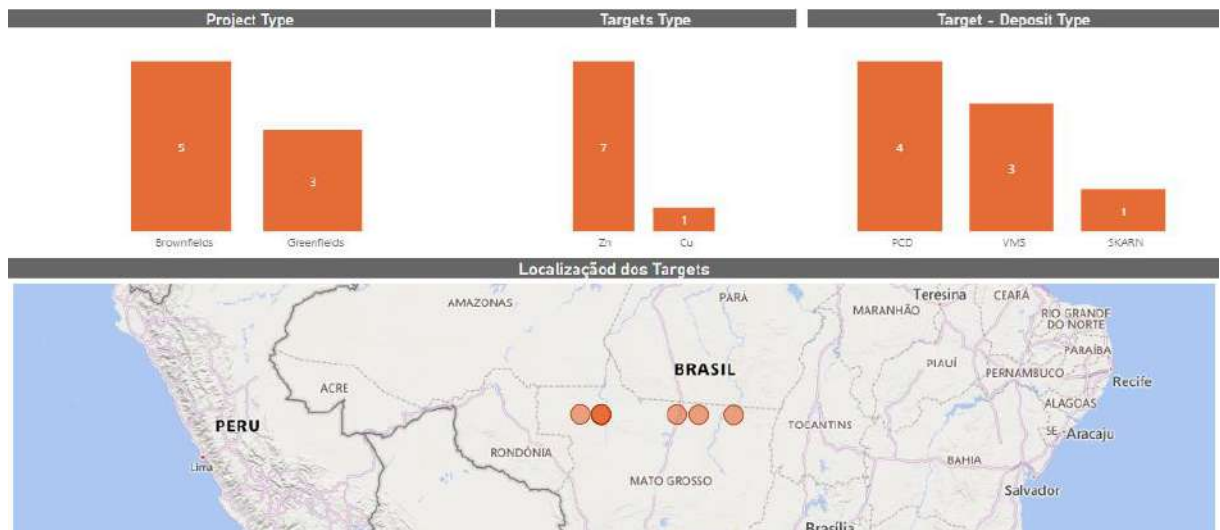
A descoberta de zinco na região do “Programa Aripuanã” aconteceu por volta do ano 2000 com o início da pesquisa em busca de metais básicos e preciosos pela empresa Karmin e Anglo American, com a participação da Nexa Resources, em 2004. Após o desenvolvimento de várias etapas da exploração mineral e de acordos entre as empresas a Nexa Resources é atualmente detentora de 100% do projeto. O programa é composto pelos alvos (*targets*) Arex, Link, Ambrex, Babaçu, Massaranduba, Boroca, Mocotó e Arpa, sendo que os quatro primeiros estão nas fases de pesquisa mais avançadas.

Segundo o fluxo de gerenciamento da CIP, apresentado na Figura 13, antes de se iniciar um novo projeto, deve ser feito o planejamento estratégico, considerando individualmente cada programa e o portfólio de modo geral. Para o exemplo hipotético analisado, devem ser atualizadas as fases atuais de cada alvo e estudada a possibilidade de avanço para as próximas fases, para que possam ser fornecidas dados para análises estratégicas para a empresa se manter competitiva no mercado. A Figura 22 apresenta um resumo do programa Aripuanã, seguida da lista de alvos e suas respectivas fases, além de uma visão gráfica do *pipeline* do programa.



**Figura 22** – Resumo do programa Aripuanã, lista de targets e suas respectivas fases de exploração mineral e visualização gráfica em *pipeline*.

A Figura 23 apresenta a quantidade de alvos para cada tipo de projeto, de *commodity* e de depósitos geológicos, além de suas localizações.



**Figura 23** – Quantidade de alvos por tipo de projeto, tipo de commodity e tipo de depósito geológico

A Figura 24 mostra as informações do planejamento estratégico, com a expectativa de orçamento anual para os próximos 5 anos, bem como a projeção de metragem sondada. Seguida do modelo de blocos, que representa quando cada alvo entrará na fase de engenharia (no curto, médio ou longo prazo) e suas prioridades de acordo com os interesses da empresa (por exemplo,

a localização ou uma das *commodity*), baseado em sua maturidade (conhecimento geológico da área com base em dados públicos e internos) e mérito técnico (desenvolvimento das atividades de exploração com resultados positivos como geofísica, sondagem e geoquímica). Ao lado há uma tabela com a tonelagem potencial que cada alvo pode conter e a metragem total necessária para comprová-los.



**Figura 24** – Planejamento estratégico do programa Aripuanã

Com o ciclo de planejamento estratégico finalizado é definido um orçamento total para que se inicie o projeto Aripuanã 2022 no dia 01 de janeiro com finalização no dia 31 de dezembro. Com base nessas informações é estabelecido o escopo do projeto, conforme apresentado na Figura 25, cujo resultado único será a agregação de potencial, recursos e reservas e a passagem dos alvos regionais para próxima fase. O escopo deve ser monitorado pelo PMO juntamente com a equipe técnica, para que os dados inseridos sejam seguidos ao longo do período.



**Figura 25** – Escopo do projeto Aripuanã 2022.

Essas informações devem ser detalhadas, inicialmente com a construção do cronograma, em que todas as atividades e entregas a serem desenvolvidas no período são mapeadas, com suas respectivas datas de início e término. Em seguida, devem ser projetadas, com base nos dados históricos disponíveis na plataforma e em perspectivas futuras, as quantidades e custos de cada uma delas, como a metragem a ser perfurada, a quantidade de amostras geoquímicas a serem analisadas pelos laboratórios, o método e a quilometragem geofísica e os valores esperados a serem pagos por metro (considerado 150 dólares americanos por metro), por amostra (considerado US\$ 10 por amostra) e quilômetro executados (considerado US\$ 3 por quilômetro), limitados pelo orçamento total definido no planejamento estratégico e no escopo. Com esses números levantados, o próximo passo é realizar as respectivas licitações para contratar os serviços e aquisições necessárias (de recursos e pessoas) e iniciar a execução do planejamento.

Ainda nos primeiros dias de execução deve ser realizado o mapeamento de riscos envolvidos com a classificação de cada um deles de acordo sua probabilidade de acontecer e impacto caso aconteça, bem como a definição dos planos de ação para mitigar ou eliminá-los. Para o projeto Aripuanã 2022 foram mapeados 26 riscos, dos quais 4 são muito prováveis e podem causar um impacto extremo, com apresentado na Figura 26. Também devem ser mapeadas as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças na matriz SWOT do projeto, juntamente com planos de ações, quando necessários. Essas duas matrizes devem ser

acompanhadas e revisadas durante todo o período de execução das atividades.

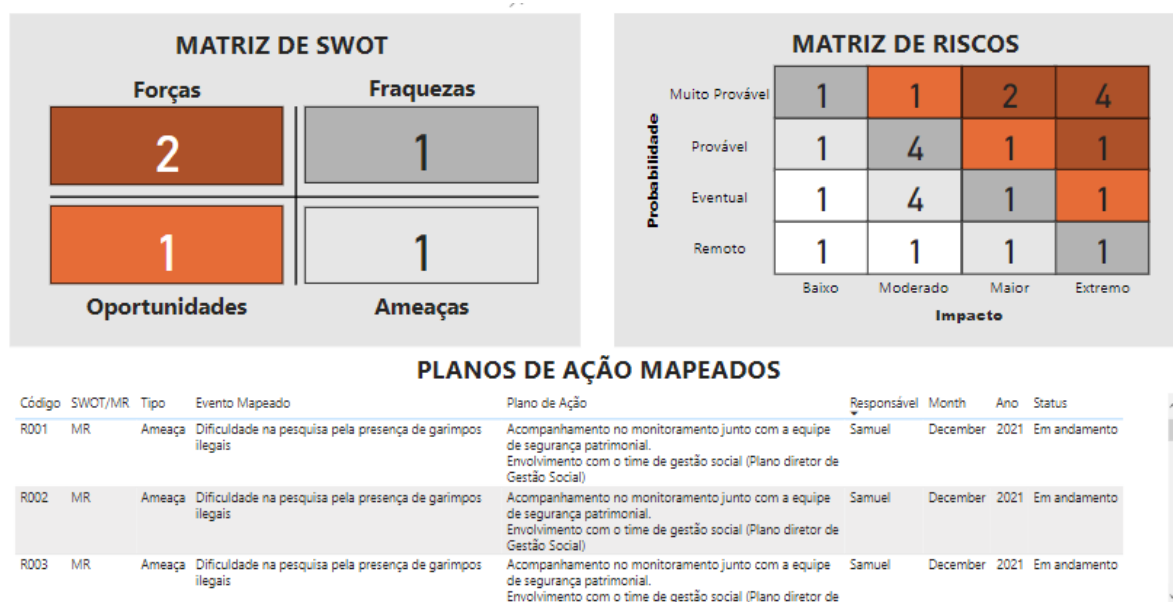


Figura 26 – SWOT e Matriz de Riscos do projeto Aripuanã 2022.

A Figura 27 apresenta a página de evolução geral e do cronograma do projeto Aripuanã 2022, com 64% das atividades concluídas, com 4% de atraso principalmente por conta da não execução da atividade “Sedimento de Corrente”, marcada com um círculo vermelho. Já foi utilizado 88% do orçamento planejado, ou seja US\$ 5,83 milhões dos US\$ 6,64 milhões previstos, com US\$ 0,6 milhões abaixo do previsto até a data de análise, de modo que deveria ter executado 5,89 milhões de dólares. Isso se deve a não realização da atividade programada citada e ao atraso na programação de sondagem, com 34,12 mil metros executados, 1,08 mil metros abaixo do previsto para o período. Os círculos acima de cada gráfico representam a aderência do executado ao planejado. Os círculos são verdes, caso haja uma aderência maior que 90%, amarelos entre 90% e 80% e vermelho abaixo de 80%, de acordo com as metas estabelecidas para o projeto.

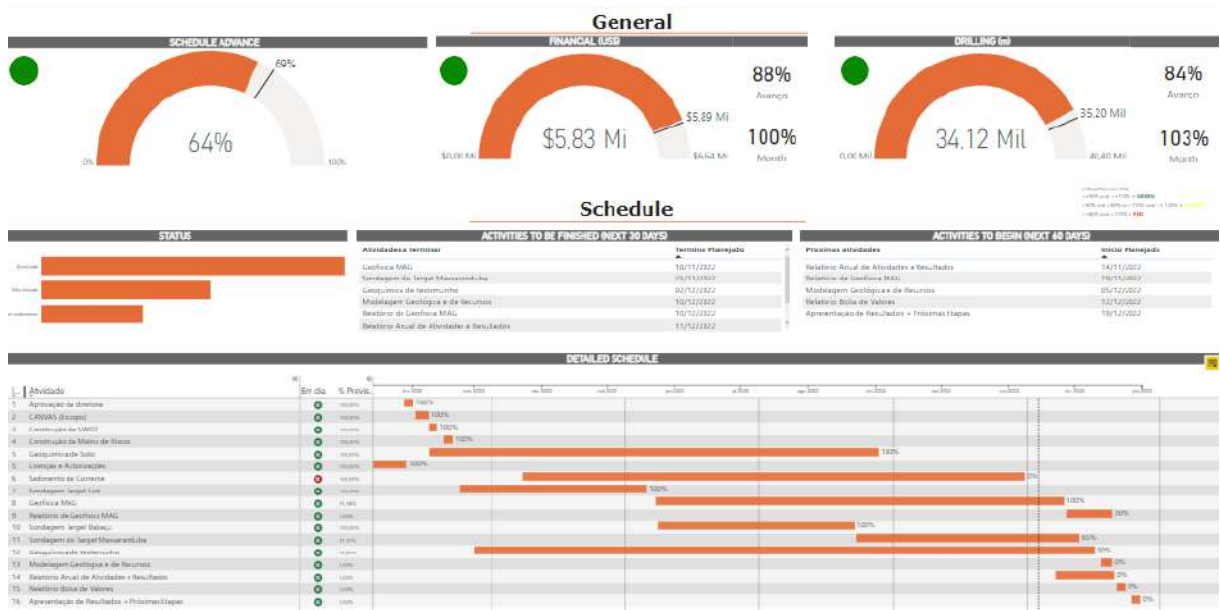


Figura 27 – Avanço geral e cronograma do projeto.

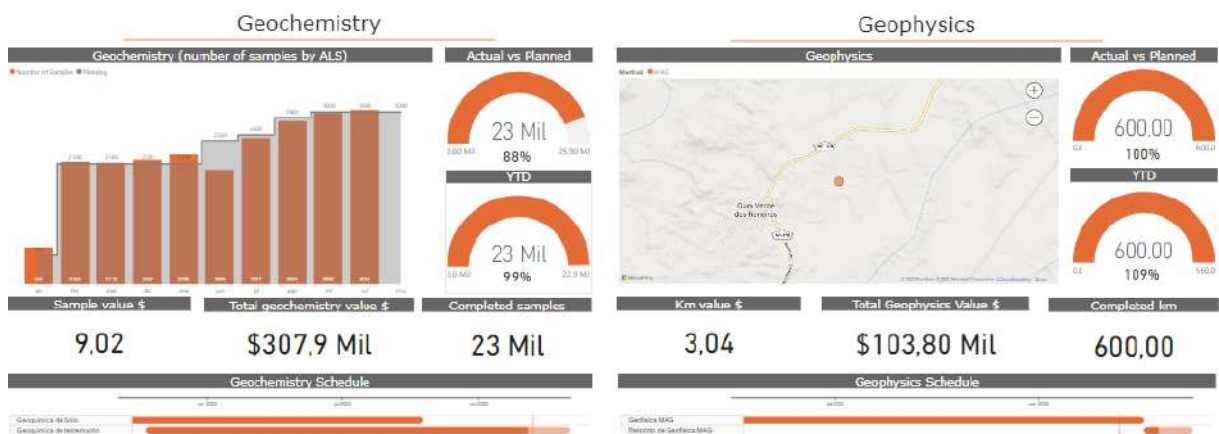
Na Figura 28 possível observar em detalhe que, principalmente no mês de junho, a metragem sondada ficou abaixo do planejamento, o que se justifica devido ao atraso na chegada de uma sonda adicional, o que afetou o avanço do cronograma de sondagens do alvo Massaranduba. Entretanto, há uma pequena compensação em outros meses, como abril e outubro, que possibilitaram a boa aderência geral de 97% até o período analisado (gráfico YTD – year to date ou acumulado no ano). Também pode-se notar o valor do metro em US\$ 158,89, que está um pouco acima do valor orçado inicialmente, de US\$ 150.



Figura 28 – Avanço detalhado da sondagem.

O atraso nas sondagens se reflete também na execução das análises geoquímica, como apresentado na Figura 29, pois como não foi executada a quantidade total de metros planejados no mês de junho, a amostragem de testemunho total também não pôde ser analisada. Entretanto,

assim como na sondagem, os demais meses compensaram essa defasagem, fato provado pela excelente aderência de 99% das amostras analisadas frente às amostras planejadas para o período, além do valor pago por análise estar bem próximo do orçamento inicial (US\$ 9,02/amostra analisada vs US\$ 10,00/amostra planejada). Por outro lado, a geofísica foi concluída com antecedência, como apresentado no cronograma e no gráfico da figura abaixo, com 9% executado acima do planejado até o período e como um valor pago por quilômetro muito próximo ao valor utilizado para o orçamento (US\$ 3,04/km executados vs US\$ 3.00/km orçados).



**Figura 29** – Avanço detalhado da geoquímica e da geofísica

Essas pequenas defasagens em relação ao planejamento inicial também se refletem nos KPIs financeiros mostrados na Figura 30, que em junho apresentaram um desempenho abaixo do programado. É interessante notar como a sondagem, que usualmente constitui o maior desembolso do projeto, se reflete no avanço financeiro e os valores seguem a mesma tendência de crescimento e decréscimo. Além disso, com exceção do mês de junho, em todos os demais observa-se uma ótima aderência ao previsto. Mesmo assim, a programação financeira revisada total ("Previsto") está abaixo do orçamento definido inicialmente ("Orçado"), como apresentado no gráfico *FY vs Budget*, indicando a possibilidade de uma aderência final ao orçamento de 92%, ainda dentro da meta estabelecida (acima de 90%, como apresentado no gráfico "RF"). Isso se deve à uma mudança de estratégia na sondagem, que previa perfurar inicialmente 47,7 mil metros, e com as revisões pretende encerrar com um total de 40,4 mil metros, por motivos técnicos (conforme apresentado no gráfico *FY vs Budget* da Figura 28).

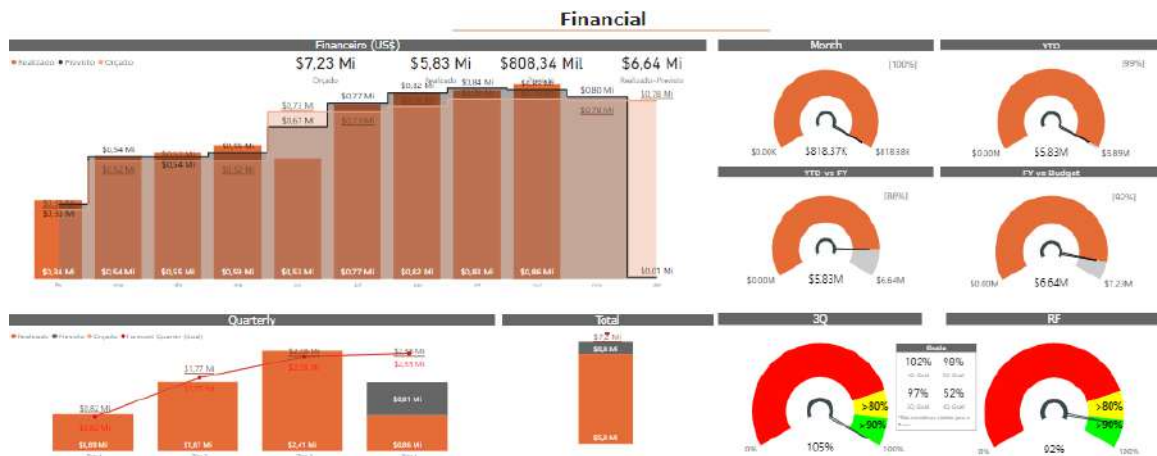


Figura 30 – Avanço financeiro detalhado.

Por fim, na página com a integração dos dados, apresentada na Figura 31, é possível notar as boas aderências do executado ao planejado até o momento (gráficos YTD), indicando um provável sucesso em relação as metas financeiras e de avanço físico no final do projeto. Esses dados ficarão armazenados na plataforma, para referência futura dos próximos projetos que irão compor o programa Aripuanã.

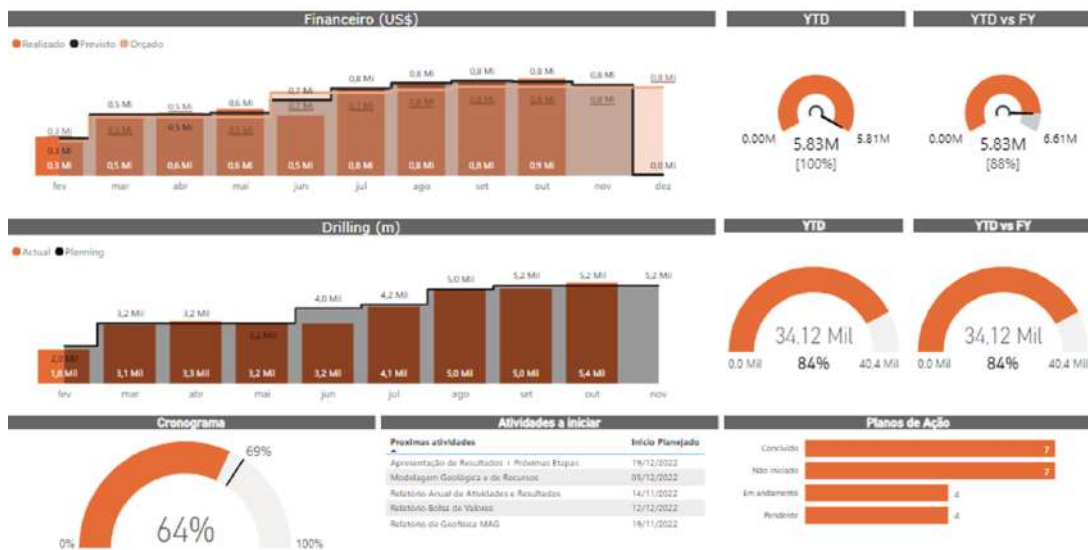


Figura 31 – Avanço integrado do projeto Aripuanã 2022.

O projeto Aripuanã 2022 tende a apresentar maior assertividade do que foi e está sendo executado em relação ao planejamento inicial, pois com a utilização da plataforma CIP para a gestão integrada dos avanços e dos indicadores, com a aplicação correta dos processos, os investimentos são direcionados da melhor forma possível, já que as tomadas de decisões podem ser antecipadas por meio da análise e interpretação dos dados. Por isso a grande importância de que essas informações sejam monitoradas e controladas pelo PMO, juntamente com o gerente

para a correção de rotas, para que o sucesso do projeto seja atingido o mais próximo possível da aderência máxima.

## **10 CONCLUSÃO**

A exigência de produções maiores e contínuas aliada à crescente demanda criou a necessidade de desenvolvimento de projetos de exploração mineral com o cumprimento do objetivo de agregação de recursos e reservas de acordo com os limites econômicos estabelecidos pelos ambientes de negócios: iniciativas com menor custo, desenvolvidas de modo rápido e que alcance as expectativas de sucesso.

Nesse cenário, a aplicação do gerenciamento de projetos e do PMO por meio da prática correta e consciente das áreas do conhecimento apresentadas juntamente ao acompanhamento dos indicadores de desempenho (KPIs) cria condições favoráveis para melhor alocação dos investimentos e condução dos processos, pois embasa as tomadas de decisões em dados e evidências concretos e minimiza os riscos envolvidos.

A Central Integrada de Projetos (CIP) aqui elaborada advém para colocar em prática esse conhecimento em gerenciamento de projetos na exploração mineral, por meio da padronização e sistematização da gestão. A plataforma une tecnologias modernas e eficientes com a disponibilização de dados acessíveis e atualizados o tempo todo e fornece conhecimentos históricos, técnicos e financeiros. Dessa forma, as taxas de sucesso no escopo, tempo e custo podem alcançar os melhores níveis de aderência e as correções de rotas podem ser feitas com antecipação.

Portanto, aplicar esses conceitos em iniciativas de pesquisa mineral, adequa a realidade da área de acordo com os demais segmentos econômicos e alinha as empresas com as melhores práticas do mercado. Por isso, o desenvolvimento e a exposição de meios que suportem os projetos de exploração mineral apresentam grande potencial de fortalecimento desse setor industrial, e deve ser difundido por meio da instrução de práticas de gestão de projetos e PMO no ensino das geociências aplicadas à geologia econômica e à exploração mineral.

Este projeto, ao ser disponibilizados na Biblioteca do IGc, propicia aos alunos e professores do curso de Geologia da USP e de outras unidades, acesso a informações sobre os novos métodos de gestão em implantação na Indústria 4.0 e exemplos de aplicação prática na Mineração 4.0, ainda incipientes no Brasil e na indústria mineral mundial em geral.

Essas ferramentas de gestão fundamentadas no PMO (ou na CIP aqui apresentada), como discutido ao longo deste trabalho de formatura, são tendências evolutivas fundamentadas em dados que propiciam análises em tempo real ou quase, imprescindíveis à manutenção da

competitividade da indústria mineral no país, mas que também evidenciam a importância da interdisciplinaridade e dos sistemas digitais nas geociências para formação de recursos humanos e inclusão dos formados no mercado de trabalho atual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badawy, M., El-Aziz, A.A.A., Idress, A.M., Hefny, H., Hossam, S., 2016, A survey on exploring key performance indicators: *Future Computing and Informatics Journal*, v. 1, p. 47–52, doi:10.1016/j.fcij.2016.04.001.
- Berssaneti, F.T., Carvalho, M.M. de, Muscat, A.R.N., 2012, Impacto dos modelos de referência e maturidade no gerenciamento de projetos: estudo exploratório em projetos de tecnologia da informação: *Production*, v. 22, p. 404–435, doi:10.1590/s0103-65132012005000027.
- Bettencourt, J.S., Juliani, C., Monteiro, L.V.S., 2016, Exploração mineral no Brasil: uso de modelos de depósitos minerais e sistemas minerais: *Recursos Minerais no Brasil*, p. 176, doi:978-85-85761-40-0.
- BHP, 2022, BHP Results for the year ended 30 June 2022.:
- Brasil, 1967, Decreto - Lei nº 227, de 28 de Fevereiro de 1967. Da nova Redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de Janeiro de 1940 (Código de Minas):
- Carvalho, G.G., 2010, *Gestão de Projetos na Perspectiva do Pensamentos Sistêmico e da Teoria da Ação*: UFPE, p. 255.
- Carvalho, M.M. de, Rabechini Junior, R., 2011, *Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos*:
- Cordani, U.G., Juliani, C., 2019, Potencial mineral da Amazônia: problemas e desafios: *Revista de estudos brasileiros*, v. 6, p. 91, doi:10.14201/reb201961191108.
- Duarte, A.D.S., Amaral, C.R., Costa, E.J.V., 2011, *Planejamento Estratégico*: Revista Mosaico, v. 2, p. 43, doi:10.21727/rm.v2i1.438.
- Ende, M. von, Reisdorfer, V.K., 2015, *Elaboração e Análise de Projetos*: Colégio Politécnico da UFSM.
- Ferguson, M.; Murphy, K., 2022, *World Exploration Trends 2022*. PDAC Special Edition, April 2022. S&P Global Market Intelligence (2022). (<https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/blog/world-exploration-trends-2022#:~:text=Exploration%20budgets%20increased%2035%25%20to,nearly%2070%25%20more%20than%202020>)
- Fernandes, D.R., 2012, Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para Elaboração da Estratégia: *Juríd. Empres.*, p. 57–68.
- Ferrari, A., Russo, M., 2016, *Introducing Microsoft Power BI*: Microsoft Press.
- Gajdzik, B., 2022, Frameworks of the Maturity Model for Industry 4.0 with Assessment of Maturity Levels on the Example of the Segment of Steel Enterprises in Poland. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, 8: 77. [doi.org/10.3390/joitmc8020077]
- Gondim, G., 2011, Do conceito de Risco ao da Precaução: entre determinismos e incertezas: *Cadernos de Saúde Pública*, v. 27, p. 1301–1311, [arca.fiocruz.br/bitstream/icict/39207/2/O território e o processo saúde-doença - Do Conceito de Risco ao da Precaução.pdf](http://arca.fiocruz.br/bitstream/icict/39207/2/O%20territ%C3%B3rio%20e%20o%20processo%20sa%C3%BAde%20doen%C3%A7a%20-%20Do%20Conceito%20de%20Risco%20ao%20da%20Precau%C3%A7%C3%A3o.pdf).
- Gracie, K.M., 2010, *Comunicação Empresarial, Uma Ferramenta*: UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES, p. 72.
- Groves, D.I.; Santosh, M., 2015, Province-scale commonalities of some world-class gold deposits: Implications for mineral exploration. *Geoscience Frontiers*, 6: 389-399.

- Hennigen, M.R.J., 2012, Governança e Gestão em Aquisições: a Proposição de um Modelo para uma Universidade Pública Brasileira: 117 p.
- Ibert, O., 2004, Projects and firms as discordant complements: Organizational learning in the Munich software ecology: *Research Policy*, v. 33, p. 1529–1546, doi:10.1016/j.respol.2004.08.010.
- ISO, N.B.R., 1994, 8402: Gestão da qualidade e garantia da qualidade - terminologia: Rio de Janeiro, ABNT.
- Júnior, M., Silva, I., 2011, Diretrizes fundamentais para um estudo de avaliação econômica de empreendimentos de mineração: um estudo bibliográfico:
- Kaldeich, C., Machado, A.B., 2000, Sistemas Integrados de Informação :Um Enfoque Contábil-Financeiro sobre o Sistema SAP R / 3, *in VII Congresso Brasileiro de Custos – Recife, PE, Brasil, 2 a 4 de agosto de 2000*, v. 3.
- Long, T.; Zhou, Z.; Hancke, G.; Bai, Y.; Gao, Q., 2022, A Review of Artificial Intelligence Technologies in Mineral Identification: Classification and Visualization. *J. Sens. Actuator Netw.*, 11: 50.[doi.org/10.3390/jsan11030050]
- Machado, F.; Duarte, N.; Amaral, A.; Barros, T., 2021, Project Management Maturity Models for Construction Firms. *J. Risk Financial Manag.*, 14: 571. [doi.org/10.3390/jrfm14120571]
- Melfi, A.J., Misi, A., Campos, D. de A., Cordani, U.G., 2016, Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios: 420 p.
- Mendonça, K.R.M., Sousa, P.G. de, Guedes, E. de S.R., 2020, Orçamentação De Obra: Análise Comparativa Entre Metodologia Tradicional E Bim: *Brazilian Journal of Development*, v. 6, p. 24, doi:10.34117/bjdv6n11-644.
- Mercurio, R., Merrill, B., 2021, Power Apps, *in Beginning Microsoft 365 Collaboration Apps*, Springer, p. 351–370.
- Mitchell, R.K., Agle, B.R., Chrisman, J.J., Spence, L.J., 2011, Toward a theory of stakeholder salience in family Firms1: *Business ethics quarterly*, v. 21, p. 235–255.
- Moon, C.J., Whateley, M.K.G., Evans, A.M., 1995, Introduction to mineral exploration, doi:10.1016/0169-1368(96)82525-x.
- Neto, J.C.A.D.S., de Carvalho, R.B., de Muylder, C.F., 2012, Avaliação da Maturidade no Gerenciamento de Projetos em uma Empresa Transnacional de Mineração: *Xv Semead*, p. 1–16.
- PMI, 2003, Organizational Project Management Maturity Model (OPM3): Knowledge Foundation, 1-195.
- PMI, 2017, Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos – Guia Pmbok 2017, v. 6, p. 1-763.
- PMI, 2021, Pulse of the Profession®: p. 01, <https://www.pmi.org/learning/library/beyond-agility-gymnastic-enterprises-12973> (acessado Outubro 2021).
- Poubel, C., 2007, A gestão da qualidade e sua importância em projetos: *Revista Techoje*.
- Rattner, H., 1977, O esgotamento dos recursos naturais: catástrofe interdependência? *Revista de Administração de Empresas*, v. 17, p. 15–21, doi:10.1590/S0034-75901977000200002.
- Reis, E., P. Bicho, C., Melo, E., 2005, Capítulo 2 Exploração Mineral – Tendências Tecnológicas: *Mineralis CETEM*, v. 1, p. 23–34, <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1282/1/TendênciasParte1.2.pdf>.

- Rodrigues, I., Rabechini Jr, R., Csillag, J.M., 2006, Os escritórios de projetos como indutores de maturidade em gestão de projetos: *Revista de Administração - RAUSP*, v. 41, <http://www.redalyc.org/html/2234/223417413005/>.
- Santos, P.V.S., Santos, L.D.P.G. dos, 2018, Gestão de indicadores: Um estudo de caso no setor de serviços: *Brazilian Journal of Production Engineering*, v. 4, p. 115–133.
- Sato, C. E. Y.; Hatakeyama, K.; Dergint, D.E.A., 2005, O papel evolutivo do gerente de projetos: XI Seminário Latino-Iberoamericano de Gestão Tecnológica, p. 1–13, <http://sites.google.com/a/schmitz.eng.br/www/altec-opapevolutivodoger.deprojeto.pdf>.
- Saunders, J.W., Carvalho, M.M. de, 2016, Quais competências dos gerentes de projeto o mercado valoriza? Uma análise das vagas de emprego: [mundopm.com](http://mundopm.com).
- Schodde, R., 2017, Long term trends in global exploration – are we finding enough metal? 11th Fennoscandian Exploration and Mining Conference, p. 1–66.
- Shintaku, I., 1998, Aspectos Econômicos Da Exploração Mineral: UNICAMP, <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/287585>.
- Silva, M.S., 2019, HTML5: a linguagem de marcação que revolucionou a web: Novatec Editora.
- Silva Júnior, A. de S., Santos, C.T., 2015, A Gestão de Cronograma em Empresas de Engenharia Civil: Um Estudo sobre os Fatores Determinantes: *Revista de Gestão e Projetos*, v. 06, p. 111–124, doi:10.5585/gep.v6i1.296.
- SNL, 2022, World Exploration Trends: PDAC International Convention.
- Souza, A.U. de, 2015, Funcionalidades da Curva “S” para a Engenharia de Custos.
- Ünal, C.; Sungur, C.; Yildirim, H., 2022, Application of the Maturity Model in Industrial Corporations. *Sustainability*, 14: 9478. [doi.org/10.3390/su14159478]
- UNCOVER GROUP, 2012, Searching the deep Earth: A vision for exploration geoscience in Australia: 47 p.
- USGS, 2021, Mineral Commodity Summaries 2021: doi:10.3133/mcs2021.
- USGS, 2022, Mineral commodity summaries 2022: doi:10.3133/mcs2022.
- Vasques, A.R., 2009, Identificação de Brownfields em Imagens de Alta Resolução: p. 245.
- Viana, J.C.; Mota, C.M. de M., 2015, Enhancing Organizational Project Management Maturity: a framework based on the value focused thinking model. *Production*, 26(2): 313-329. [doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.169913>]
- Xavier, B.R.F., 2019, ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO ROI: UM ESTUDO APLICADO: p. 9–25.
- Zavala, S., 2014, Obras públicas: Brasília, 104 p., doi:10.2307/j.ctv3dnqx4.13.