

# IMPORTÂNCIA DA ENGENHARIA NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE MINERAÇÃO<sup>1</sup>

Wagner Fidelis Brum<sup>2</sup>  
Afonso Henriques Martins<sup>3</sup>  
Antônio Eduardo Clark Peres<sup>4</sup>  
Leticia Seiko Suguimati<sup>5</sup>

## Resumo

Este artigo apresenta um estudo realizado a partir da reprodução de algumas práticas aplicadas dentro da metodologia de desenvolvimento de projetos de mineração de ferro da Samarco Mineração S.A. nas Minas do Germano e Alegria. Abordagens adequadas e melhores práticas são essenciais para alcançar as entregas-chave de cada fase de desenvolvimento, com especial enfoque nas fases de pré-viabilidade e de viabilidade (denominadas FEL 2 e 3, respectivamente, pelo IPA, ou *Independent Project Analysis, Inc.*). O projeto só terá uma boa maturidade caso as principais entregas de engenharia, tais como dados básicos e critérios de projeto, balanços de massa/térmico/hídrico, fluxogramas de processo, arranjos gerais, memórias de cálculo, folhas de dados de equipamentos críticos e de processo, especificação técnica e rota de sondagem, planilhas de quantitativos, entre outros, tiverem uma boa qualidade. Este estudo busca descrever a aplicação dessas práticas de engenharia e mostrar as principais etapas da metodologia de gestão de projetos para garantir a execução com um projeto efetivamente maduro.

**Palavras-chave:** Metodologia; Engenharia; Melhores práticas; Maturidade.

## ROLE OF ENGINEERING WITHIN THE DEVELOPMENT OF MINING PROJECTS

### Abstract

This paper describes a study based on some of the applied existing practices within the methodology of development for iron ore projects of Samarco Mineração S.A. at Germano and Alegria mines. Proper approach and best practices are essential to enable the key-deliverables at each phase of the development with special focus on pre-feasibility and feasibility phases (named FEL 2 and 3, respectively, by IPA, *Independent Project Analysis, Inc.*). The project will only reach a reasonable maturity in case the main engineering deliverables, like basic data and project criteria, mass/thermal/water balances, process flow, general arrangement, calculations, data sheets of critical and process equipment, technical equipment and soil investigation route, bills of quantities, among others, have a good quality. This paper describes the application of these practices of engineering and shows the main steps of the methodology of project management to ensure that the project execution will begin with effective maturity.

**Key words:** Methodology; Engineering; Best practices; Maturity.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 43º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 14º Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 1º Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 1 a 4 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Especialista, Gerência de Engenharia e Implementação de Projetos, Samarco, Mina do Germano, Mariana, MG, Brasil.

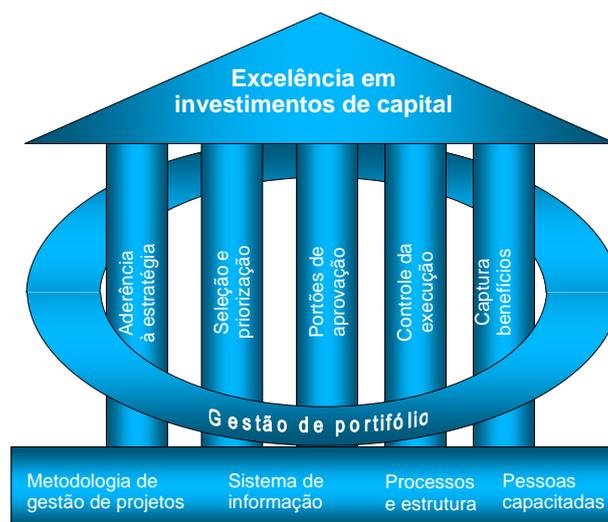
<sup>3</sup> D.Sc., Mestre, Professor DEMET, PPGEM, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>4</sup> Ph.D., Mestre, Professor DEMET, PPGEM, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>5</sup> Engenheira Especialista, Gerência de Gestão de Projetos, Samarco, Belo Horizonte, MG, Brasil.

# 1 INTRODUÇÃO

Com base na metodologia do PMBOK<sup>(1)</sup> foram desenvolvidas e implementadas as atuais práticas da metodologia de desenvolvimento de projetos<sup>(2)</sup> da Samarco Mineração S.A. Essas são fruto de uma evolução gradativa ao longo de anos e de uma coleta e absorção de conhecimento a partir de experiências acumuladas nas etapas de planejamento e execução de projetos. Ao longo desse período algumas áreas foram reestruturadas, outras foram criadas ou agregadas a terceiros. A própria área de gerenciamento de engenharia e projetos tem evoluído para atender ao crescimento da empresa e às exigências de mercado. A metodologia de gestão de projetos de investimentos de capital precisa estar então preparada para garantir que a execução apenas se inicie quando o projeto já estiver efetivamente maduro, portanto as etapas iniciais do projeto são essenciais para se garantir essa condição. Um dos principais eventos nesse processo foi de criação de um escritório de projetos (PMO, sigla em inglês para *Project Management Office*) forte. A finalidade do PMO da Samarco é de promover a efetividade dos investimentos e atuar como facilitador na definição dos portfólios de forma a atender aos objetivos do negócio, assegurar a qualidade das informações, a utilização de melhores práticas e o desenvolvimento da cultura em gestão de projetos, conforme mostra a Figura 1.<sup>(2)</sup>



**Figura 1.** Pilares da Excelência em Investimentos de Capital.<sup>(2)</sup>

Para atingir a excelência em investimentos de capital foram estipuladas ações ao longo de períodos definidos pela Samarco como ondas de evolução da maturidade do PMO. Na visão da Samarco, a evolução do PMO juntamente com o amadurecimento da área de gerenciamento de engenharia e projetos, a fim de consolidar a aplicação das boas práticas, é essencial para se alcançar o êxito na implantação dos projetos. Hoje a Samarco se encontra na 3ª onda de evolução.

A partir do primeiro momento de reestruturação do gerenciamento de projetos, ocorrido em 2009, foram iniciadas práticas paralelas nas demais gerências para se fortalecer o desenvolvimento da engenharia dos projetos de capital, através de criação de padrões e critérios, e através da consolidação de uma equipe interna capaz de garantir um bom desempenho das projetistas parceiras da Samarco nos projetos em estudo e em implantação. Essa metodologia será descrita nos tópicos que seguem e alguns resultados serão mostrados na conclusão.

## 2 OBJETIVO E METODOLOGIA

Este estudo objetiva descrever como a engenharia, desenvolvida a partir da aplicação da metodologia de gerenciamento de projetos da Samarco Mineração S/A e dentro das melhores práticas,<sup>(1)</sup> pode influenciar no sucesso de um projeto de capital de engenharia central,<sup>(2)</sup> de forma a garantir que a execução do mesmo se inicie com um projeto efetivamente maduro e seja implementado de forma eficaz para o sucesso definitivo do negócio. Ao final, é esperado que se consiga:<sup>(3)</sup>

- realizar o projeto correto;
- realizar corretamente o projeto.

### 2.1 Investimentos de Capital da Samarco Mineração S/A

É no processo de gestão dos investimentos de capital que são definidos a caracterização dos investimentos, a aplicação da metodologia de gestão de projetos, papéis e responsabilidades, o fluxo de aprovações e a tomada de decisão sobre o encaminhamento dos investimentos.<sup>(2)</sup> O macrofluxo para investimentos de capital segue as boas práticas sugeridas pelo Guia PMBOK<sup>(1)</sup> e é apresentado na Figura 2.

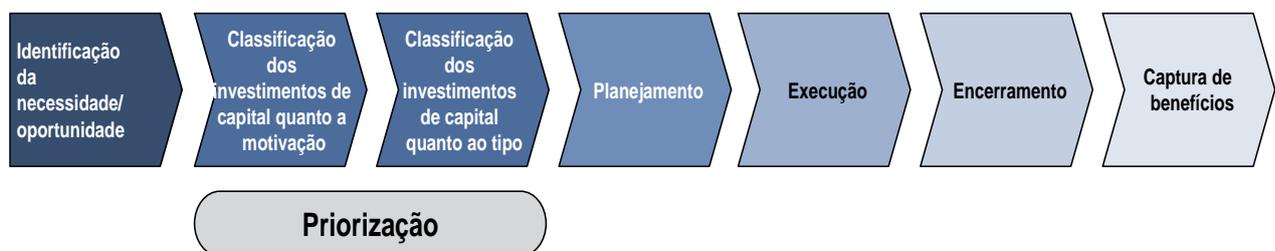


Figura 2. Macrofluxo para investimentos de capital.<sup>(2)</sup>

A implantação de um investimento de capital inicia-se com a identificação de sua necessidade e/ou oportunidade.<sup>(1)</sup> Sua efetiva importância deve ser constatada e consolidada para que o investimento seja, então, submetido a um processo formal de gestão. Uma vez finalizada a etapa de identificação e formalização da necessidade e/ou oportunidade do investimento de capital, é necessário realizar sua classificação, podendo esses ser capital direto (possibilitam um retorno financeiro) ou investimento corrente (atendem a uma redução de risco).

Na sequência é feita a classificação do investimento de capital,<sup>(2)</sup> podendo esses ser “baseados em planta” (BP), de “engenharia central” (EC) ou “megaprojetos” (MP). Essa classificação está diretamente vinculada ao valor estimado do projeto e à sua complexidade, estando descritas na sequência.

Projetos baseados em planta são investimentos de natureza mais simples, que demandam menor esforço de gestão e são realizados pelas próprias áreas operacionais. Há a aplicação da metodologia de gestão de projetos e o suporte da gerência de gestão de projetos, a partir de uma configuração adequada à complexidade do projeto.

Projetos de engenharia central têm a fase de desenvolvimento FEL 1 (Identificação) desenvolvida pela área solicitante (cliente). As fases FEL 2 (seleção) e FEL 3 (definição), assim como a execução do projeto, são desenvolvidas pela gerência de engenharia e implantação de projetos. Para todas as fases é aplicada a metodologia de gestão de projetos com o suporte da gerência de gestão de projetos.

Megaprojetos referem-se às expansões de capacidade caracterizadas pela construção de novas plantas ou usinas. São projetos *greenfield*, planejados e executados por equipes independentes com a aplicação de metodologia específica para megaprojetos, contendo um gestor da Samarco com dedicação exclusiva e seguindo a governança estabelecida pelos acionistas.

Essa conceituação é importante, pois esse resumo focará nos projetos de capital de engenharia central, tendo como caso hipotético uma expansão de uma planta de beneficiamento de minério de ferro.

## 2.2 Metodologia de gestão de projetos de capital da Samarco Mineração S/A

No início de um empreendimento é possível influenciar o resultado final a um custo relativamente baixo. O trabalho efetuado no início de um projeto tem efeito direto no sucesso do projeto, e o melhor planejamento conduz a melhores resultados.<sup>(3)</sup> As melhores práticas ajudam a reduzir os custos, garantem uma maior assertividade ao cronograma e, também, ajustam a previsibilidade do investimento, o que ao final se traduz em corresponder às expectativas das partes interessadas no projeto. A Figura 3 mostra a curva de influência e o custo do projeto ao longo do tempo. Essa curva é um exemplo clássico de como projetos de capital se comportam em razão dessas três variáveis. De acordo com o PMBOK,<sup>(1)</sup> “a capacidade de influenciar as características finais do produto do projeto, sem impacto significativo sobre os custos, é mais alta no início e torna-se cada vez menor conforme o projeto progride para o seu término.”

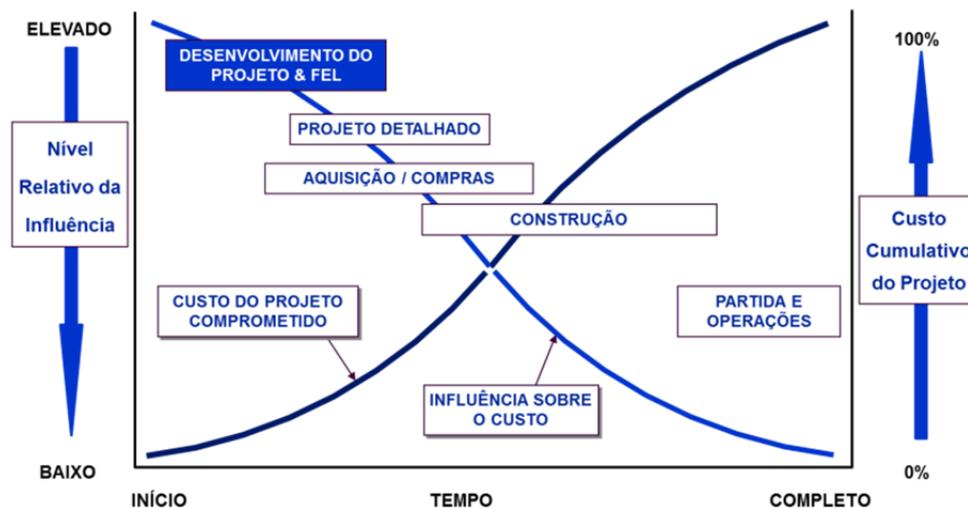
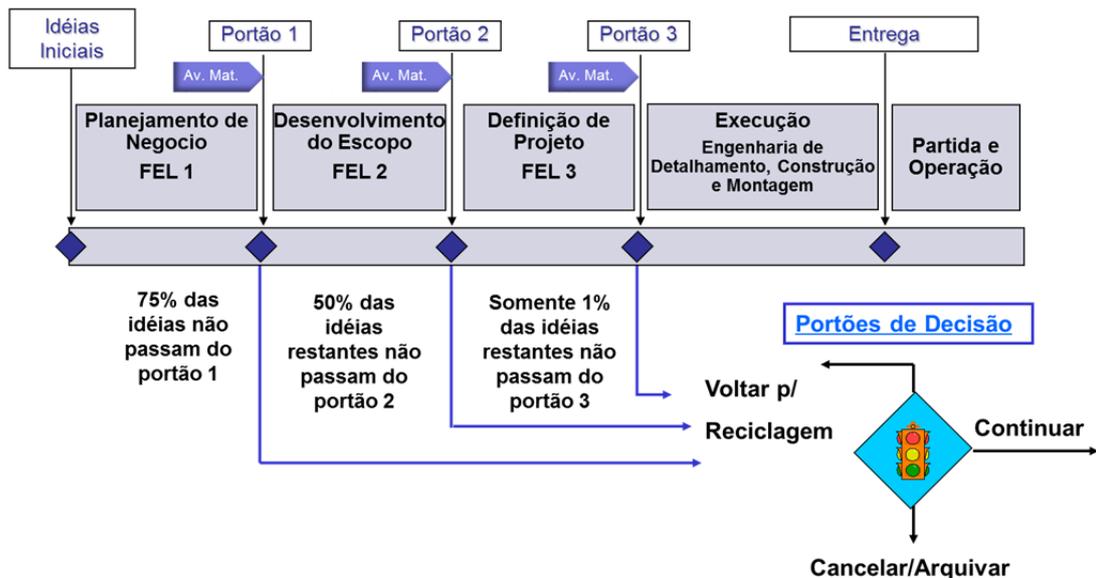


Figura 3. Relação entre momento de mudança do projeto x custo do projeto.<sup>(2)</sup>

A metodologia de gestão de projetos de engenharia central segue o processo *Front-End-Loading*<sup>(1)</sup> (FEL) de planejamento detalhado de cada fase do projeto, visando aumentar as chances de sucesso da sua execução (conforme planejado) e posterior operação. A metodologia FEL é, por definição, um funil, e por meio dela somente investimentos atraentes ao negócio devem ser implantados. A metodologia requer que os projetos recebam verbas de estudo à medida que se confirme que a fase anterior teve uma boa maturidade e o escopo da fase seguinte esteja bem definido. Ao longo das fases FEL é comum que os projetos sejam reciclados, cancelados ou postergados. O ciclo de vida de um típico projeto de engenharia central se dá conforme demonstrado na Figura 4.



\* Fonte: IPA

Figura 4. Ciclo de Vida do Projeto pela metodologia FEL.<sup>(1)</sup>

De forma geral, cada uma das fases de implantação do projeto objetiva:<sup>(1)</sup>

- FEL 1 – desenvolver a fundamentação (motivação) e a definição da necessidade do projeto, realizar uma avaliação do seu alinhamento com a estratégia da empresa, além de identificar alternativas tecnológicas e/ou de processo a ser estudadas na fase seguinte e os requisitos do projeto. Trata-se de entrega fundamental do projeto à identificação do benefício que propõe alcançar. É a fase de elaboração do *business case*;
- FEL 2 – estudar alternativas aplicáveis ao projeto (tecnológicas, de negócio, de processo, de localização, dentre outras), selecionando e fundamentando aquela que melhor atende aos objetivos para seguir até a fase seguinte e aumentar a definição do empreendimento por meio da engenharia conceitual;
- FEL 3 – desenvolver a alternativa recomendada em FEL 2, consolidando as premissas, os ganhos e as linhas de base do projeto (escopo, CAPEX, cronograma, indicadores de desempenho, etc.), bem como elaborar a engenharia básica e o Plano de Execução do Projeto (PEP);
- Execução – desenvolver a engenharia detalhada e implantar o projeto conforme metas e práticas estabelecidas no PEP, as quais englobarão as nove áreas de conhecimento e os quarenta e dois processos previstos no Guia PMBOK;<sup>(1)</sup>
- Encerramento – avaliar os resultados da implantação do projeto (prazo, custo, segurança, meio-ambiente, etc.), realizar a sua entrega ao cliente final, encerrar os contratos e processos administrativos do projeto, assim como consolidar as lições aprendidas; e
- PIR (Post Investment Review) – processo de coleta dos indicadores planejados de acordo com o plano de captura de benefícios estabelecidos na fase de desenvolvimento, análise de dados obtidos, validação das premissas e emissão do relatório de efetividade do investimento (REI), que comprova o resultado do projeto e o alcance dos benefícios prometidos no *business case* emitido em FEL 1.

## 2.3 Avaliação de Maturidade de Projetos

O processo de avaliação da maturidade de projetos de engenharia central tem como propósitos principais garantir que o projeto tenha a devida qualidade para passar de uma fase de desenvolvimento para a próxima, e apoiar a tomada de decisão dos comitês que aprovam a passagem de fases. O processo de avaliação de maturidade conta com três conceitos distintos:<sup>(2)</sup> *sign offs*, reuniões de verificação de progresso (RVP) e as avaliações de maturidade, propriamente ditas.

- *Sign offs*: é a formalização de aceitação das partes interessadas do projeto, que comprovam que o trabalho desenvolvido pela equipe de projetos está de acordo com os procedimentos ou com o previsto pelas áreas impactadas pelo projeto, é suficiente para garantir o bom desempenho do projeto em determinada área ou disciplina e cujos dados e premissas utilizados como *input* para o projeto estão validados;
- Reuniões de Verificação de Progresso (RVP): esse processo consiste na verificação da evolução das entregas e acompanhamento do projeto na fase de definição por parte da gerência de gestão de projetos. Objetiva-se com essas reuniões a verificação intermediária da entrega de estudos e documentos, bem como do *sign off* por parte de outras áreas da Samarco; e
- Avaliação de maturidade: avalia o projeto nas fases de desenvolvimento e oferece subsídios para a tomada de decisão aos comitês de aprovação de passagem de fase. As avaliações de maturidade garantem que as tarefas de definição do projeto foram realizadas com um bom nível de qualidade, de modo a minimizar potenciais problemas na fase de execução.

O uso dos três processos (*sign offs*, RVP's, e avaliação de maturidade) visa garantir a qualidade das entregas durante as fases FEL's. Na última RVP da fase, será finalmente avaliada a maturidade dos projetos mediante indicadores específicos, tal como o índice de maturidade de projetos (IMP), o que permitirá que se avance para o portão de aprovação da fase, conforme mostrado na Figura 4.

Além das avaliações de maturidade interna, a Samarco utiliza abordagens de avaliações independentes efetuadas ao final de FEL 2 e FEL 3 para projetos acima de USD 100 milhões. Estas avaliações visam garantir que as melhores práticas de mercado foram utilizadas, além de verificar a competitividade de custo e prazo propostos pelo projeto.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo conhecido a metodologia de desenvolvimento de projetos, percebe-se que será durante as fases de iniciação e planejamento se definirá o sucesso ou não de um projeto, para que o mesmo possa ser bem executado e devidamente encerrado. Partindo-se dessa pressuposição e da certeza de que a metodologia descrita anteriormente foi aplicada, cabe agora garantir que o projeto tem maturidade para prosseguir ao longo das fases FEL.<sup>(3)</sup> Como pode ser visto, uma disciplina crítica nesse sucesso é a engenharia, a qual é o elemento-chave para que o projeto seja desenvolvido com a devida qualidade e no prazo e custo previstos.

Então como atingir a qualidade prometida ao final de cada fase de desenvolvimento? Naturalmente, a resposta é tão abrangente quanto seja possível imaginar, mas pode ser resumida em uma frase: Atuando de forma integrada para garantir a qualidade a cada entrega das fases de FEL 1, FEL 2, FEL 3 e execução. Em todas essas fases, como dito, o ponto-chave e a alma do projeto é a engenharia.

### 3.1 Engenharia de FEL 1

Uma engenharia bem sucedida deve ser iniciada a partir do FEL 1. Apesar de ser esperado que a equipe que desenvolverá o FEL 1 não seja multidisciplinar, há entregas nessa etapa de elaboração do *business case* que devem ser garantidas, tais como: balanços e fluxogramas de processo (massa, água, térmico), premissas, requisitos, riscos, restrições, objetivos, benefícios, prazos e custos estimados, entre outros. Além das entregas de engenharia citadas, é essencial que se indique alternativas a serem estudadas em FEL 2. Essas definições comporão a declaração de escopo e estarão inseridas no memorial descritivo de contratação da engenharia conceitual de FEL 2.

Um ponto-chave para se atingir uma boa maturidade nessa fase de FEL 1 é obter todos os requisitos da fase atual, principalmente, os dados provenientes de testes representativos para a validação dos parâmetros do projeto. Esses testes podem ser feitos em laboratório próprio ou externo, em plantas-piloto própria ou externa e até mesmo na planta existente, caso seja possível simular uma situação similar.

Com relação à pesquisa mineral, conforme relatado pelo IBRAM,<sup>(4)</sup> o potencial mineral brasileiro é expressivo, porém, pouco pesquisado. Até hoje, menos de 30% do território nacional são conhecidos por meio de levantamentos geológicos em uma escala apropriada para a atividade. A Figura 5 mostra um gráfico com a demanda reprimida no campo do levantamento geológico no Brasil, que, embora sendo o território brasileiro sete vezes maior do que o do Peru, destinamos em 2011 apenas cerca de 60% do valor investido por aquele país à investigação geológica.

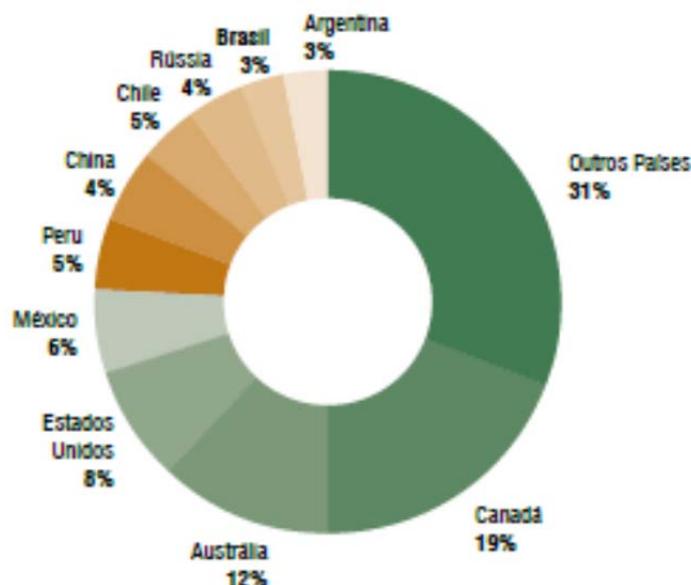


Figura 5. Investimentos privados em exploração mineral.<sup>(5)</sup>

Em caso de um projeto de maior complexidade, além dos resultados de campanhas de exploração, sugere-se a contratação, ainda em FEL 1, de uma projetista com profissionais capacitados e experiência em projetos similares no mercado, visto que, em projetos *brownfield*, o conhecimento das instalações e do processo existentes é um fator essencial para o êxito. Essa empresa atuará em conjunto nas definições de processo, na estimativa de possíveis arranjos e layouts e no cálculo do CAPEX do projeto, com o seu devido grau de incerteza. Ao final serão propostas as possíveis alternativas, ou seja, as opções, que serão estudadas na próxima etapa, de FEL 2.

### 3.2 Engenharia de FEL 2

Passado o portal de FEL 1, inicia-se a contratação e o desenvolvimento da engenharia de FEL 2. Essa é a chamada fase de estudos conceituais, quando se objetiva estudar aquelas alternativas definidas no portal de FEL 1. Essa fase de engenharia ainda terá uma extensa discussão de processo, portanto, o responsável pelo FEL 1 manterá seu representante como parte integrante e atuante na equipe de projeto do FEL 2. Essa participação tem dois significados: validar as premissas e os requisitos de FEL 1 e garantir a coerência das soluções possíveis desenvolvidas em FEL 2 em relação ao *business case*. Na Samarco, identificou-se que o responsável pelo FEL 1 era um papel crítico e que não poderia ser excluído das discussões em FEL 2, visando garantir tal participação criou-se o papel do Empreendedor. Este é o profissional responsável pelo desenvolvimento de FEL 1 e que garante que a visão obtida nesta fase é adequadamente traduzida nas fases subsequentes.

Nesse momento são gerados os dados básicos e os critérios de projeto para cada disciplina; são gerados os fluxogramas de processo (massa, de água e térmico), desenhos de arranjo, listas de equipamentos mecânicos, diagramas unifilares, estimativa de demanda, especificações de investigação de solo, configuração do sistema de controle, lista de I/O, planilha de quantitativos e, ao final, desenhos mecânicos, civis e elétricos, estimativa de Capex e especificação técnica dos principais equipamentos de processo.

Esses documentos apenas terão boa qualidade se dois dos principais envolvidos (cliente e projetista) tiverem a devida capacidade técnica, organização, empenho, disciplina e experiência. Não é concebível que um dos dois lados não tenha uma dessas características, pois equívocos na fase conceitual causam um enorme prejuízo nas fases finais, como visto na Figura 3. Fica claro aqui o risco em se implementar projetos *fast track*, os quais requerem uma compactação do cronograma do projeto e a execução em paralelo de mais de uma fase do projeto.

Há alguns exemplos típicos de fatores que causam insucesso ao longo da fase de FEL 2: mudanças de premissas básicas, tais como: taxa de alimentação, características físico-químicas do minério ou de sequenciamento de lavra; introdução de nova tecnologia ou de equipamento ainda desconhecido, substituição de membros-chave do projeto por outro que tenha gestão diferente do antecessor, realização de testes não representativos, não envolvimento de outras áreas da empresa que sejam afetadas pelo projeto (operação, manutenção, meio-ambiente, comunidades, segurança, etc.), entre outros.

Por parte do projetista, há também exemplos usuais que interferem negativamente na engenharia desenvolvida em FEL 2: alocar profissionais de coordenação ou de projeto sem a devida capacitação ou experiência em projetos similares, não adotar uma postura firme perante o cliente a fim de questionar, cobrar e analisar com propriedade as informações recebidas e não garantir o EFETIVO fluxo de aprovação dos documentos de engenharia (elaboração, verificação, aprovação, autorização).

É na fase de FEL 2, também chamada de estudo de pré-viabilidade, que se tem liberdade para sugerir possibilidades que podem até ser desconsideradas na reunião seguinte, ou, porventura, mantidas até o final por serem decisivamente apropriadas ao projeto em questão. O que não pode ser feito é aceitar falhas, omissões ou incertezas que causem retrabalhos dispendiosos em fases seguintes ou se partir logo para uma alternativa e deixar de explorar outras possibilidades ou variações (também chamados *trade-off*).

Esta fase é crítica para o sucesso do projeto, seguir em frente com lacunas inapropriadas fazem com que o FEL 3 seja mais longo (pois necessitará rever itens não resolvidos em FEL 2), ou mesmo que o projeto venha a ser cancelado em FEL 3 (pois a melhor alternativa não foi adequadamente selecionada) ou ainda que, ao final de sua execução o mesmo não atenda a totalidade do *business case* definido em FEL 1.

### 3.3 Engenharia de FEL 3

Passado o portal de FEL 2 e escolhida a alternativa a ser aprofundada em FEL 3, é chegada a hora de se iniciar a engenharia básica do projeto. Supondo que as fases de FEL 1 e de FEL 2 foram bem desenvolvidas, sem dúvida, a qualidade da fase de FEL 3 é a decisiva para o sucesso ou fracasso do empreendimento. Nessa etapa é consolidado o plano de execução do projeto e são calculados com maior exatidão o custo, o prazo de execução e a qualidade do projeto, além de outros fatores.

Se a fase de FEL 2 é a de se usar a criatividade, a fase de FEL 3 é a de se manter a coerência. Para os grandes projetos, as memórias de cálculo, as folhas de dados e as listas de equipamentos, os fluxogramas de engenharia (*P&ID's*, em inglês), as especificações técnicas de todos os equipamentos de processo, mecânicos e elétricos já deverão estar consolidados e os equipamentos principais em processo de cotação firme no mercado, visto que no início da fase seguinte, de detalhamento, os documentos dos fornecedores (DF's) escolhidos já deverão ser utilizados.

Comprar a engenharia de equipamentos em FEL 3 pode ser caracterizado antecipação de CAPEX e muitas empresas não aprovam tal procedimento. Portanto, caso não se tenha esses DF's definitivos ao início do detalhamento, a projetista deverá trabalhar com DF's de referência, o que requererá mais à frente um retrabalho, quando finalmente forem recebidos os DF's reais que serão incorporados ao projeto. Esse fato pode ser uma fonte de complicação na obra, caso a incorporação ocorra após início das obras civis ou após o início da fabricação das estruturas metálicas, levando a alterações muitas vezes indesejadas durante a fase de execução que por sua vez podem levar a alterações de custo e prazo. Na mineração essa prática é usual.

Além desses documentos, outras entregas importantes deverão ser desenvolvidas e consolidadas nessa fase, são eles: as planilhas de quantitativos de civil, estrutura metálica, elétrica e montagem eletromecânica; as rotas de tubulação e de cabos, os diagramas funcionais típicos (CCM's), documentos de instrumentação, comunicação e automação, além dos desenhos de arranjo, cortes e conjunto.

Desde a fase de FEL 2 é importante já se iniciar atividades complementares à engenharia, que são seminários de VIP<sup>(3)</sup> (*Value Improving Practices*, práticas de agregação de valor, em inglês), os seminários de avanço de engenharia, os seminários de análise de riscos e o Hazop<sup>(3)</sup> (*Hazard and Operability*, Risco e Operabilidade, em inglês), entre outros. Esses eventos incrementam a maturidade do projeto.

Os levantamentos de campo e a utilização de tecnologia para obter os desenhos mais próximos possíveis da realidade (topografia, nuvem de pontos, GPR, entre outros) também são fundamentais durante o FEL 3. Nesse momento é importante que já se tenha o relatório de sondagem de parte dos furos da campanha e que se realize uma sondagem complementar até o final do FEL 3.

Como citamos ser o nosso hipotético projeto uma expansão de uma instalação existente (*brownfield*), devemos reforçar aqui algumas condições essenciais para

que a engenharia tenha a devida qualidade e o projeto tenha maiores chances de chegar ao final do FEL 3 com a devida maturidade:

- manter as premissas, os requisitos, as restrições e as condições gerais conforme consolidadas em FEL 3 e desenvolvidas pela projetista;
- disponibilizar os DFs dos principais equipamentos e relatórios de alguns furos de sondagem antes do início do detalhamento;
- disponibilizar as Licenças Provisórias e de Instalação antes do início da execução;
- participação constante e efetiva de representantes da equipe de processo, operação e manutenção nas reuniões semanais junto à projetista e nos seminários de engenharia, bem como nos principais VIP's (seminário de construtibilidade, seminário de interligações ou tie in's, seminário de análise de risco e HAZOP);
- alto nível de qualidade dos profissionais envolvidos na análise e aprovação da documentação recebida da projetista e dos fabricantes de equipamento com tecnologia;
- realização de boa parte do projeto em 3D e utilização de documentação *as built* gerada através de nuvem de pontos e GPR para análise das interferências aéreas e subterrâneas superficiais, respectivamente;
- desenvolvimento de engenharias complementares especializadas; e
- utilização de empresa de gerenciamento apenas em atividades de apoio e nas quais a mesma ofereça um efetivo aporte de conhecimento em comparação ao do cliente contratador.

Grande parte da maturidade ao final das fases de FEL 2 ou FEL 3 pode ser auditada por uma equipe interna da empresa ou por uma entidade externa especializada, conforme metodologia já apresentada. Para projetos mais complexos é usual contratar o IPA<sup>(1)</sup> ou entidade similar, enquanto que para projetos menores é suficiente uma auditoria por equipe interna com suporte eventual de especialistas em uma ou outra disciplina.

### 3.4 Engenharia de Detalhamento

Aprovado o projeto no portal de FEL 3 e autorizado o início de sua execução, é hora de se iniciar a engenharia detalhada do projeto. Supondo que a fase de FEL 3 foi realizada conforme planejado, é nessa etapa que é colocado em andamento o plano de execução do projeto e o monitoramos e o controlamos devidamente.

A engenharia dessa etapa deixa de ter um aspecto de desenvolvimento e passa a ter um caráter mais prático a partir dos vários documentos gerados. O foco passa a ser de monitoramento e de controle de mudanças. As entregas principais são:

- os desenhos de detalhamento de mecânica: de equipamentos caldeirados, de tampas de canaletas, e dos equipamentos de fabricantes com tecnologia própria;
- os desenhos de estruturas metálicas (normalmente comprados do próprio fabricante a partir dos unifilares estruturais e dos planos de carga), de suportes, de *pipe-* e *cable-rack*;
- os desenhos de terraplenagem, de concreto (forma e armação, principalmente), infraestrutura, arquitetura e urbanização;
- os desenhos de tubulação (isométricos, *spools*, tubulação, entre outros); e
- os desenhos de elétrica, instrumentação, automação e comunicação.

Nessa fase deve ser levado em conta que haverá um constante contato entre a gerenciadora e as construtoras de terraplenagem/civil e montagem eletromecânica. Eventuais apoios técnicos de obra (ATO's) são esperados, visto que sempre há dúvidas ou necessidade de intervenções da projetista na obra. Há também a geração das notas de alteração de projeto (NAP's), a partir de variações do que foi construído (*as built*) com o que foi projetado. Esse trabalho é importante para se gerar uma documentação confiável para utilização futura da empresa.

### 3.5 Resultados do Desempenho da Samarco em Projetos de Capital

Como citado na introdução, a Samarco já se encontra na consolidação da 3ª onda de evolução da maturidade do PMO, depois de concluídas a 1ª (de consolidação da metodologia e desenvolvimento de competências) e a 2ª onda (de visão integrada de portfólio para sustentação da estratégia da empresa). Alguns resultados de melhoria no desempenho em investimentos de capital pela Samarco já puderam ser percebidos (Figura 6).



Figura 6. Gráficos com resultados da Gestão de Projetos na Samarco.<sup>(6)</sup>

O primeiro gráfico da Figura 6 mostra um aumento na capacidade de implantação de projetos e conseqüentemente a possibilidade de realizar um maior volume de investimentos de Capex, o que só foi possível a partir da aplicação das boas práticas de gestão já citadas. O segundo gráfico mostra na seqüência um aumento no nível de maturidade e do rigor na gestão de projetos, com um substancial aumento na quantidade de projetos aprovados ou cancelados em comparação ao período anterior. O último gráfico da figura 6 mostra uma melhoria na qualidade do planejamento dos projetos de engenharia central evidenciado a partir de uma maior aderência entre o planejado e o realizado em comparação com dois períodos distintos.

## 4 CONCLUSÃO

A metodologia apresentada foi criada, modificada, adaptada e revisada ao longo de uma vasta experiência da Samarco Mineração S/A em planejar e executar projetos, portanto, aquele que ler esse resumo poderá chegar às seguintes considerações:

- essa metodologia é muito robusta, complexa e burocrática no meu modo de ver;
- essa metodologia é boa, mas ainda podemos ter algo bem mais simplificado;
- essa metodologia é exatamente aquilo que pretendemos buscar e vamos usá-la para futuras analogias no momento que formos adequar a nossa própria.

Seja qual for a consideração acima, o objetivo foi mostrar como está inserida a engenharia dentro da metodologia em uma empresa de mineração e como essa foi estruturada a fim de possibilitar a criação de projetos importantes para a organização, a escolha da melhor alternativa para esse projeto, a obtenção de um planejamento que viabilize o menor custo, o menor prazo, riscos gerenciáveis, o desenvolvimento das entregas de engenharia com a esperada qualidade e um escopo consolidado desde a concepção até o encerramento em projetos com bom nível de maturidade. Além disso, as diversas visões acerca da metodologia de gestão de projetos impulsionam a melhoria e revisão contínua do processo de gestão de projetos, conforme evidenciado a partir dos resultados preliminares mostrados.

## **Agradecimentos**

Agradeço ao DEMET, ao PPGEM e à UFMG pelo apoio de seus professores no enriquecimento técnico desse trabalho e ainda à Gerência de Gestão de Projetos da SAMARCO, a qual também exerce a função de escritório de projetos (PMO).

## **REFERÊNCIAS**

- 1 PMI ou *Project Management Institut, Inc.* (2008); Guia PMBOK – Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. 4ª Edição. Atlanta: PMI Book Service Center.
- 2 Manual Governança e Gestão de Projetos Tipo EC da SAMARCO Mineração S.A. – Gerência Geral de Projetos (GGP) – PMO (Escritório de Gerenciamento de Projetos) – Revisão 1 - Fevereiro/2012.
- 3 IPA ou *Independent Project Analysis, Inc.* (2011); Melhores Práticas para Projetos de Mineração. Curitiba: IPA Latino América, Material Didático do Curso.
- 4 IBRAM ou Instituto Brasileiro de Mineração - Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira - 7ª Edição – Dezembro/2012 – 68p.
- 5 MEG (*Metals Economic Group*) – *World Exploration Trends: Special Report from Metals Economics Group for the PDAC International Convention* – Maio/2012 – 8p.
- 6 Apresentação: *Estrutura de Projetos na SAMARCO* – Gerência Geral de Projetos (GGP) – PMO (Escritório de Gerenciamento de Projetos) - Junho/2013.